Analýza distribuce cenového signálu skleníkových plynů

Metodický průvodce modelováním energetických scénářů a ekonomiky 2022–2024

Ministerstvo životního prostředí

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

www.tacr.cz www.mzp.cz

Projekt: SS04030013 Centrum socio-ekonomického výzkumu dopadů environmentálních politik

Projekt SS04030013 Centrum socio-ekonomického výzkumu dopadů environmentálních politik

Autoři Milan Ščasný*', Lukáš Rečka*, Vojtěch Máca*, Matěj Opatrný*', Vědunka Kopečná*', Dora Fazekas°, Ioannis Gutzianas°

* Univerzita Karlova, Centrum pro otázky životního prostředí,
' Univerzita Karlova, Institut ekonomických studií Fakulty sociálních věd
° Cambridge Econometrics Hungary Kft.

Datum prosinec 2025

Citace Ščasný, M., Rečka, L., Máca, V., Opatrný, M., Kopečná, V., Fazekas, D., Gutzianas, I. (2025), Analýza distribuce cenového signálu skleníkových plynů. Metodický průvodce modelováním energetických scénářů a ekonomiky 2022–2024. Zpráva projektu SEEPIA, Praha: Univerzita Karlova, Centrum pro otázky životního prostředí.

Obsah

Seznam zkratek 3
1. Manažerské shrnutí 4
Klíčové výsledky 5
Hlavní závěry 8
2. Úvod 9
3. Metodika 13
3.1. Modelové prostředí 13
3.2. Klíčové charakteristiky přístupu modelování 17
4. Scénáře a předpoklady 22
4.1. Scénáře 22
4.2. Klíčové parametry zadání jednotlivých scénářů 23
5. Výsledky 28
5.1. Plnění klimaticko-energetických cílů 28
5.2. Výroba a spotřeba elektřiny 37
5.3. Vyrobené teplo 40
5.4. Průmysl 41
5.5. Náklady 43
5.6. Makroekonomické dopady 46
5.7. Distribuční dopady – dopady na energetickou chudobu a finanční dostupnost dopravy 56
6. Přílohy 75
7. Použité zdroje 75

Seznam zkratek

ACER – European Union Agency for the Cooperation of Energy Regulators
BECCS – Bioenergy with Carbon Capture and Storage (bioenergie se zachytáváním a ukládáním uhlíku)
BEV – Battery Electric Vehicle (bateriové elektrické vozidlo)
CAPEX – Capital Expenditure (kapitálové výdaje)
CBAM – Carbon Border Adjustment Mechanism (mechanismus uhlíkového vyrovnání na hranicích)
CCS – Carbon Capture and Storage (zachytávání a ukládání uhlíku)
CCUS – Carbon Capture, Utilization and Storage (zachytávání, využívání a ukládání uhlíku)
COD – Commercial Operation Date (datum uvedení do provozu)
CZT – centrální zásobování teplem
ČEPS – České energetické přenosové soustavy, a.s.
DASMOD – Distributional And Social Impact Model (mikrosimulační model)
DSR – Demand Side Response (řízení spotřeby)
E3ME – globální makroekonometrický model
EC / **EK** – Evropská komise
EDU – Elektrárna Dukovany
EED – Energy Efficiency Directive (směrnice o energetické účinnosti)
ENTSO-E – European Network of Transmission System Operators for Electricity
ERAA – European Resource Adequacy Assessment
ESR – Effort Sharing Regulation (nařízení o rozdělení úsilí)
ETE – Elektrárna Temelín
ETD – Energy Taxation Directive (směrnice o zdanění energie)
ETS – Emissions Trading System (systém obchodování s emisemi)
ETS1 – EU Emissions Trading System (původní systém)
ETS2 – rozšířený systém EU ETS pro budovy a dopravu
EUA – European Union Allowances (emisní povolenky EU)
FTT – Future Technology Transformations (moduly v E3ME)
FVE – fotovoltaické elektrárny
GHG – Greenhouse Gas (skleníkový plyn)
HDP – hrubý domácí produkt
IFER – Ústav pro výzkum lesních ekosystémů
JRC – Joint Research Centre
KSE – konečná spotřeba energie
LIHC – Low Income High Cost (indikátor pro měření energetické chudoby a finanční dostupnosti dopravy)
LOLE – Loss of Load Expectation (očekávaná ztráta dodávky)
LULUCF – Land Use, Land-Use Change and Forestry (využití půdy, změny ve využití půdy a lesnictví)
M2/LIHC – hybrid indikátor energetické chudoby
MF ČR – Ministerstvo financí České republiky
MPO – Ministerstvo průmyslu a obchodu
MŽP – Ministerstvo životního prostředí
NKEP – Vnitrostátní plán v oblasti energetiky a klimatu
NJZ – nové jaderné zdroje
OPEX – Operational Expenditure (provozní výdaje)
OZE – obnovitelné zdroje energie
PEZ – primární energetické zdroje
PLEXOS – model pro validaci zdrojové přiměřenosti
PVE – přečerpávací vodní elektrárny
RED3 – Renewable Energy Directive III (směrnice o podpoře obnovitelných zdrojů energie)
RFNBO – Renewable Fuels of Non-biological Origin (obnovitelná paliva nebiologického původu)
SCF / **SKF** – Social Climate Fund (Sociální klimatický fond)
SILC – Statistics on Income and Living Conditions
SMR – Small Modular Reactor (malý modulární reaktor)
SRÚ – Statistika rodinných účtů
SZTE – systémy zásobování tepelnou energií
TČ – tepelná čerpadla
TIMES-CZ – technologicky orientovaný model nákladové optimalizace energetického systému ČR
TRANSPLINEX – model pro biopaliva v dopravě
TYNDP – Ten-Year Network Development Plan
UK COŽP – Univerzita Karlova, Centrum pro otázky životního prostředí
ÚZEI – Ústav zemědělské ekonomiky a informací
V2G – Vehicle-to-Grid
VŠCHT – Vysoká škola chemicko-technologická
VTE – větrné elektrárny
WACC – Weighted Average Cost of Capital (vážené průměrné náklady kapitálu)

1. Manažerské shrnutí

Účel a metodika studie

Studie představuje proces a hlavní výsledky **modelování energetických scénářů**, které probíhalo v rámci projektu SEEPIA v letech 2022 až 2024. Analytické podklady postavené na tomto modelování byly průběžně předávány státní správě, která je dále diskutovala se stakeholdery.

Modelování **porovnává referenční scénář s ambicióznějšími scénáři, které definovala státní správa**. Referenční scénář představuje hypotetický vývoj bez přijetí opatření obsažených v balíčku Fit for 55 a bez ambice dosažení klimatické neutrality do 2050. Alternativní scénáře směřují k naplnění klimatických cílů EU a ČR, zejména skrze předpokládanou implementaci opatření balíčku Fit for 55. Modelování proběhlo v souladu s metodikou a pokyny Evropské komise pro aktualizaci národních plánů v oblasti energetiky a klimatu (NKEP) a s Východisky aktualizace Státní energetické koncepce ČR a souvisejících strategických dokumentů schválenými vládou v dubnu 2023.

Klíčové předpoklady všech scénářů definovalo MPO a MŽP na základě rozsáhlé diskuse mezi resorty, se zahrnutím dalších stakeholderů (včetně asociací a svazů) skrze Platformu pro strategie v oblasti energetiky a klimatu.

Hlavním cílem modelování bylo vyhodnotit dopady politik na vývoj českého energetického systému a české ekonomiky do roku 2050, a s tím související vývoj emisí skleníkových plynů, spotřeby energie a dopadů na domácnosti. Použité metody poskytují **robustní základ pro hodnocení dopadů klimatických politik** v souladu s pokyny Evropské komise a cíli vytyčenými v rámci unijních balíčcích Fit for 55 a REPowerEU.

Analýza využívá **propojený systém čtyř pokročilých modelů**: energetického modelu TIMES-CZ, makroekonometrického modelu E3ME, modelu zdrojové přiměřenosti PLEXOS (ve spolupráci s ČEPS) a mikrosimulačního modelu DASMOD pro hodnocení sociálních dopadů.

Modelování TIMES-CZ zahrnuje celý energetický systém České republiky od těžby a dovozu paliv až po jejich konečnou spotřebu ve všech sektorech ekonomiky, tak aby byla naplněná agregátní poptávka po všech energetických službách.

Zdrojová přiměřenost elektrizační soustavy, možnosti dovozu elektřiny i výkonová rezerva byly validovány modelem PLEXOS na základě nejaktuálnějších dostupných dat z European Resource Adequacy Assessment (ERAA 2023 Edition, publikováno na jaře 2024).

Predikce vývoje ekonomiky provedené modelem E3ME byly využity při simulaci distribučních dopadů na domácnosti ČR. Analýzy dopadů zahrnovaly také citlivostní analýzu pro vývoj klíčových parametrů (výroba energeticky náročných produktů, vývoj disponibilního příjmu domácností, možnosti recyklace výnosů z prodeje emisních povolenek).

Analyzované scénáře

Studie porovnává tři hlavní scénáře modelované v roce 2024:

Referenční (With Existing Measures)

- Referenční scénář bez politik Fit for 55,
- Bez dosažení klimatické neutrality do roku 2050
- Jeden nový velký jaderný blok (EDU5) s COD 2040
- Pomalý rozvoj OZE: max 6 GWe FVE, 0,7 GWe VTE do 2030
- Potenciál energetických úspor v budovách dle *Optimálního scénáře* Dlouhodobé strategie renovace budov (MPO, 2020)
- Bez dovozů vodíku

Dekarbonizační (With Additional Measures)

- Cíle a opatření Fit for 55, REPowerEU
- Vynucený emisní cíl: max 8 Mt CO_2ek v ČR ve 2050
- Tři nové velké jaderné bloky + SMR (COD 2036–2041)
- Středně rychlý rozvoj OZE: 10,1 GWe FVE, 1,5 GWe VTE do 2030
- Vyšší potenciál energetických úspor v budovách dle *Hypotetického scénáře* Dlouhodobé strategie renovace budov (MPO, 2020)

Ambiciózní (With Additional Measures)

- Cíle a opatření Fit for 55, REPowerEU
- Vynucený emisní cíl: max 8 Mt CO_2ek v ČR ve 2050
- Tři nové velké jaderné bloky + SMR (COD 2036–2041)
- Vyšší potenciál energetických úspor v budovách dle *Hypotetického scénáře* Dlouhodobé strategie renovace budov (MPO, 2020)
- Nejrychlejší rozvoj OZE: 12,6 GWe FVE, 1,7 GWe VTE do 2030
- Vyšší potenciál OZE ve 2050
- Behaviorální změny: 10% pokles poptávky po vytápění a individuální dopravě od 2030

Klíčové výsledky

Plnění klimatických a energetických cílů

Emise skleníkových plynů

Emisní cíle 2030: Všechny modelované scénáře dosahují více než 55% snížení emisí skleníkových plynů oproti roku 1990, čímž překračují unijní cíl. Konkrétně dosahují snížení 65 % (Referenční), 68 % (Dekarbonizační) a 71 % (Ambiciózní). Dekarbonizační a Ambiciózní scénář současně splňují dílčí emisní cíle pro sektory zahrnuté do ETS1 (72–75% snížení oproti 2005) a významně přispívají k cílům pro ESR sektory (33–36% snížení).

Emisní cíl 2050: Klimatická neutralita není v modelovaných scénářích dosažena na úrovni ČR ani EU. Systém emisního obchodování EU ETS sám o sobě nepostačuje k dosažení cíle snížení emisí o více než 90–91 % oproti roku 1990, aniž by došlo k extrémně vysokým cenám emisních povolenek. Zejména v těžko dekarbonizovatelných sektorech je nutné jeho doplnění dalšími politikami.

V Dekarbonizačním a Ambiciózním scénáři klesnou emise v roce 2050 na vynucených 8 Mt CO_2ek., přičemž významnou roli hrají negativní emise ze zachytávání emisí při spalování biomasy (BECCS) ve výši 3,4–3,7 Mt CO_2ek.

Další možnosti snižování emisí nabízí vyšší využití biomasy ze zemědělské půdy či změny spotřebního chování, které nebyly do modelování zahrnuty v plném rozsahu.

Obnovitelné zdroje energie

Celkový podíl OZE: Podíl obnovitelných zdrojů na hrubé konečné spotřebě energie v roce 2030 roste z referenčních 24 % (Referenční scénář) na 30 % (Dekarbonizační) a 32 % (Ambiciózní). Do roku 2050 se tento podíl zvyšuje na 40 % v Referenčním scénáři a až na 65 % v Dekarbonizačním a Ambiciózním scénáři.

Instalované kapacity: Ve všech scénářích jsou předpokládané maximální potenciály OZE plně využity. Fotovoltaické elektrárny dosahují instalovaných kapacit 10,1 GW (Dekarbonizační) až 12,6 GW (Ambiciózní) do roku 2030 a 26,1 GW do roku 2050 v obou dekarbonizačních scénářích. Větrné elektrárny dosahují 1,5–1,7 GW do roku 2030 a 5,5 GW do roku 2050.

Vodík a pokročilá biopaliva: V Dekarbonizačním a Ambiciózním scénáři je splněn mandatorní cíl 42% podílu obnovitelných paliv nebiologického původu (RFNBO) na spotřebě vodíku v průmyslu do roku 2030. V dopravě je v roce 2030 dosaženo 1% podílu RFNBO a 5% podílu pokročilých biopaliv (včetně multiplikátorů).

Energetické úspory

Primární energie: Oproti roku 2005 dochází do roku 2030 k poklesu spotřeby primárních energetických zdrojů o 21 %, 26 % a 29 % ve scénářích Referenčním, Dekarbonizačním a Ambiciózním.

Konečná spotřeba: Konečná spotřeba energie klesá mezi lety 2005 a 2030 o 1,5 % v Referenčním scénáři a o 4–7 % v Dekarbonizačním a Ambiciózním scénáři. Současně výrazně roste podíl elektřiny na konečné spotřebě z 23–24 % v roce 2030 na 35–45 % v roce 2050.

Transformace energetického systému

Elektroenergetika

Výroba elektřiny: Netto spotřeba elektřiny dle metodiky ENTSO-E roste ze současné úrovně okolo 63 TWh ve všech scénářích o více než 50 % do roku 2050, především kvůli elektrifikaci dopravy, vytápění a průmyslu. Nejvyšší růst je v Referenčním scénáři (99 TWh v roce 2050), zatímco Dekarbonizační a Ambiciózní scénář dosahují 95–98 TWh díky vyšší energetické efektivitě.

Nové jaderné zdroje: Dekarbonizační i Ambiciózní scénář počítají s minimálně třemi novými jadernými bloky o výkonu 1100 MW (první v Dukovanech v roce 2036, další v Temelíně v letech 2039 a 2041) a jedním malým modulárním reaktorem (SMR) o výkonu 350 MW od roku 2035. Při nákladové optimalizaci nebyly instalovány dodatečné jaderné zdroje nad minimální zadání.

Uhelné zdroje: V Dekarbonizačním a Ambiciózním scénáři spolu s předpokládaným ukončením těžby uhlí končí spalování uhlí pro energetické účely do roku 2033. V Referenčním scénáři zůstávají některé uhelné elektrárny v provozu až do roku 2040, poté slouží již s minimálním využitím jako rezervní zdroje. Při předpokládaných cenách emisních povolenek nejsou uhelné zdroje konkurenceschopné ani v Referenčním scénáři.

Vytápění a teplárenství

Ve výrobě tepla dochází k zásadní transformaci směrem k obnovitelným zdrojům a tepelným čerpadlům. Výroba tepla z uhelných zdrojů je v Dekarbonizačním a Ambiciózním scénáři ukončena do roku 2033. Tepelná čerpadla se stávají dominantním zdrojem vyrobeného tepla, zejména v Dekarbonizačním a Ambiciózním scénáři, kde dodávky z nich rostou až na 54–60 PJ v roce 2050.

Významně se také rozvíjí využití jaderného tepla prostřednictvím horkovodu JEDU-Brno v dekarbonizačních scénářích. Zemní plyn zůstává důležitým palivem pro špičkové zdroje a vysokopotenciální teplo v průmyslu, ale jeho celková spotřeba výrazně klesá a je postupně zčásti nahrazován vodíkem.

Ekonomické dopady a investiční požadavky

Celkové náklady a investice

Investiční náklady: Dekarbonizační scénář vyžaduje do roku 2030 celkové kapitálové výdaje (vč. obměny vozového parku) ve výši 4 065 mld. Kč, což je o 1 141 mld. Kč více než v Referenčním scénáři. Největší rozdíl představují renovace budov (693 mld. Kč) a investice do výroby elektřiny a dodaného tepla (341 mld. Kč). Za celé modelovací období do roku 2050 jsou kapitálové výdaje v Dekarbonizačním scénáři o 2 836 mld. Kč vyšší než v Referenčním.

Struktura investic: Nejvýznamnější investiční položky zahrnují obnovu vozového parku, renovace budov, výrobu elektřiny a tepla a rozvoj přenosových sítí, viz Tabulka 1. Investice do nových jaderných zdrojů činí 614,5 mld. Kč v Dekarbonizačním scénáři a 185,2 mld. Kč v Referenčním scénáři.

Tabulka 1: Nejvýznamnější investiční položky – Dekarbonizační scénář, mld. Kč

Položka	Součet do 2030	Součet do 2050
Silniční vozidla	1 774	6 655
Renovace budov	941	1 961
Výroba elektřiny a dodaného tepla	628	2 014
Rozvoj sítí a nabíjecí infrastruktury	46	319

Celkové systémové náklady: Posuzovat dopady dekarbonizace pouze vyvolanými investičními náklady poskytuje zkreslující a nesprávné informace pro politiku. Kromě investičních nákladů by kvantifikace nákladů scénářů měla zahrnovat také náklady financování kapitálu, investiční podpory

financované z výnosů z prodeje emisních povolenek, změnu výdajů za energie a paliva (včetně efektu úspor), platby za emisní povolenky (včetně efektu investic do dekarbonizace na tyto výdaje v důsledku snížení emisí skleníkových plynů), výdaje na poplatky za další emise a na spotřební daně (včetně efektu investic do dekarbonizace na spotřebu zpoplatněných paliv) a další makroekonomické dopady. Po započtení investičních podpor jsou celkové náklady Dekarbonizačního scénáře o 11 % vyšší, absolutně o přibližně 3 600 mld. Kč než v Referenčním scénáři za období 2023–2050, což představuje v průměru 130 mld. Kč ročně. Investiční podpory snižují rozdíl mezi scénáři a v Dekarbonizačním scénáři činí 1 329 mld. Kč do roku 2050.

Makroekonomické dopady

Model E3ME indikuje pozitivní vliv klimatických politik na českou ekonomiku. **HDP je v jednotlivých letech** o 1,5–3,5 % vyšší v Dekarbonizačním scénáři než v Referenčním, s vrcholem kolem roku 2039. Zvýšené **investice** jsou hlavním faktorem přispívajícím k vyššímu HDP v Dekarbonizačním scénáři – především vlivem klimatických politik (vč. dotací) se zvyšují o 9,5–12 % oproti Referenčnímu scénáři. Od roku 2040 se rozdíl v investicích mezi scénáři snižuje a po roce 2045 se pohybuje okolo 2 % a rozdíl absolutní výše HDP se po roce 2045 pohybuje okolo 1,7 %.

Produkce roste o 2–4 % s maximem před rokem 2040, zatímco **spotřeba domácností** vykazuje smíšené výsledky – počáteční relativní růst vůči Referenčnímu scénáři do roku 2026 následovaný relativním poklesem ve 30. letech kvůli vyšším nákladům na energie a dopravu v důsledku zavedení ETS2.

Zaměstnanost zůstává v obou scénářích obdobná, což naznačuje transformaci bez velkých ztrát pracovních míst. Největší nárůst potřeby pracovní síly nastává v letech 2038–2039, a to o 2 %, což je absolutně zhruba 102 tis. osob. Strukturálně dochází k nejvýraznějšímu nárůstu zaměstnanosti oproti Referenčnímu scénáři ve stavebnictví a odvětvích spojených se stavebními a přípravnými pracemi (zejm. architektonické a inženýrské služby), zejména z důvodu potřebnosti realizace energeticky účinných renovací nemovitostí.

Dovoz mírně roste kvůli poptávce po technologiích a materiálech pro zelené investice, zatímco **vývoz** zůstává na úrovni Referenčního scénáře.

Sociální dopady a energetická chudoba

Dopady systému ETS2

Zavedení systému emisního obchodování pro budovy a dopravu (ETS2) od roku 2027 bude mít různé dopady v závislosti na schopnosti domácností přizpůsobit se cenovým změnám.

Pokud aktivní politiky podpoří schopnosti domácností reagovat na změny cen, energetická chudoba se do roku 2032 v důsledku zavedení EU ETS2 nemění (měřená indikátorem 20 % LIHC). Průměrné navýšení celkových ročních výdajů oproti Referenčnímu scénáři činí přibližně **4,3 tis. Kč** (360 Kč měsíčně), což odpovídá méně než 1 % z průměrných ročních výdajů domácnosti v Referenčním scénáři (450 tis. Kč). U **výdajů na energie** je průměrný rozdíl okolo **1 tis. Kč** (méně než 100 Kč měsíčně), tedy zhruba **2 %** z průměrných výdajů na energie (52 tis. Kč).

Dopady ETS2 se nezvyšují lineárně s příjmem, ale závisí na strukturálních faktorech domácností. Domácnosti v **7.–9. příjmovém decilu** mají paradoxně nižší absolutní nárůst výdajů na energie než skupiny ve **3.–6. decilu.** Příčinou jsou pravděpodobně vyšší energetické úspory nebo jiné spotřební návyky domácností v 7.–9. příjmovém decilu.

Nejvíce ohrožené skupiny

Senioři (jednotlivci nad 65 let) čelí nejvyššímu riziku energetické chudoby, s podílem 30,4 % (aktivní přizpůsobení) až 41,1 % (pasivní reakce) v roce 2032. **Samoživitelé** (jeden dospělý s alespoň jedním dítětem) jsou druhou nejohroženější skupinou s podílem 16,8 % až 25,1 % podle reakce na cenové změny.

Regionální rozdíly: Praha konzistentně vykazuje nejmenší negativní dopady, zatímco kraj Vysočina čelí nejvyšším nárůstům výdajů. Rozdíly mezi kraji se v průběhu času prohlubují, což souvisí se strukturou regionální ekonomiky a spotřebními vzorci.

Celkový dopad ETS2 na výdaje a energetickou chudobu tak bude záviset na politice, zejména zda bude vhodnými nástroji motivovat nejvíce ohrožené skupiny domácností snižovat výdaje prostřednictvím provádění opatření úspor energií, nikoliv je kompenzovat dalšími sociálními transfery.

Finanční dostupnost dopravy

Dopady na finanční dostupnost dopravy jsou relativně mírnější než u energetické chudoby. Při aktivním přizpůsobení zůstává podíl ohrožených domácností stabilní na úrovni 8,0 % v roce 2032 pro oba scénáře (měřeno indikátorem LIHC). Při pasivní reakci je rozdíl 0,5 p. b. (9,2 % vs. 8,7 %).

Hlavní závěry

Transformace ČR na nízkouhlíkovou ekonomiku může být realizována s pozitivními makroekonomickými dopady ve srovnání se scénářem pomalejší tranzice (Referenčním). Oba analyzované scénáře s dodatečnými opatřeními (Dekarbonizační a Ambiciózní) vykazují vyšší růst HDP a investic. Pomalejší tempo transformace se tedy ukazuje jako ekonomicky nevýhodné. Klíčem k úspěchu je však promyšlený návrh politik a opatření, které ji umožní a zároveň ochrání nejvíce zranitelné skupiny obyvatelstva.

Výsledky všech scénářů ukazují potřebu výrazného **zrychlení energetických úspor** a rozvoje **obnovitelných zdrojů energie**, zejména v příštích 10 letech. Dosažení klimatických cílů vyžaduje masivní investice a efektivní implementaci politik.

Emisní obchodování není samo o sobě dostatečné pro dosažení klimatické neutrality. **Kombinace regulačních opatření, investičních podpor a sociálních kompenzací** je nezbytná. Úspěch transformace závisí na schopnosti mobilizovat rozsáhlé investice, implementovat efektivní politiky a zajistit širokou společenskou podporu prostřednictvím spravedlivého rozdělení nákladů a přínosů.

Klíčovým faktorem pro úspěšnou implementaci klimatických politik s minimálními sociálními dopady je podpora schopnosti domácností přizpůsobit se cenovým změnám. Při aktivní politice, která podpoří přijetí opatření domácnostmi ve vazbě na cenové změny, zůstává energetická chudoba téměř nezměněna, zatímco při pasivní politice může vzrůst o 3,5 p. b. Podpora a kompenzace by měly být cíleny zejména na nejvíce ohrožené skupiny obyvatelstva, tj. samostatně žijící seniory nad 65 let a samoživitele(ky). V případě vlastníků nemovitostí by opatření měla preferovat podporu zavádění energetických úspor před kompenzacemi formou zvyšování disponibilního příjmu.

2. Úvod

Předkládaná studie popisuje metodiku, předpoklady a hlavní výsledky analýz realizovaných v projektu SEEPIA, které tvořily analytický podklad aktualizace Vnitrostátního plánu v oblasti energetiky a klimatu (dále též „NKEP“) schválené vládou ČR v prosinci 2024[1] a dále pro aktualizaci Politiky ochrany klimatu, schválenou MŽP jako prováděcí plán k NKEP, a diskuse týkající se aktualizace Státní energetické koncepce.

Středobodem provedených analýz je modelování scénářů vývoje při realizaci opatření k dosažení klimatických cílů v letech 2030 a 2050, resp. jejich porovnání se scénářem referenčním (tj. bez dodatečných opatření). Jednotlivé scénáře představují projekce možného vývoje za předem daných předpokladů. Na základě rozdílu mezi scénáři lze hodnotit dopady daných předpokladů a politik.

Analytický rámec modelování byl navržen v souladu s metodickými pokyny Evropské komise pro aktualizaci národních plánů v oblasti energetiky a klimatu na období 2021–2030.[2] Kladen byl důraz na robustní analytický základ, aplikaci doporučených parametrů a komplexní kvantitativní hodnocení s využitím nejmodernějších modelovacích nástrojů a přístupů.

Níže prezentované modelování kombinuje několik analytických nástrojů postavených na energetickém modelu TIMES-CZ, makroekonometrickém modelu E3ME a mikrosimulačním modelu DASMOD. Ve spolupráci se společností ČEPS, a.s., byla zdrojová přiměřenost výstupů modelu TIMES-CZ validována modelem PLEXOS, podobně některé vstupy do modelu TIMES-CZ (potenciál dovozů elektrické energie a jejich cena) vycházely ze simulací modelem PLEXOS. Validace a simulace modelem PLEXOS byly prováděny na hodinové bázi, aby byly v modelování energetického systému lépe reflektovány podmínky elektroenergetického trhu České republiky.

Předkládaná studie se snaží v co největší míře naplnit doporučené zásady pro aktualizaci NKEP a cíle vytyčené mj. legislativou z unijních balíčků Fit for 55[3], REPowerEU[4] a v neposlední řadě vychází z Východisek aktualizace Státní energetické koncepce ČR a souvisejících strategických dokumentů, které vláda schválila v dubnu 2023.[5] Zároveň bere v potaz společenskou přijatelnost dekarbonizace prostřednictvím kombinace cenového signálu zpoplatnění GHG emisí, recyklace výnosů pro podporu investic a zmírňování negativních sociálních dopadů tranzice na domácnosti. Ve scénářích WAM (*With Additional Measures*) modelování reflektuje vyšší ambice pro urychlení tranzice ke klimatické neutralitě prostřednictvím:

- předem stanovených (exogenních) cílů politik v modelovaných scénářích:
    a. naplnění cílů nařízení (EU) 2021/1119 o evropském právním rámci pro klima, jmenovitě 55% snížení emisí skleníkových plynů do roku 2030 (oproti roku 1990) a dosažení neutrality do roku 2050;[6]
    b. naplnění cílů směrnice 2023/959, jmenovitě 62% snížení emisí v sektorech zahrnutých do ETS1 do roku 2030 (oproti roku 2005) a 43% snížení v sektorech silniční dopravy a budov zahrnutých do ETS2, resp. 42% snížení vč. dodatečných sektorů v ETS2;
    c. dosažení cíle propadů v sektorech využití půdy a lesnictví ve výši 310 Mt v EU a 1,23 Mt v ČR (nařízení (EU) 2023/839);

[1] Usnesením vlády ČR č. 960 ze dne 18. 12. 2024.
[2] Úř. věstník 2022/C 495/02.
[3] COM/2021/550.
[4] COM/2022/230.
[5] https://mpo.gov.cz/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/vychodiska-aktualizace-statni-energeticke-koncepce-cr-a-souvisejicich-strategickych-dokumentu--273672/
[6] Cíl uhlíkové neutrality na úrovni EU („Net zero target“) je stanoven na úrovni 233–366 $MtCO_2$ek v roce 2050 bez příspěvku LULUCF, což odpovídá 92–95% snížení oproti úrovni roku 1990 (91–94% snížení oproti úrovni roku 2010); viz https://climateactiontracker.org/countries/eu/targets/.

d. cíle v sektoru průmyslu – dosažení podílu obnovitelných paliv nebiologického původu („RFNBO“) na spotřebě vodíku v průmyslu ve výši 42 % do roku 2030 a 60 % do roku 2035 (čl. 22a směrnice 2018/2001 o podpoře energie z obnovitelných zdrojů ve znění směrnice 2023/2413, „RED3“); dosažení roční míry růstu podílu OZE v průmyslu o 1,6 p. b. (ibid.);

e. cíle v sektoru dopravy – dosažení 29% podílu OZE nebo 14,5% úspory emisí GHG z paliv v dopravě do roku 2030 (čl. 25 RED3), dosažení minimálního podílu pokročilých biopaliv a RFNBO v dopravě ve výši 5,5 % (s multiplikátory; z toho min. 1 % RFNBO) do roku 2030 (čl. 25 RED3); 100% snížení emisí CO_2 z nových lehkých vozidel do roku 2035 (nařízení (EU) 2023/851);

- srovnání výsledků modelování s předem stanovenými cíli politik, a to:

  a. v sektoru energetiky – dosažení 42,5% podílu energie z obnovitelných zdrojů (RED3 čl. 3); dosažení úspory nejméně −11,7 % konečné a primární spotřeby energie oproti scénáři REF2020 dle směrnice 2023/1791 („EED3“, čl. 4); dosažení kumulativní úspory konečné spotřeby energie v podobě ročního snížení o 0,8 % v období 2021–2023, o 1,3 % v období 2024–2025, o 1,5 % v období 2026–2027 a o 1,9 % v období 2028–2030 (EED čl. 8);

  b. v sektoru budov – dosažení 49% podílu energie z OZE v budovách (čl. 15a RED3), dosažení 1,9% roční míry poklesu konečné spotřeby energie ve veřejném sektoru (čl. 5 EED) a minimální 3% roční míry obnovy podlahové plochy veřejných budov (čl. 6 EED); dosažení ročního nárůstu podílu OZE na vytápění a chlazení o 0,8 p. b. (2021–2025) a 1,1 p. b. (2026–2030; čl. 23 RED) a indikativního navýšení stanoveného členským státem tak, aby v průměru za EU byla dosažena míra 1,8 p. b.; dosažení ročního tempo růstu podílu OZE a odpadního tepla na vytápění a chlazení v SZTE o 2,2 p. b. (čl. 24 RED3).

Hlavním cílem bylo:

1. modelovat možné *scénáře vývoje energetického systému České republiky* způsobem, který koherentně a integrovaně optimalizuje celý systém od dovozu a domácí těžby paliv a energetických nosičů, jejich transformaci, až po jejich finální spotřebu v jednotlivých sektorech;
2. projektovat *uhlíkový rozpočet*, užití obnovitelných zdrojů a spotřebu energií včetně úspor energií v ČR do roku 2050;
3. kvantifikovat *ekonomické dopady*, včetně dopadů na zaměstnanost, hrubý domácí produkt a produkci odvětví a konkurenceschopnost;
4. vyčíslit objem *investic* potřebných pro dosažení stanovených cílů, plánovaných politik a opatření;
5. kvantifikovat *sociální dopady* a posoudit nastavení podpory spravedlivé tranzice a mitigace sociálních dopadů – zvl. prostřednictvím využití výnosů z prodeje emisních povolenek skrze Modernizační fond, Sociální klimatický fond, ostatní výnosy z emisního obchodování a další podpůrné mechanismy.

Projekce emisí GHG ze sektorů zemědělství a odpadů (kromě spalování odpadů) vychází z expertního odhadu, bez využití komplexního modelování výše uvedenými modely.

Dle pokynů Evropské komise, obsahuje NKEP pouze 2 scénáře: **WEM** (*With Existing Measures*) a **WAM** (*With Additional Measures*). Výsledné scénáře, které byly zvoleny do vládou schválené aktualizace Vnitrostátního plánu v oblasti energetiky a klimatu, jsou výsledkem procesu definice a modelování alternativních scénářů, jehož geneze je popsána v kapitole 2.

Geneze modelování

V letech 2022 až 2024 proběhlo několik vln modelování, které posloužily pro další debaty o definování scénářů a předpokladů pro přípravu analytických podkladů pro účely aktualizace NKEP, SEK a POK. Jejich posloupnost uvádíme jednak jako ukázku procesu modelování, jednak proto, abychom zasadili do kontextu scénáře, se kterými se čtenář mohl v posledních třech letech setkat.

Během jara a léta 2022 byly analyzovány dopady unijního balíčku Fit for 55 na ČR pomocí modelů TIMES-CZ a E3ME s cílem poskytnout expertní vstup do diskuse o nastavení domácích politik, které budou nejen plnit cíle balíčku, ale zároveň efektivně využijí růstový potenciál přechodu na nízkouhlíkovou ekonomiku a zamezí zásadním negativním sociálním dopadům. Hodnocení dopadů bylo postaveno na porovnávání referenčního scénáře vývoje (bez balíčku Fit for 55) s několika variantními scénáři implementace balíčku, včetně zavedení CBAM. Scénáře předpokládaly (exogenní cíl) splnění 55% snížení emisí skleníkových plynů do roku 2030, ale ještě nezahrnovaly dosažení klimatické neutrality do konce roku 2050 na úrovni ČR. O výsledcích byla vláda ČR informována v září 2022. Na tuto studii navázaly další analýzy, které studii rozšířily o hodnocení návrhů z tehdy nového balíčku REPowerEU.

V první polovině roku 2023 bylo v modelu TIMES-CZ zpracováno několik scénářů pro vyjasnění možných dopadů, které souvisely s dopady napadení Ukrajiny Ruskem na dostupnost a ceny energií a opatření z balíčku REPowerEU:

- WEM: scénář bez implementace politik Fit for 55 (tzv. „*business-as-usual*“);
- WAM_10 %: dovoz elektřiny ve výši max. 10 % spotřeby;
- WAM1, WAM2: střední scénáře, dovoz elektřiny max. 20 TWh (dle MAF CZ, 2022), WAM1 s pevně stanoveným rozvojem nových (velkých) jaderných zdrojů, scénář WAM2 s pevně stanoveným rozvojem zejména SMR;
- WAM_CCUS: široké uplatnění CCUS, omezené uplatnění vodíku;
- WAM_jaderný: extenzivní, pevně stanovený rozvoj jaderné energetiky;
- WAM_opt: scénář s nižším počtem pevně stanovených omezeních, specificky pro nové jaderné zdroje, důraz na nákladovou optimalizaci modelem;
- WAM_H2: scénář s širokým uplatněním vodíku, omezení CCUS.

Následně byly provedeny úpravy parametrů scénářů (zejména v oblasti možností využití CCUS, dovozu vodíku), které v rámci diskusí s ministerstvy vyústily do definice tří základních scénářů: WEM, WAM1_nkep zaměřený na rozvoj OZE a WAM2_nkep zaměřený na rozvoj jaderné energetiky (a související citlivostní analýzy). Došlo k plné integraci modelů a sladění makroekonomické dimenze modelem E3ME s optimalizací zdrojové základny energetické bilance v TIMES-CZ, zdrojová přiměřenost byla vyhodnocena modelem PLEXOS a podrobnější výstupy sociálních dopadů byly vyhodnoceny modelem DASMOD.

Během srpna a září 2023 byla provedena korekce benchmarku růstu HDP v modelu E3ME dle makroekonomické predikce MF[7], dále došlo k úpravě limitací OZE a pevně stanovených jaderných zdrojů (tzv. WAM1_plus a WAM2_plus). Výsledkem byly scénáře WEM+ a WAM3, které sloužily jako analytický podklad pro návrh aktualizace Vnitrostátního klimaticko-energetického plánu ČR (NKEP). Vláda ČR vzala návrh aktualizace NKEP na vědomí 18. 10. 2023.

V reakci na připomínky Evropské komise byly v roce 2024 scénáře WEM+ a WAM3 po diskusích s resorty dále upravovány. Zejména byly aktualizovány harmonizované hodnoty cen paliv a povolenek dle Komisí nově vydaných doporučených trajektorií pro GHG projekce v roce 2025, doplněny minimální

[7] https://www.mfcr.cz/cs/rozpoctova-politika/makroekonomika/makroekonomicka-predikce/2023/makroekonomicka-predikce-srpen-2023-52667.

podíly fotovoltaiky na střechách a komerčních objektech, nastaveno užití biomasy prioritně pro vytápění v domácnostech, korigován budoucí vývoj produkce průmyslových odvětví z E3ME dle konzultací se Svazem průmyslu a dopravy ČR (cement, chemie, ocel a vápno) a doplněn dodatečný pokles emisí ze sektoru zemědělství dle provedené vlastní rešerše. Vyhodnocení stability dodávek elektrické energie proběhlo skrze model PLEXOS (u scénářů WAM3rev a WAM32) už dle aktualizované metodiky ENTSO-E / ACER s nižší hodnotou LOLE.

Výsledné scénáře – **WEM_rev** (bez politik Fit for 55), **WAM3rev** (scénář s naplněním klimatických cílů) – který byl MPO a MŽP vybrán jako WAM do NKEP, SEK a POK – a **WAM32** (scénář s vyšší ambicí podílu OZE) – jsou popsány v kapitole 4.

Ke scénářům WAM3rev a WAM32 byly během léta 2024 modelovány i následující citlivostní varianty, u prvních tří byla jejich zdrojová přiměřenost také validována modelem PLEXOS:

- **WAM3njz**: scénář se čtyřmi novými velkými jadernými bloky a jedním SMR;
- **WAM3_úsporný**: scénář s o 10 % nižší poptávkou po vytápění a individuální automobilové dopravě od roku 2030, stejně jako ve scénáři WAM32;
- **WAM32env**: scénář s vyšším potenciálem rozvoje FVE a VTE;
- **WAM3_x**: scénář WAM3rev bez vynuceného stropu na GHG emise v roce 2050;
- **WAM3_weo**: scénář WAM3rev bez vynuceného stropu na GHG emise v roce 2050 a s nižší cenou emisní povolenky dle Net Zero Emissions scénáře z World Energy Outlook (IEA 2023).

Makroekonomickým modelem E3ME byly v roce 2024 modelovány scénáře WEM_rev a WAM3rev a rovněž další varianty scénáře WAM3_rev, které analyzují různé využití výnosů z emisních povolenek a dopady zavedení EU ETS2. Modelovány tedy byly následující scénáře:

- WEM_rev: Referenční scénář, který představuje trajektorii „*business-as-usual*“ bez významných dodatečných politik nebo inovací. Ostatní scénáře jsou hodnoceny jako odchylky (vyšší nebo nižší) od tohoto referenčního bodu;
- WAM3rev (s dodatečnými opatřeními): včetně ETS2;
- WAM_no_social (pouze zelené investice): Výnosy z EU ETS směřované výhradně na zelené projekty;
- WAM_SCF (alokace Sociálnímu klimatickému fondu): Výnosy z EU ETS rozdělené mezi zelené investice a sociální kompenzace;
- WAM_no_ETS2: Bez ETS2, zaměřuje se pouze na průmyslové sektory;
- WAM_debt (zaměření na splácení dluhu): Výnosy z EU ETS směřované na snížení veřejného dluhu.

Podobně byly v několika vlnách během let 2024–2025 modelovány sociální dopady a dopady na energetickou chudobu pomocí mikrosimulačního modelu DASMOD; hlavní vstup pro simulace modelem DASMOD (predikce vývoje cen spotřebního zboží a příjmů domácností) představoval (endogenní) výstup z makroekonometrického modelu E3ME.

3. Metodika

3.1. Modelové prostředí

Pro analýzu vývoje dekarbonizace a dopadů byly použity následující čtyři modely, které jsou navzájem propojeny svými vstupy anebo výstupy:

Vývoj energetického systému České republiky byl analyzován primárně **nákladově optimalizačním modelem TIMES-CZ**.

Validaci zdrojové přiměřenosti optimálního mixu výroby elektřiny navrženého modelem TIMES-CZ zajistila v letech 2023 a 2024 spolupráce společnosti ČEPS, a.s., s konsorciem SEEPIA. Validace spočívala v ověření schopnosti navrženého výrobního portfolia zdrojů (včetně kapacity dovozu a vývozu) pokrýt očekávanou poptávku po elektřině. Pro validaci byl použit **modelovací software PLEXOS** a datové zdroje z modelování ENTSO-E použité pro naplnění povinností plynoucích z evropské legislativy, především ERAA (*European Resource Adequacy Assesment*) a TYNDP (*Ten-Year Network Development Plan*). Simulace realizované v roce 2024 byly provedeny na v té době nejnovějších datech z přelomu let 2022–2023, zejména tedy ERAA 2023 Edition, publikovaného na jaře 2024.

Validace vycházely z Metodiky pro hodnocení zdrojové přiměřenosti (ČEPS, 2023). Dalšími klíčovými parametry vstupujícími do výpočtu byly:

a) kapacity baterií ve výši 15 % instalovaného výkonu FVE a VTE (10 % v roce 2025); a
b) dostupnost aktivace tržního řízení spotřeby (DSR) – až 330 MW v roce 2050.

Výstupy provedených simulací na bázi *Unit Commitment* zahrnovaly: nasazení výkonu jednotlivých výrobních jednotek, akumulace, DSR, salda obchodních oblastí, nedodávka, marginální cena, výpadky a odstávky, zmařená energie, emitované CO_2 a další.

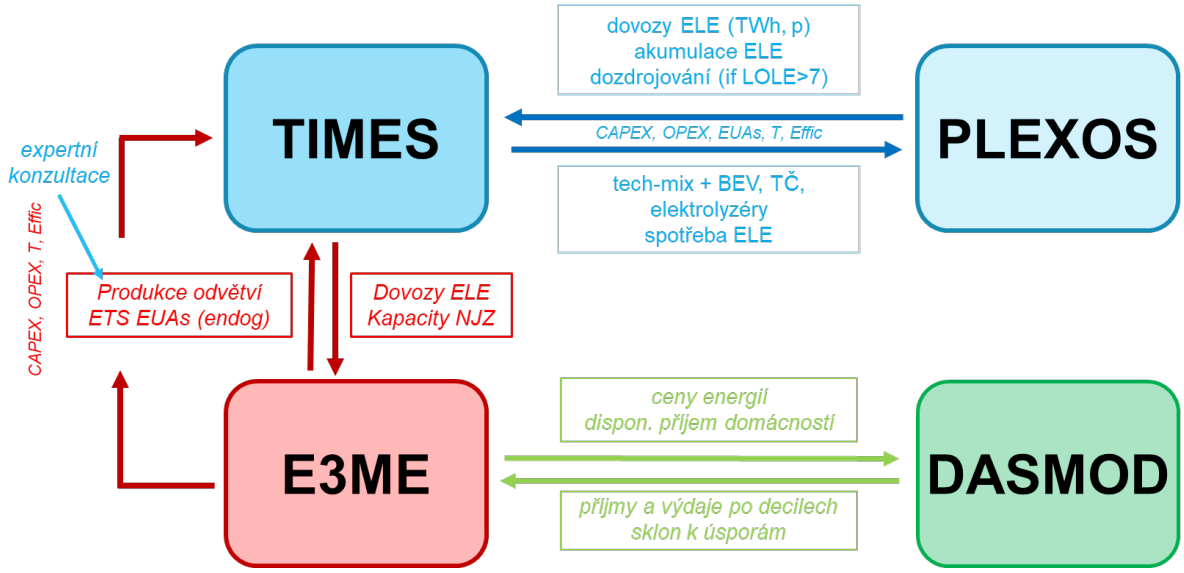
Nepřiměřenost byla definována překročením normy spolehlivosti LOLE (*Loss of Load Expectation*). Kapacita dodatečných zdrojů nerealizovaných na čistě tržní bázi (dle předpokladů modelu TIMES-CZ) byla poté navržena tak, aby LOLE nepřesahovalo hodnotu 7 hodin ročně.

Makroekonomické dopady byly analyzovány **globálním makroekonometrickým modelem E3ME**, do něhož vstupovaly výsledky modelu TIMES-CZ (dovozy elektřiny, kapacity FVE, VTE a NJZ). Naopak výsledky z E3ME definovaly vývoj produkce v energeticky náročných průmyslových odvětvích pro model TIMES-CZ. Emise skleníkových plynů i výnosy z prodeje emisních povolenek byly modelovány na úrovni EU s redistribucí na opatření v jednotlivých státech.

Projekce modelu E3ME poskytly podklad pro definici scénářů, jejichž dopady byly analyzovány **mikrosimulačním modelem DASMOD**. Tento model obsahuje modul, pomocí kterého byly vyhodnoceny dopady na energetickou chudobu a finanční dostupnost dopravy.

Jednotlivé modely jsou popsány níže a jejich propojení znázorňuje Obrázek 1.

Obrázek 1: Propojení modelovacích nástrojů v projektu SEEPIA



TIMES-CZ (verze v03)

- Popis: technologicky orientovaný, dynamický model nákladové optimalizace energetického systému pokrývající celou energetickou bilanci ČR od těžby či dovozu energetických surovin přes jejich transformaci až po konečné užití energetických služeb do roku 2050.
  Klíčovým exogenním parametrem (vstupem) do modelu je agregátní poptávka po energetických službách (°C vytápění, počet spotřebičů, osobo-km, tuno-km, výroba produktů atd.). Tato poptávka je uspokojována pro každý časový profil (endogenní) spotřebou energetických nosičů nebo zaváděním opatření, které uspokojují danou energetickou službu s menší spotřebou energií (tj. úspory energie). Uspokojení agregátní poptávky po službách je v modelu výsledkem řetězce několika substitucí: mezi úsporami (investice do energetické účinnosti) a spotřebou nosičů energie; mezi domácí výrobou energií a jejich dovozy (zejm. elektřina, zemní plyn, vodík); a mezi technologiemi transformujícími energie (např. kotel na biomasu vs. tepelné čerpadlo). Dovozy energetických nosičů jsou endogenně determinovány modelem s případným omezením dle jejich dostupností v zahraničí. Při přípravě podkladů pro NKEP je předpokládáno omezení dostupnosti elektrické energie a vodíku z dovozu dle simulací modelem PLEXOS (elektřina) nebo vychází z příslušné sektorové politiky (vodík). Podíl jednotlivých druhů biopaliv dopravě vychází z výstupů modelu TRANSPLINEX (VŠCHT), který byl vytvořen v rámci projektu MOSUMO[8]. Dostupnost biomasy pro energetické účely je také (exogenně) omezena shora.
  Nákladová optimalizace zahrnuje všechny náklady spojené s transformací energií (CAPEX, OPEX, WACC, daně/dotace/EUA) při daných technologických nebo zdrojových omezeních a je počítána za celý energetický systém ČR a pro celé období. Nákladová optimalizace nezahrnuje náklady modernizace a rozšíření přenosových a distribučních sítí, které nebyly v čase příprav podkladů pro aktualizaci NKEP pro Českou republiku známy; hrubý odhad těchto nákladů je zahrnutý v celkových investičních nákladech scénářů, viz dále kap. 3.2.
  Technologický mix, úspory energie, dovozy elektrické energie, dovozy vodíku a spotřeba energií jsou výsledkem optimalizace v modelu.
  Model TIMES-CZ zahrnuje náklady ukládání elektřiny (v bateriích) v důsledku zvyšující se instalované kapacity intermitentních obnovitelných zdrojů. Tyto náklady vstupují do nákladové optimalizace modelu.

[8] TK04010099 Modelová podpora čisté a udržitelné mobility v ČR.

Model TIMES je využíván pro simulace a predikce pro návrhy politik EK (model spravován JRC), v řadě zemí (např. Dánsko, Irsko, Rakousko, Německo, Velká Británie) nebo mezinárodními agenturami (IEA). V ČR je model TIMES-CZ rozvíjen UK COŽP od roku 2015. Dokumentace modelového nástroje TIMES je zveřejněná na stránkách iea-etsap.org a dokumentace modelu TIMES-CZ (Rečka, Laxton, Vorel, Máca, 2025) je dostupná zde: https://github.com/LukasR33/TIMES-CZ-documentation.

- Exogenní vstupy z jiných modelů:
  - z E3ME: produkce energeticky náročných odvětví (výroba nekovových nerostných surovin, železa a ocele, chemický průmysl) a ostatních průmyslových odvětví do 2050;
  - z PLEXOS: cena a objem možného vývozu a dovozu elektřiny agregované pro 4 roční období a 3 části dne (den-noc-1h špičku); zpětná vazba validace zdrojové přiměřenosti (tak, aby LOLE nepřesahovalo hodnotu 7 hodin ročně).
- Výstupy do jiných modelů:
  - do E3ME: objem a ceny čistých dovozů elektřiny (strop stanoven dle PLEXOS); instalované kapacity NJZ;
  - do PLEXOS: spotřeba elektrické energie; technologický mix pro výrobu elektrické energie; kapacita elektrolyzérů a tepelných čerpadel a počet elektromobilů.

PLEXOS

- Popis: komerční nástroj pro modelování energetických systémů vyvinutý společností Energy Exemplar, který se používá pro simulace trhu s elektřinou u řady správců přenosové soustavy, včetně sítě ETSAP-E. Model PLEXOS je také hlavním nástrojem ČEPS, a.s., pro simulace na trhu s elektrickou energií v ČR.
  Jedná se o deterministický lineární optimalizační model, který minimalizuje očekávané náklady na distribuci elektřiny s ohledem na různé parametry. Na základě memoranda o spolupráci mezi Centrem pro otázky životního prostředí UK a společností ČEPS, a.s., validuje ČEPS výsledky navrženého optimálního mixu výroby elektřiny modelem TIMES-CZ z hlediska zdrojové přiměřenosti. Validace používá metodiku vycházející z Hodnocení zdrojové přiměřenosti (ČEPS, 2023), kdy technologický mix a spotřeba elektřiny jsou vstupy modelu a dovoz vývoz elektřiny jsou výsledkem modelu; v zásadě nejsou uvažovány úspory elektrické energie.
- Exogenní vstupy z jiných modelů:
  - z TIMES: spotřeba elektrické energie; technologický mix pro výrobu elektrické energie; kapacita elektrolyzérů a tepelných čerpadel a počet elektromobilů.
- Výstupy do jiných modelů:
  - do TIMES: ceny a objem vývozu a dovozu elektřiny po hodinách; zpětná vazba validace zdrojové přiměřenosti (tak, aby LOLE nepřesahovalo hodnotu 7 hodin ročně).

E3ME

- Popis: globální makroekonometrický model rozvíjený od 90. let společností Cambridge Econometrics, Ltd. Tento model byl využíván řadou generálních ředitelství Evropské komise a dalších institucí pro hodnocení dopadů politik na ekonomiku, energetiku a životní prostředí. Model vychází z postkeynesovské ekonomické teorie a umožňuje zachytit jak krátkodobé dynamické změny, tak konvergenci k dlouhodobému trendu. Difuze inovací a volba mezi technologiemi flexibilně reaguje na změnu cen a je zakomponována v samostatných technologicky bohatých modulech (*Future Technology Transformations – Power, Heat, Transport, Steel, Agriculture*), které umožňují lepší reprezentaci rozvoje nových technologií

a volby mezi nimi. Požadavek na ukládání elektřiny vychází z modelování reziduální křivky trvání zatížení a nedodávek elektřiny z OZE a implikovaných dodatečných nákladů OZE. Model pokrývá celý svět, přičemž jednotlivé země a regiony jsou vzájemně propojeny toky zahraničního obchodu. To umožňuje analyzovat efekty způsobené nepřímými dopady, které jsou vyvolané reakcí dalších zemí na danou politiku. V modelu jsou reprezentovány všechny země EU, což umožňuje konzistentně modelovat dopady regulace, které mají stanovený společný cíl na úrovni regionu, například EU ETS. Model E3ME zahrnuje náklady ukládání elektřiny (v bateriích) v důsledku zvyšující se instalované kapacity intermitentních obnovitelných zdrojů. Tyto náklady vstupují do nákladové optimalizace modelu. Model E3ME byl upravován pro účely modelování dopadů regulací na ekonomiku ČR ve spolupráci Cambridge Econometrics a UK COŽP.

- Exogenní vstupy z jiných modelů:
    - z TIMES: objem a ceny čistých dovozů elektřiny; instalované kapacity NJZ
- Výstupy do jiných modelů:
    - do TIMES: produkce energeticky náročných odvětví a ostatních průmyslových odvětví;
    - do DASMOD: změna cen spotřebitelských produktů a disponibilního příjmu domácností

DASMOD

- Popis: statický mikrosimulační optimalizační model DASMOD – Distributional And Social Impact Model, který vyvíjíme v rámci pracoviště UK COŽP[9]. Pomocí tohoto modelu je možné predikovat sociální dopady politik a opatření podle příjmových decilů českých domácností. Pomocí modelu lze pro různé scénáře predikovat dopady na příjmy a příjmovou distribuci, na výdaje domácností a z toho vyplývající fiskální efekty. Model je postaven na mikrodatech za cca 3 000 domácností, propojením údajů ze Statistiky rodinných účtů a Životních podmínek SILC (od roku 2025 je výchozím rokem příjmů a výdajů domácnosti rok 2023).
  Spotřeba domácností reaguje na změny cen produktů spotřeby a disponibilního příjmu, které jsou predikovány modelem E3ME, na základě cenových a důchodových elasticit poptávky, které jsou převzaty z modelu E3ME a analýzy MF ČR. Výsledkem simulací jsou výdaje a příjmy domácností, dopady na jejich blahobyt při změnách, které jsou predikovány modelem E3ME pro roky 2027, 2030 a 2032.
  Analýza sociálních dopadů zahrnuje také odhady dopadů na energetickou chudobu prostřednictvím objektivně měřitelných indikátorů (2M, LIHC, M2/LIHC), viz Opatrný a Ščasný (2025a).
- Exogenní vstupy z jiných modelů:
    - z E3ME: změna cen spotřebitelských produktů a disponibilního příjmu domácností.

[9] Předchozí verze modelu jsou popsány v Ščasný, M. (2012). Passenger Road Transport During Transition And Post-transition Period: Focused On Residential Fuel Consumption And Fuel Taxation in the Czech Republic. In: Zachariadis, T. I. (ed.). *Cars and Carbon: Automobiles and European Climate Policy in a Global Context*, kap. 10. Berlin: Springer, 430 s. ISBN 978-94-007-2122-7 a Ščasný, M. (2012). Who pays taxes on fuels and public transport services in the Czech Republic? Ex post and ex ante measurement. In: Sterner, T. (ed.). *Fuel Taxes and The Poor: The Distributional Effects of Gasoline Taxation And Their Implications For Climate Change. Resource For the Future*, kap. 17. London: Routledge, 320 s. ISBN 9781617260926. Revidovaná verze modelu DASMOD je popsána v Opatrný a Ščasný (2025).

3.2. Klíčové charakteristiky přístupu modelování

Rozsah zahrnutých sektorů produkujících emise

Trajektorie ***emisí skleníkových plynů*** do roku 2050 vychází z optimalizace modelů TIMES-CZ na úrovni ČR a E3ME na úrovni EU. Uhlíková bilance pro ČR do roku 2050 vychází z projekcí modelem TIMES-CZ, který zahrnuje celou energetickou bilanci a všechny producenty emisí GHG, s výjimkou tří sektorů. U těchto sektorů byly objemy emisí skleníkových plynů převzaty z jiných zdrojů, jedná se o:

- **zemědělství**: projekce ze studie „Hodnocení ekonomických dopadů Fit For 55“ (ÚZEI, 2023) a studie „Přehled možností snižující emise skleníkových plynů ze zemědělství v České republice“ zpracované ve spolupráci projektů SEEPIA a ARAMIS (UK COŽP, 2023),
- **odpady** (kromě emisí ze spaloven komunálního odpadu) a F-plyny: Referenční scénář 2020 Evropské komise pro ČR (EC, 2021),
- **LULUCF** – projekce IFER „Zelený scénář“ provedená v rámci projektu TAČR TL02000440, (Cienciala a Melichar, 2022). V předchozích modelových scénářích byl používán pesimističtější „Červený scénář“, avšak dle aktuálního vývoje lesního sektoru se jeví jako pravděpodobnější scénář „Zelený“ (Cienciala, pers. comm., 2024), jehož aktualizace z března 2024 je použita v analýze výsledných scénářů WEM_rev, WAM3_rev a WAM32.

Klimatická neutralita – často opomíjené faktory

- Dle provedeného modelování nepovede cena emisních povolenek kolem 490 EUR / t CO_2 v roce 2050 (v cenách 2023, dle EC 2024) ke klimatické neutralitě na úrovni ČR ani EU. Na základě citlivostní analýzy provedené modelem E3ME usuzujeme, že WAM s exogenní cenou emisních povolenek až 410 EUR / t CO_2 by mohl vést ke snížení emisí GHG o 90,4 % do 2050 na úrovni EU (ve srovnání s rokem 1990), zatímco scénář s exogenně nastaveným snížením GHG emisí o 93 % by implikoval cenu povolenek ≈ 1 400 EUR / t CO_2 ke konci období 2050 (scénář WAM1_EUA). Výsledkem těchto simulací je zjištění, že pokud by měly být emise sníženy v rámci EU o více než 90 % oproti roku 1990, pak, při předpokladu míry investičních podpor použitém v tomto modelování, by na konci období do roku 2050 musela být cena emisních povolenek extrémně vysoká. Jinak řečeno, ETS (v modelovaném rozsahu zahrnutých sektorů) není dostatečný nástroj na to, aby byly emise sníženy na úroveň, kterou indikují analýzy Evropské komise, tj. 233–366 Mt CO_2ek bez LULUCF neboli 92–95 % pod úroveň roku 1990. Podobné výsledky vykazuje model TIMES-CZ na úrovni ČR. Z tohoto důvodu bylo v modelu TIMES-CZ nastaveno vynucené snížení emisí skleníkových plynů na nejvýše 8 Mt CO_2ek v 2050 (na úrovni ČR včetně LULUCF), což implikuje dodatečná regulatorní a podpůrná opatření po roce 2030 nad rámec těch zahrnutých v balíčku Fit for 55.
- Modelované části energetického systému ČR vykazují výrazně klesající výnosy zpoplatnění uhlíku, tj. mezní zvýšení ceny povolenek vede pouze k velice malému efektu (snížení emisí). Je proto důležité analyzovat potenciál snížení emisí skleníkových plynů v nemodelovaných částech ekonomiky, mj. v zemědělství, jehož emisní produkce se v roce 2050 předpokládá na úrovni 5,2 Mt.[10] Další potenciál pro snížení emisí GHG představuje biomasa ze zemědělské půdy, která nejenže představuje další klimatický neutrální zdroj v energetickém mixu, jenž má potenciál vést při CCS k negativním emisím (tzv. BECCS), ale také povede ke snížení emisí v sektoru zemědělství z důvodu změny využívání zemědělské půdy. Modelované scénáře nepředpokládají energetické využití biomasy ze zemědělské půdy formou spalování, ačkoliv dle nejnovější studie (Vávrová a kol., 2024) může být tento potenciál až 53 PJ v roce 2050.

[10] A to již se zahrnutím částečné změny diet, které vychází ze studie Poore a Nemecek (2018) a je shrnuto v dílčí analýze UK COŽP (2023).

- V neposlední řadě je potřebné zmínit efekt chování na poptávku po energetických službách zejména v domácnostech. Předkládané modelování vychází z poměrně konzervativního (růstového) předpokladu o vývoji této poptávky. Velikost vozového parku mírně stoupá, ačkoliv sdílení vozidel, autonomní vozidla a mikromobilita mohou vést k opačnému trendu; efekt na poptávku po mobilitě (osobokilometrech) není v literatuře jednoznačný. Podobně může být poptávka po mobilitě (osobokilometrech) ovlivněna oběma směry masovým rozvojem elektrických vozidel (BEV, vodíkových) potenciálně spojeným se změnou užívání a mezních nákladů mobility (v důsledku různého poměru fixních investičních nákladů a variabilních provozních nákladů). Poptávka po vytápění, počet a frekvence užívání elektrospotřebičů je předpokládána bez změny chování na spotřebu. Například nedávná metaanalýza (Khanna et al., 2021) shrnující 360 efektů ze 122 studií z 25 zemí indikuje potenciál snížení spotřeby energie v domácnostech v důsledku behaviorální reakce na neinvestiční intervence (jako je například poskytnutí informací o vlastní spotřebě, spotřebě jiných nebo o dopadech spotřeby, peněžních pobídkách) do 15 %. Úspory energie, zejména elektřiny v zimních měsících, mohou přispět k uspokojení poptávky po energii v sektorech, ve kterých je snížení spotřeby mnohem obtížnější (např. v průmyslu), a mohou také přispět k řešení zdrojové (ne)přiměřenosti.

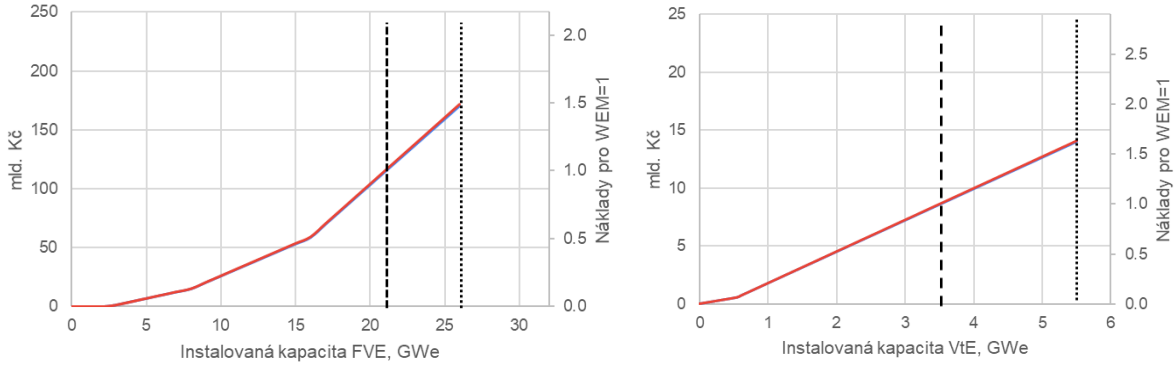
<u>Zdrojová přiměřenost a nedodávky – akumulace tepla a dynamické ceny</u>

- Důležitým aspektem dekarbonizace bude zajištění spolehlivých dodávek elektrické energie. Analýze tohoto kritéria byla v modelování věnována velká pozornost. Zdrojová přiměřenost byla experty ČEPS modelována pomocí modelu PLEXOS na základě dat evropských operátorů přenosových sítí (ENTSO-E) na úrovni jednotlivých hodin. Na základě tohoto modelování byla kvantifikována nepřiměřenost prvotních simulací scénářů WAM3rev a WAM32, ty byly následně doplněny dodatečnými zdroji tak, aby nebyla překročena norma spolehlivosti LOLE a tato úprava vstoupila znovu do modelování scénářů v modelu TIMES-CZ. Těmito dodatečnými kapacitami byly plynové zdroje pro vyrovnávání špiček, zejména v průběhu topné sezóny. Jedná se o poměrně konzervativní a drahé řešení nedodávek. Problém zdrojové nepřiměřenosti je možné částečně zmírnit využíváním energie z bioplynových stanic; tato možnost nebyla zatím v rámci modelování scénářů plně reflektována. Tento problém je ale možné řešit též na straně spotřeby, konkrétně prostřednictvím akumulace tepla jak v teplárnách, tak v jednotlivých domech nebo díky časově omezenému snížení tepelného komfortu u spotřebitelů během topné sezóny – například při aplikaci dynamických tarifů. Tento potenciál by neměl být opomíjen, protože může vést k výrazným úsporám nákladů na plynové zdroje, které by byly využívány velice časově omezenou dobu během roku a také ke snížení emisí z těchto zdrojů (případně omezení objemu CCS pro zachytávání emisí z plynových zdrojů).

<u>Rozvoj přenosových a distribučních sítí</u>

- Zvýšené instalované kapacity OZE obvykle vedou k požadavkům rozvoje (rozšíření, modernizace) přenosových, a zejména distribučních sítí.
- Model TIMES-CZ aproximuje investiční náklady na rozvoj distribučních a přenosových sítí zjednodušeně. Dle výsledných instalovaných kapacit fotovoltaických a větrných elektráren v jednotlivých scénářích byly investiční náklady distribučních a přenosových sítí ve výsledcích dopočítány, viz Obrázek 2. V době modelování nebyly k dispozici přesnější odhady nákladů na rozvoj přenosových a distribučních sítí.

Obrázek 2: Předpokládané investiční náklady do rozvoje přenosových a distribučních sítí v závislosti na instalované kapacitě fotovoltaických elektráren (nalevo) a větrných elektráren (napravo)



Vyrovnávání volatilní výroby OZE a její nesoulad se spotřebou elektřiny – skladování energie a flexibilita

- Součástí systémových nákladů OZE jsou obvykle i náklady spojené s vyrovnáváním rozdílu mezi výrobou elektřiny z OZE a spotřebou elektřiny. Předkládané modelování modelem TIMES-CZ i E3ME zahrnuje ukládání elektrické energie v bateriích v objemu, který je roven 15 % součtu instalovaných výkonů větrných a fotovoltaických elektráren. Tento podíl předpokládá také modelování zdrojové přiměřenosti modelem PLEXOS, a je také v souladu s metodikou ENTSO-E (ta pro blízkou budoucnost předpokládá dokonce nižší objem ve výši 10 %). Model E3ME rozlišuje krátkodobé a dlouhodobé ukládání elektřiny v modulu FTT:Power. Ve všech těchto modelech jsou náklady ukládání elektřiny vyrobené z OZE součástí nákladů a nákladové optimalizace v modelech TIMES-CZ a E3ME-FTT:Power.
- Investiční náklady související s potřebou doplnění systému špičkovými zdroji jsou na základě ověření zdrojové přiměřenosti modelem PLEXOS zahrnuty v modelu TIMES-CZ a tvoří nedílnou součást nákladové optimalizace. Vzhledem k nižšímu časovému rozlišení v modelu TIMES-CZ ve srovnání s modelem PLEXOS nejsou plně zahrnuty provozní náklady na regulaci výkonu spalovacích zdrojů.
- Rozdíl mezi výrobou elektřiny z OZE a spotřebou elektřiny je determinován i časovým profilem spotřeby, který může být ovlivněn vhodnou regulací s cílem zvýšit flexibilitu na straně poptávky (například tarifní politika). Předkládané modelování představuje konzervativní přístup k simulaci spotřeby, jelikož vychází ze současného (poměrně neflexibilního) profilu spotřeby elektřiny, tj. bez řízení spotřeby na straně poptávky a potenciálního efektu dynamických cen. Tento konzervativní přístup implicitně vede k vyšším investičním nákladům dekarbonizace. Dalším zdrojem flexibility budou bateriová elektrická vozidla, která by se měla postupně stát součástí chytrých sítí (chytré nabíjení, V2G); potencionální pozitivní efekt bateriových elektrických vozidel není v předkládané studii ještě reflektován.
- Alternativou k ukládání vyrobené elektrické energie v bateriích jsou přečerpávací vodní elektrárny. Ani jejich potenciál nebyl v předložené studii zahrnut mezi dostupné technologie, podobně nebyl reflektován potenciál bioplynových stanic jako zdroje flexibility.

Produkce průmyslových odvětví, resp. makroekonomický vývoj

- Předkládané scénáře vychází z předpokladu o vývoji (růstu) ekonomiky, a tím i výroby v průmyslu v dlouhodobém výhledu. Do konce modelovacího období (rok 2050) dochází k výraznému růstu ekonomiky (HDP, výroba) ve všech scénářích, což vede k nárůstu výroby produktů, které jsou energeticky náročné. Je nutné zdůraznit, že se nejedná o makroekonomickou predikci, která v tak dlouhém období není možná. Modelované scénáře slouží zejména k porovnání dopadů energeticko-klimatických politik, tzn. regulatorních a ekonomických stimulů pro dekarbonizaci v kontextu politik Fit for 55 a úsilí o dekarbonizaci

hospodářství ČR (WAM scénáře) ve srovnání se scénářem bez zvýšených ambicí (WEM scénář). Růst ekonomiky bude ovlivněn řadou faktorů, které nebyly součástí modelace.[11]

Podrobnost technologického mixu – energetická účinnost a úspory

- Většina investic do klimatických projektů se týká konkrétních technologií, které je možné lehce identifikovat (např. VTE, FVE, TČ, nebo BEV). U investic do úspor energií / energetické účinnosti se však často jedná o tzv. integrované technologie, kdy s opatřením vedoucím k úsporám energií je obměněn celý investiční celek (například výměna vysoké pece za hybridní pec). V těchto případech je obtížné identifikovat část týkající se přímo zvýšení energetické účinnosti, na kterou by měla být navázána veřejná podpora. Kvůli omezené technologické granularitě a podrobnosti makro modelů není možné popsat a zahrnout jednotlivé části integrovaných investičních celků. Investice tohoto druhu modely zpravidla implementují bez alokování investiční veřejné podpory, čím se implicitně zvýší soukromé náklady dekarbonizace. V realitě se ale může stát, že takovéto integrované investiční celky veřejnou podporu obdrží, čímž se změní podíl vlastních soukromých a veřejných investic, které mohou mít jiné náklady financování. Předkládaná analýza dopadů tak v těchto případech představuje konzervativní odhad investiční veřejné podpory.

Realizace a financování investic

- Modelové projekce jsou do značné míry optimistickým výhledem, který předpokládá efektivní (racionální) rozhodování subjektů, jak ve veřejném, tak soukromém sektoru.
- Implicitně také počítá s funkčními a efektivními povolovacími procesy nezbytnými pro významnou část investičních aktivit, které si klimatická tranzice vyžádá.
- Modely předpokládají dostupné zdroje financování investic u všech aktérů, u kterých bude ekonomicky racionální (dle nákladové optimalizace) dané opatření provést.
- Dodatečné náklady spojené s výše popsanými frikcemi nejsou do celkových nákladů dekarbonizace započtené. Na druhé straně inovace vyvolané plněním dekarbonizačních požadavků mohou řadu frikcí a rigidit v ekonomice zmírnit; úspory těchto administrativních a transakčních nákladů nejsou také zahrnuté v celkových nákladech tranzice.

Optimalizace systému se nerovná sumě optimalizovaných subsystémů

Model TIMES-CZ hledá řešení (uspokojuje poptávku po energetických službách) s cílem minimalizovat celkové diskontované náklady během celého období. Výsledkem je optimální technologický a palivový mix pro celý systém od primárních zdrojů energií po konečnou spotřebu a poptávky po energetických službách. Optimalizace sytému nevylučuje suboptimální řešení některých jeho částí. Například výsledný mix výroby elektrické energie z modelu TIMES-CZ, který je optimální vzhledem k celému systému, může být posouzen jako neoptimální, když je tento podsystém – sektor elektroenergetiky – analyzován izolovaně od zbytku systému. Jinými slovy, optimální subsystém (například optimalizovaný izolovaným modelem elektroenergetiky) nezaručuje minimalizaci celkových nákladů celého systému. Několik subsystémů optimalizovaných samostatně tedy může dohromady vést k systému, který je suboptimální s vyššími celkovými náklady. Optimalizace tedy představuje ideální stav za daných předpokladů, kterého je v realitě obtížné dosáhnout, jelikož se jednotlivý aktéři zpravidla rozhodují s cílem maximalizace užitku

[11] Jedná se o řadu faktorů jako například geopolitická rizika ve světě a jejich dopady na světovou ekonomiku, dopady změny klimatu (vč. živelních událostí, které nejsou zahrnuty), finanční a ekonomické krize, efektivita veřejné správy a související povolovací procesy, změny ve spotřebním chování a v demografickém vývoji, změny související se zásadními společenskými reformami (důchodová reforma, daňové reformy atd.), zásadní zlomy v technologickém pokroku, realizace strategických investic, které mohou představovat zásadní změny v poptávce po energiích, úpravy regulatorního prostředí v EU včetně systému financování tranzice po roce 2030, nebo jiné těžko předvídatelné události.

svého a nikoli celospolečenského. Podoba optimalizace celého systému je však zásadní právě pro směřování politiky, regulace a opatření ze strany státu pro dosažení optimálnějšího celospolečenského řešení dekarbonizace co nejblíže optimu. Takto nastavená politika s holistickým pohledem pak může opatřeními směřovat aktéry ve společnosti a ekonomice směrem k celospolečensky optimálnímu řešení, jakkoliv se z neholistického pohledu aktérů může jevit jako suboptimální.

Investice, náklady a celkové dopady

Veřejná diskuse se často soustředí na vyvolané investice a jejich financování. Komplexní hodnocení však vyžaduje širší perspektivu. Smyslem investic je zachovat či zvýšit produkční schopnosti ekonomiky nebo snížit náklady, a proto je třeba hodnotit celkové náklady – investice včetně financování, provozní náklady a přímé náklady regulace (výdaje na daně, poplatky a emisní povolenky). Ekonomická analýza scénářů poskytuje vhodnější rámec než finanční analýza jednotlivých projektů, protože celospolečensky optimální mix může zahrnovat projekty, které jsou bez veřejné podpory individuálně ztrátové.

Často opomíjenou nákladovou položkou regulace jsou také dopady absence regulace na lidské zdraví a životní prostředí. V této souvislosti odkazujeme na vyčíslení externích nákladů spojených s dopady ze změny klimatu a znečištěním ovzduší z těžby a využití hnědého uhlí, které jsou mezi 1 až 3 Kč/kWh vyrobené elektřiny (Melichar et al., 2010); celkové (kumulativní) externality scénáře bez dekarbonizace (srovnání SSP2 a RCP2.6) činí 2 000 mld. Kč (Ščasný et al., 2015; vše v cenách roku 2023).

Výnosy z aukcí emisních povolenek a investiční podpory

Alokace výnosů ETS na jednotlivé členské země EU je dána pravidly na úrovni EU, a proto výnosy nejsou jednoduchou transformací národních emisí spadajících pod systém EU ETS v daném státě.

Model TIMES-CZ určuje investiční podpory na základě dvou faktorů: endogenních investičních požadavků vyplývajících z nákladové optimalizace a exogenní míry podpory jednotlivých technologií. Investiční podpory se proto v modelu TIMES-CZ nemusí shodovat s hypotetickým výnosem z aukcí emisních povolenek skleníkových plynů vyprodukovaných zařízeními v České republice (cena povolenky násobená objemem emisí). V různých letech tak mohou být požadavky na investiční podporu buď nižší, nebo vyšší než tento teoretický výnos.

Model E3ME naproti tomu pracuje s endogenně determinovanými výnosy z aukcí emisních povolenek, které se na úrovni EU vždy rovnají ceně povolenek vynásobené objemem dražených emisních povolenek v systému EU ETS. Přesto se výnosy z aukcí povolenek nemusí každoročně shodovat s objemem investičních podpor generovaných v FTT modulech modelu E3ME. V dlouhodobém horizontu se však výnosy alokované konkrétnímu státu vyrovnají kumulativní sumě investičních podpor přidělených z těchto výnosů.

4. Scénáře a předpoklady

Všechny scénáře prezentované v této zprávě vznikly na základě rozsáhlé meziresortní diskuse, zejména mezi MPO a MŽP, za účasti dalších stakeholderů (vč. asociací a svazů). Nejedná se o scénáře vytvořené projektem SEEPIA ani o návrh pracovišť zapojených v konsorciu projektu SEEPIA.

Cílem předkládaného modelování nebylo nalézt optimální scénář bez vztahu k politickým prioritám a cílům. Naopak definice scénářů plně reflektuje probíhající politickou debatu a preference roku 2023 a 1. poloviny roku 2024. Scénáře i řada jejich klíčových předpokladů vychází z v té době diskutovaných strategických materiálů a dosaženého konsenzu politiků a zástupců státní správy, kteří byli do procesu přípravy aktualizace NKEP, SEK a POK přímo zapojeni. Jedním z cílů modelování řady scénářů během let 2022–2024 bylo podpořit diskusi o vymezení široce akceptovatelného 'optimálního' scénáře pro aktualizaci NKEP.

Scénáře nepředstavují predikci vývoje energetiky, ani stavu ekonomiky, nýbrž projektují dopady jednotlivých politik a opatření za daných předpokladů. Relevantní interpretace výsledků předkládaných analýz dopadů je tedy porovnání výsledků scénářů s dodatečnou regulací (With Existing Measures, WAM) vůči výsledkům referenčního scénáře (With Existing Measures, WEM). Scénář, ani výsledek modelování, nemohou nikdy poskytovat informace o budoucnosti.

4.1. Scénáře

- **scénář WEM_rev** popisuje „svět bez Fit for 55“. Ceny emisních povolenek (EUA) odpovídají doporučeným harmonizovaným centrálním trajektoriím DG Climate Action pro WEM (EC, 2024). Redukční emisní cíl pro skleníkové plyny není vynucen, není ani zaveden mechanismus uhlíkového vyrovnání na hranicích (CBAM). Využití výnosů z emisního obchodování odpovídá implementaci v praxi k roku 2023, tzn. cca 40 % výnosů ze systému ETS1 není explicitně využito pro podporu dekarbonizace, resp. výnosy jsou alokovány pouze skrze Modernizační fond.
- **scénář WAM3rev** reflektuje cíle a opatření nové regulace – Evropský rámec pro klima, Fit for 55, REPowerEU a další. V roce 2050 je předpokládáno dosažení emisní neutrality, resp. maximální smysluplné modelové přiblížení se emisní neutralitě na úrovni EU (viz kap. 3.2). Scénář reflektuje teze pro zpracování aktualizací NKEP, SEK a POK. Z pohledu celkových emisí je analýza zaměřena na snížení emisí GHG do roku 2050 v modelovaných sektorech; pro emise z ostatních sektorů jsou využity oficiální nebo jiné kredibilní zdroje (dopočítání celkové emisní bilance). Emisní cíl pro skleníkové plyny je vynucen na úroveň 8 Mt CO_2 v 2050 v ČR (vč. LULUCF). Ceny emisních povolenek („EUA“) odpovídají doporučeným trajektoriím pro WAM s cenovým stropem v ETS2 na úrovni 45 EUR / t CO_2 během období 2027–2030, poté cena v ETS2 lineárně konverguje k ceně EUA v ETS1.[12] Výrobní kapacity pro výrobu elektrické energie v modelu TIMES-CZ byly doplněny na základě výsledků modelování zdrojové přiměřenosti modelem PLEXOS (spolupráce s ČEPS, a.s.). Od roku 2035 je umožněno využití technologie zachytávání, využívání a ukládání uhlíku (CCS/CCUS) s omezením dostupné kapacity. Scénář ve shodě s aktualizovanou Vodíkovou strategií předpokládá postupný náběh vodíku z dovozu počínaje rokem 2033. Uhlí je možné využívat pro energetické účely pouze do roku 2033 a od roku 2035 není možné registrovat nová osobní

[12] Ve stálých cenách 2020 dle Recommended harmonised values for key supra-nationally determined parameters, viz EC (2024). V modelu TIMES-CZ je cenový strop ETS2 50 EUR, jelikož takové je doporučení EK pro modely s 5letými periodami.

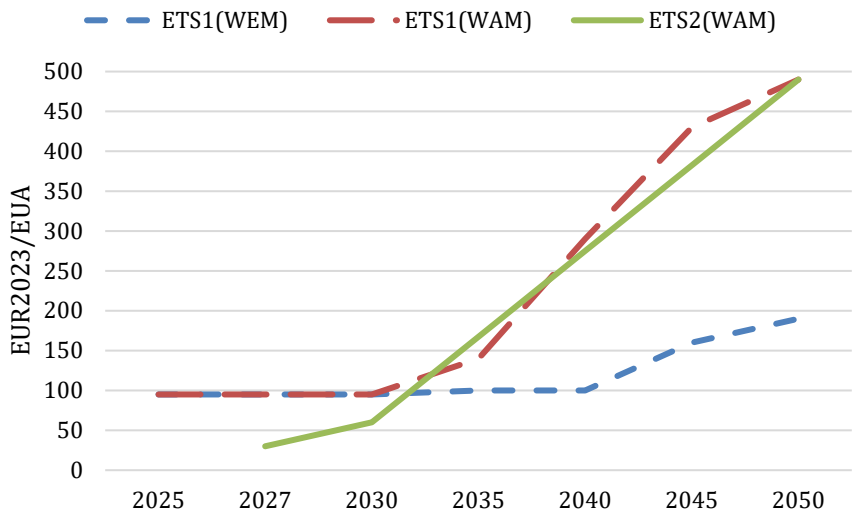
vozidla s konvenčním spalovacím motorem. Spotřební a energetické daně jsou v souladu s návrhem na přepracování směrnice o harmonizaci zdanění energie (zkráceně „ETD“).[13]

- **scénář WAM32** je iterací scénáře WAM3rev s rychlejším rozvojem FVE do roku 2030, vyšší možností využití CC(U)S a zároveň s uvažovanou behaviorální odezvou v poptávce po energetických službách. To zahrnuje 10% snížení poptávky po vytápění od roku 2030 (dle konzultace s MPO) a snížení projekce dopravních výkonů individuální automobilové dopravy dle Dopravní politiky ČR 2021–2027 o 10 % jako zohlednění efektu pandemie covid-19 a energetické krize (dle konzultace s MD ČR).

4.2. Klíčové parametry zadání jednotlivých scénářů

Výsledný mix technologií a paliv i celkové náklady jsou přímo podmíněné řadou předpokladů o dostupnosti a ceně těchto technologií a paliv. Následující Tabulka 2 shrnuje klíčové předpoklady scénářů, které byly definovány v úzké spolupráci se státní správou.

Tabulka 2: Klíčové parametry zadání

	WEM_rev	WAM3rev	WAM32
Emisní cíl GHG 2050	Nevynucen	Vynucen na úroveň, která se blíží uhlíkové neutralitě v modelovaných sektorech s ohledem na cenu uhlíku v systému EU ETS.	Vynucen na úroveň, která se blíží uhlíkové neutralitě v modelovaných sektorech s ohledem na cenu uhlíku v systému EU ETS.
Cena emisních povolenek EUA			
Nové jaderné zdroje (à 1100 MW)	NJZ1 EDU5 COD 2040 + další výsledek nákladové optimalizace	NJZ1 EDU5 COD 2036 NJZ2 ETE3 COD 2039 NJZ3 ETE4 COD 2041 + další výsledek nákladové optimalizace	NJZ1 EDU5 COD 2036 NJZ2 ETE3 COD 2039 NJZ3 ETE4 COD 2041 + další výsledek nákladové optimalizace

[13] Návrh směrnice Rady, kterou se mění struktura rámcových předpisů Unie o zdanění energetických produktů a elektřiny (přepracované znění), COM/2021/563 final.

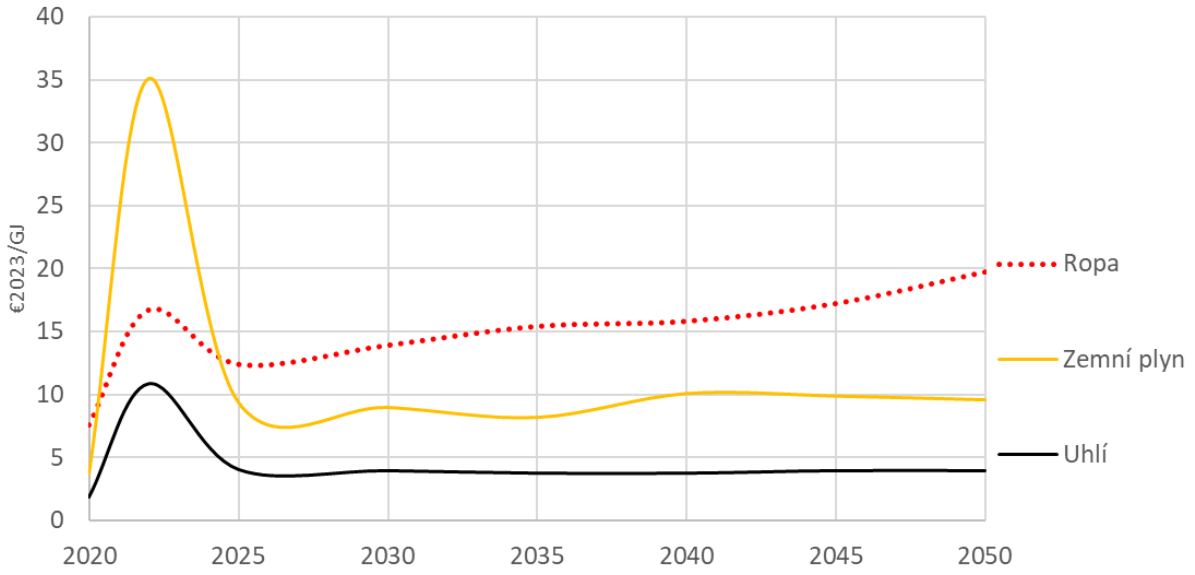
Tabulka 2: Klíčové parametry zadání (pokračování)

	WEM_rev	**WAM3rev**	**WAM32**
Malý modulární reaktor SMR (à 350MW)	výsledek modelu	SMR1 COD 2035 + další výsledek modelu	SMR1 COD 2035 + další výsledek modelu
horkovod JEDU – Brno	Ne	Ano	Ano
FVE 2030 *(celkově)* (2022: 2,09 GWe)	max 6 GWe	max 10,1 GWe	max 12,6 GWe
FVE 2050 *(celkové)*	max 21 GWe	max 26,1 GWe	max 26,1 GWe
FVE min (střechy:průmysl:parky) [procentní podíly]	5:5:90	5:5:90	15:15:70
VTE 2030 *(celkové)* (2022: 0,339 GWe)	max 0,7 GWe	max 1,5 GWe	max 1,7 GWe
VTE 2050 *(celkové)*	max 3,5 GWe	max 5,5 GWe	max 5,5 GWe
Vyhodnocení zdrojové přiměřenosti výroby elektřiny v modelu PLEXOS	Ne	Ano (LOLE <7 hod./rok)	Ano (LOLE <7 hod./rok)
zelený vodík, RFNBO (vynucený cíl)	Ne	8 000 tun v průmyslu +1 % v dopravě (celkem cca 20 000 tun)	8 000 tun v průmyslu +1 % v dopravě (celkem cca 20 000 tun)
MAKRO: produkce odvětví	E3ME, Svaz průmyslu a dopravy ČR	E3ME, Svaz průmyslu a dopravy ČR	E3ME, Svaz průmyslu a dopravy ČR
Potenciál energetických úspor v budovách	Optimální scénář, Dlouhodobá strategie renovace budov (MPO, 2020)	Hypotetický scénář, Dlouhodobá strategie renovace budov (MPO, 2020)	Hypotetický scénář, Dlouhodobá strategie renovace budov (MPO, 2020)
Behaviorální odezva	Ne	Ne	ano (indiv. automobilová doprava −10 %, vytápění cca −10 %) dodatečná úspora KSE 2030 hrubý odhad 30–40 PJ

Poznámky: Projekce cen emisních povolenek vychází z doporučení Evropské komise „Recommended parameters for reporting on GHG projections in 2025“ (EC, 2024). Životnost stávající JE Dukovany s instalovaným výkonem 2040 MW se předpokládá v obou scénářích do konce roku 2045 (EDU1 510 MWe), do 2046 (EDU2 510 MWe a EDU3 510 MWe) a do 2047 (EDU4 510 MWe), ukončení provozu JE Temelín se předpokládá do 2060 (ETE1 1 100 MWe) a 2062 (ETE2 1 100 MWe). Dostupnost biomasy z lesních pozemků je převzata ze Zeleného scénáře IFER vypracovaného v projektu TAČR LESY TL02000440, aktualizovaného v březnu 2024 (Cienciala, pers. comm., 2024). Investiční náklady nových jaderných zdrojů (CAPEX) jsou stanoveny dle zadání na úrovni 5400 EUR/kWe (s. c. 2015) a náklady financování výstavby jaderných zdrojů (WACC) se předpokládají na úrovni 4 % (NJZ) a 5 % (SMR) p. a.

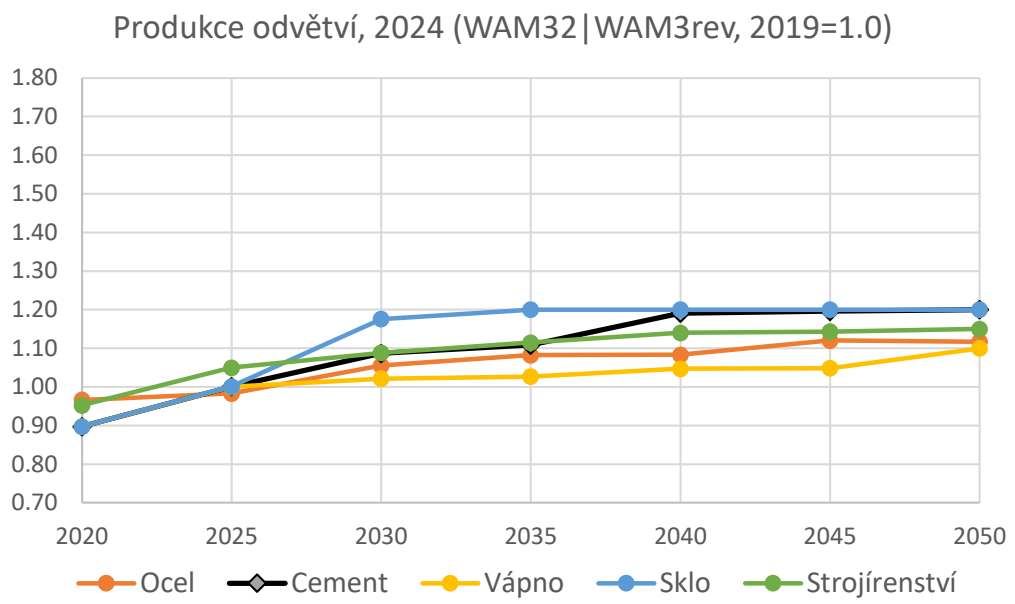
- **Ceny fosilních paliv**
  - Predikce ceny fosilních paliv vychází z doporučení Evropské komise „*Recommended parameters for reporting on GHG projections in 2025*“ (EC, 2024), viz Obrázek 3.

Obrázek 3: Předpokládané ceny fosilních paliv dle doporučení EK (HCT, 2024)



- **Produkce průmyslových odvětví**
  - Vývoj ekonomické produkce vychází z kombinace výsledků predikce makroekonometrickým modelem E3ME pro daný scénář a diskuse s experty (Svaz průmyslu) a státní správou (MPO, MŽP), viz Obrázek 4.

Obrázek 4: Predikce produkce průmyslových odvětví



- **Dovozy vodíku ve scénářích WAM**
  - Předpoklady o dostupném množství vodíku pro dovoz do ČR a jeho ceně vycházejí z podkladů MPO pro aktualizaci Vodíkové strategie ČR připravovaných ve spolupráci se zástupci průmyslu. Předpokládá se postupný náběh dostupného množství vodíku pro dovoz do ČR v celkovém úhrnu od 24 PJ (200 kt) v roce 2035 až po 132 PJ (1 100 kt, 36,7 TWh) v roce 2050. Od roku 2035 se předpokládá vytvoření všech 3 potrubních tras v plné kapacitě – ze západu (6 GW), severu (6 GW) a jihu (3 GW). Předpokládaná cena dováženého vodíku postupně klesá z 94 EUR/MWh až k 70 EUR/MWh v roce 2050. Od roku 2040 se předpokládá možnost přímého spalování vodíku v domácnostech, tj. že plynové kotle budou uzpůsobeny i pro přímé spalování vodíku. Nad rámec vodíku dováženého potrubím se předpokládá možnost dovozu vodíku ve formě amoniaku pouze pro spotřebu v průmyslu. Cena dováženého amoniaku je nižší než v případně potrubního vodíku a jeho množství je omezeno současnou spotřebou vodíku v průmyslu, 11,6 PJ (96 kt).
  - Scénář WEM_rev nezahrnuje dovoz vodíku, jelikož nepředpokládá vznik dovozních tras do ČR.
- **Využití a uplatnění technologie CCUS**
  - Nutnou podmínkou pro uplatnění technologie CCUS je funkční schvalovací/povolovací režim pro zachytávání, přepravu a obchodování či uskladňování emisí CO_2. Nejistoty, které v současnosti existují, vedou ke konzervativnímu předpokladu o celkovém objemu uskladnitelného uhlíku na území ČR.
  - Náklady na trvalé úložiště nebo cena uskladnění v rámci předpokládaného vnitřního trhu s uhlíkem v EU nejsou zahrnuty.
- **Efektivní využití výnosů z emisního obchodování ve scénářích WAM**
  - Plné využití výnosů z EU ETS vč. dedikovaných fondů na dekarbonizaci napříč hospodářstvím a zmírnění sociálních dopadů v souladu se schválenou legislativou z balíčku Fit for 55.
  - Ostatní fondy nejsou modelovány, fondy politiky soudržnosti jsou implicitně obsaženy ve vstupech v modelu E3ME; ze zásadních finančních stimulů není v modelaci zohledněn zejména Národní plán obnovy.
- **Financování výstavby jaderných bloků**
  - Financování výstavby nových jaderných zdrojů je předpokládáno dle zákona č. 367/2021 Sb., o opatřeních k přechodu České republiky k nízkouhlíkové energetice, zejm. v kontextu § 4 odst. 2 ohledně poskytnutí návratné finanční výpomoci. Výše úrokových nákladů financování výstavby jaderných zdrojů je na základě vyjádření Ministerstva financí pro modelování uvažována formou emise 10letých státních dluhopisů s výchozí sazbou ve výši 2,8 až 3,3 %. Odhad výnosu dluhopisů vychází z předpokladu, že náklady financování investice do nových reaktorů v případě financování přímo státem se budou odvíjet od ceny státních dluhopisů na trhu po roce 2025. Vzhledem k dlouhodobému charakteru investice do jádra je pro projekce uvažováno s 10letými státními dluhopisy.
  - Jelikož budoucí výnosy do splatnosti státních dluhopisů závisí na mnoha finančních a makroekonomických fundamentech, strukturální i cyklické povahy, uvedené základní výchozí hodnoty je nutné vnímat v kontextu rizik budoucího vývoje:
    - Vzhledem k nemožnosti spolehlivé predikce hospodářského cyklu na mnoho let dopředu jsou budoucí náklady odhadnuty trendově. Odhad tedy předpokládá ekonomiku pohybující se v blízkosti potenciálního produktu a stabilní míru inflace poblíž inflačního cíle České národní banky. V případě cyklických výkyvů se skutečné náklady financování mohou pohybovat na hodnotách vyšších i nižších oproti projekci.
    - V souvislosti se zpomalením dlouhodobého růstu a současně relativně vyšším sklonem k úsporám identifikuje většina studií postupný pokles rovnovážné reálné úrokové míry po roce 2008. Aktuální hodnoty rovnovážné reálné

úrokové míry se pro eurozónu i USA pohybují nejčastěji mezi 0 až 0,5 % p. a.[14], pro malou otevřenou ekonomiku České republiky mezi 0,5 %[15] až 1 % p. a.[16].
    - Nominální úroková míra, konzistentní s ekonomikou na potenciálním produktu a s ukotvenými inflačními očekáváními na 2 % pro index spotřebitelských cen, se v České republice nachází s velkou pravděpodobností v intervalu 2,5 až 3,0 %.
    - Při relativně ploché výnosové křivce se proto odhaduje, že výnos do splatnosti 10letých státních dluhopisů může činit 2,8 až 3,3 %. Mírně rostoucí tvar je obvyklý, protože investoři požadují za dlouhodobé uložení prostředků určitou prémii.
  - Rizika možných odchylek od projekce jsou však značná. Kromě zmiňovaných cyklických vlivů hrají významnou roli především tyto strukturální faktory:
    - úspěšné dokončení konsolidace veřejných financí a předpoklad udržení současných nízkých rizikových přirážek;
    - naplnění inflačního cíle ve středním období – zejména ve světle „zelené“ tranzice lze ve vybraných odvětvích očekávat inflační tlaky v důsledku rostoucí poptávky po zboží, službách a pracovní síle, přičemž tato poptávka bude narážet na omezené kapacity dodavatelských řetězců a absorpční schopnost odvětví a trhu práce. V krátkém období lze rovněž očekávat inflační tlaky v souvislosti s rostoucím a rozšiřujícím se zpoplatněním uhlíku, tyto by měly postupně slábnout v důsledku nižší spotřeby statků, popř. úspor za energie;
    - náklady stárnutí populace – stárnutí populace bude po roce 2030 vytvářet stále vyšší tlaky na hospodaření veřejných financí v České republice i většiny ostatních států Evropské unie, což vytváří významné riziko vyšších úrokových sazeb – například podle předpokladů Evropské komise a Pracovní skupiny pro stárnutí populace by se úrokové sazby v ČR mohly po roce 2032 pohybovat okolo 4 %.[17]
  - Rovněž je nutné uvést, že náklady na financování by byly nesporně vyšší, kdyby investici realizoval namísto státu jiný subjekt (např. ČEZ). Riziková přirážka se rovněž bude lišit ve scénáři se státní zárukou a bez ní. V neposlední řadě, celková investovaná částka a úrokové náklady nejsou na sobě nezávislé veličiny. Zejména pokud by investici v řádu stovek miliard korun bylo nutné realizovat v jednom okamžiku, který by navíc nebyl vhodně načasovaný z hlediska objemného refinancování splatného státního dluhu či již pokročilejší fáze neřešených dopadů stárnutí populace na veřejné rozpočty, lze obecně očekávat zvýšení úrokových sazeb v ekonomice.
  - Uvedené faktory nejsou vyčerpávajícím výčtem a může, respektive zcela jistě nastane situace, která střednědobě vychýlí úrokovou sazbu z optima.

---

14 Brand, C., M. Bielecki, a A. Penalver (2018). *The Natural Rate of Interest. Estimates, Drivers, and Challenges for Monetary Policy*. ECB Occasional Paper. No. 217.
Holston K., T. Laubach, a J. C. Williams (2017). Measuring the Natural Rate of Interest: International Trends and Determinants. *Journal of International Economics*, 108(S1), 59–75.
Fries, S., J. S. Mesonnier, S. Mouabbi, a J. P. Renne (2016). *National natural rates of interest and the single monetary policy in the Euro Area*. Banque de France Working Paper 611.

15 Pikhart, Z. a Froňková, P. (2019). Estimating natural rate of interest and equilibrium exchange rate: A case of the Czech Republic. *Review of Economic Perspectives*, 19(4), 231–248.

16 Hlédik, T. a J. Vlček (2018). *Quantifying the Natural Rate of Interest in a Small Open Economy - The Czech Case*. CNB Working Papers 2018/7.

17 European Commission (2022). *The 2021 Ageing Report: Underlying Assumptions and Projection Methodologies*. European Commission, Directorate-General for Economic and Financial Affairs, Institutional Paper, No. 142. – viz str. 78.

5. Výsledky

5.1. Plnění klimaticko-energetických cílů

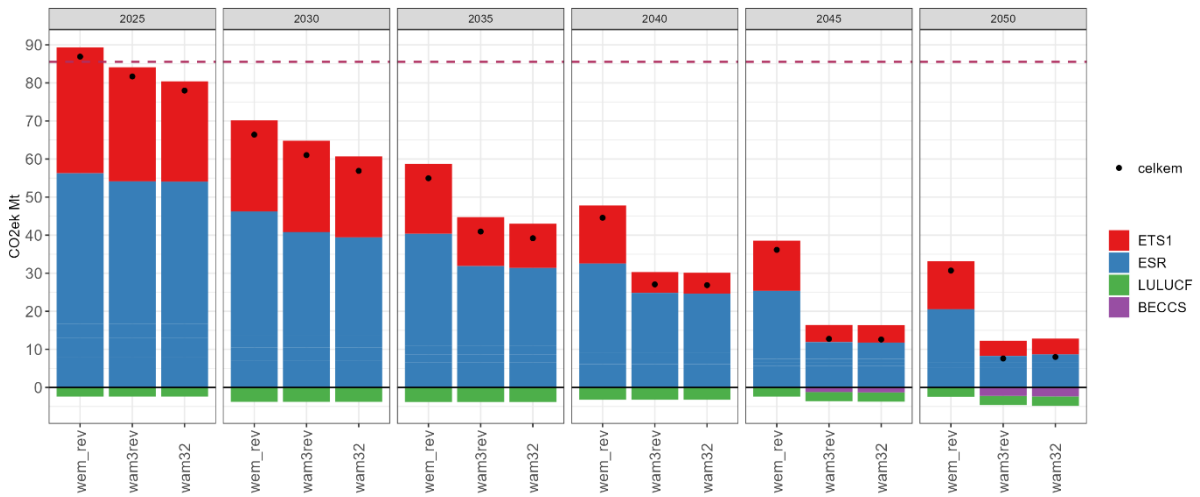
5.1.1. Snížení emisí skleníkových plynů

- **Emisní cíle 2030 <u>dosaženy</u>**:
  - ve všech scénářích (snížení o více než 55 % oproti 1990), viz Obrázek 5;
  - ve scénářích WAM3rev a WAM32 splněny též dílčí cíle pro ETS1 (−62 % oproti 2005) a pro ESR (−26 % oproti 2005), viz Obrázek 6 a Obrázek 7.
- **Emisní cíl klimatické neutrality 2050 <u>nedosažen</u>**:
  - ETS, ETS2 ani modelovaný objem státních podpor nevedou k dosažení klimatické neutrality na úrovni ČR. V souhrnu emise klesají na definovanou maximální úroveň **8 Mt CO_2ek v 2050** ve scénářích WAM3rev a WAM32.
  - Výsledné snížení emisí v sektorech modelovaných v modelu TIMES-CZ činí **3,8** a **4 Mt CO_2ek** v 2050 ve scénářích WAM3rev a WAM32. Toto snížení emisí již obsahuje záchyt emisí technologií CCS ze spalování biomasy („BECCS“) v objemu 3,4 a 3,7 Mt CO_2ek v roce 2050 ve scénářích WAM3rev a WAM32, viz Obrázek 8.
  - Emise v sektorech zemědělství, odpadů a F-plyny nejsou modelovány. Příspěvek nemodelovaných sektorů činí **4,1 Mt** na konci roku 2050 a emisní trajektorie jsou převzaty z jiných studií, konkrétně:
    - zemědělství: snížení emisí z 7,9 Mt na 5,2 Mt dle „Hodnocení ekonomických dopadů Fit For 55“ (ÚZEI, 2023) a studie „Přehled možností snižující emise skleníkových plynů ze zemědělství v České republice“ zpracované ve spolupráci projektů SEEPIA a ARAMIS (UK COŽP, 2023),
    - sektor odpadů a F-plyny: snížení emisí z 9,1 Mt na 1,3 Mt, trend emisí dle Referenčního scénáře 2020 Evropské komise pro ČR (EC, 2021)
    - propady v LULUCF: v roce 2024 aktualizovaná projekce emisní bilance dle zeleného scénáře IFER odhaduje −3,8 Mt v roce 2030 a −2,4 Mt v 2050. (TAČR LESY TL02000440 (Cienciala a Melichar, 2022; Cienciala, pers. comm., 2024)
- **Modelování na úrovni EU (model E3ME)**
  - modelování scénáře WAM3rev na globální úrovni vede v České republice ke snížení emisí o více než 60 % ke konci roku 2030 a o 90 % ke konci roku 2050. Absolutně činí emise v ČR ke konci roku 2050 kolem 18 Mt CO_2, což je vyšší hodnota, než která vyšla v modelování na úrovni ČR modelem TIMES-CZ. To znamená, že optimální by bylo, aby ČR WEM_rev vede ke snížení emisí v ČR o 52 % ke konci roku 2030 a o 69 % ke konci roku 2050.

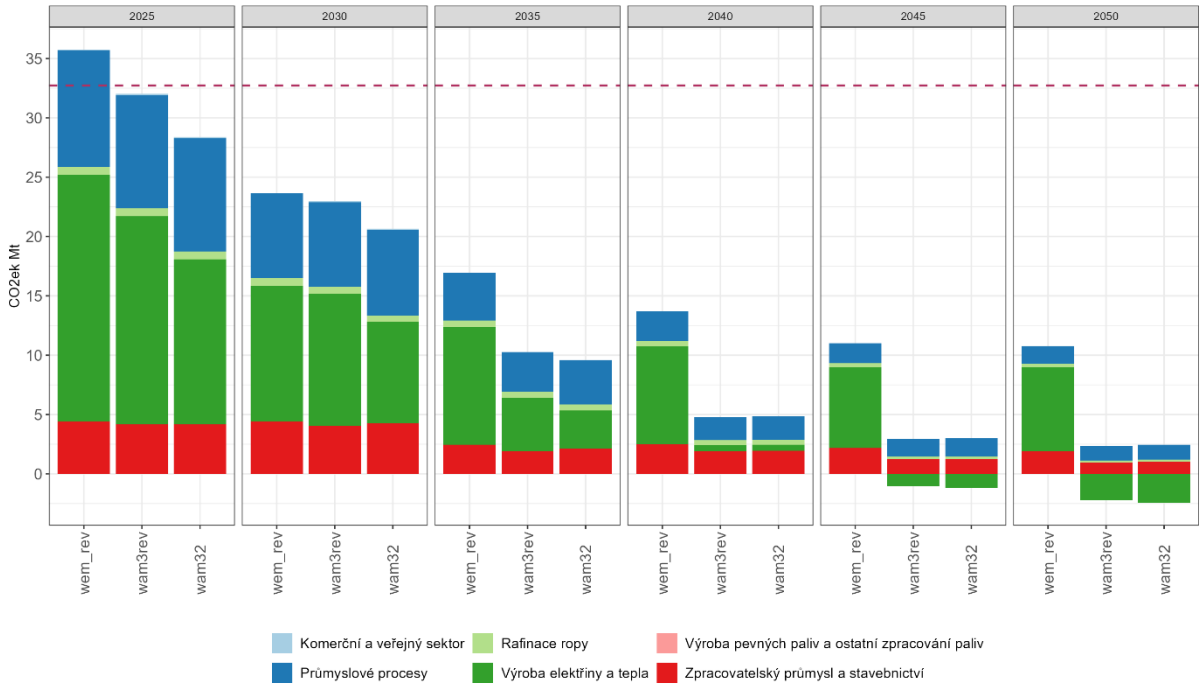
Tabulka 3: Cíle snížení emisí GHG a jejich naplnění dle výsledků modelování

Regulace	Cíle	Zahrnutí v modelech	Modelový výsledek		
			WEM_rev	WAM3rev	WAM32
GHG 2030 (Nař. 2021/1119)	−55 % (EU)	implicitně cenou EUA V E3ME, v TIMES lze stanovit emisní stropy	ČR (2030): −65 %	ČR (2030): −68 %	ČR (2030): −71 %
GHG neutralita v 2050 (Nař. 2021/1119)	net zero	EU v maximální možné míře / dle dopadu trajektorie EUA ČR výsledek modelu	ČR (2050): 30,7 Mt	ČR (2050): 8 Mt	ČR (2050): 8 Mt
Odvětví v ETS1 (směrnice 2023/959)	−62 % (EU 2030)	EU v maximální možné míře / dle dopadu trajektorie EUA ČR výsledek modelu	ČR (2030): −71 %	ČR (2030): −72 %	ČR (2030): −75 %
Odvětví v ETS2 (směrnice 2023/959)	−43 % (EU 2030; silniční doprava a budovy) −42 % (EU 2030; vč. dodatečných sektorů)	EU v maximální možné míře / dle dopadu trajektorie EUA ČR výsledek modelu	ČR (2030): −22,4 %	ČR (2030): −35,4 %	ČR (2030): −39,2 %
ESR 2030 (Nař. 2023/857)	−40 % (EU 2030) −26 % (ČR 2030)	výsledek modelu (významný vliv externího předpokladu poklesu emisí z odpadů a F-plynů o 2 Mt)	ČR (2030): −24,6 %	ČR (2030): −33,8 %	ČR (2030): −36,5 %
LULUCF (Nař. 2023/839)	−310 Mt (EU 2030) −1,23 Mt (ČR 2030)	Externí předpoklad dle zeleného scénáře (IFER)	ČR (2030): −3,8 Mt		

Obrázek 5: Celkové emise GHG (s vyznačeným cílem 55% snížení emisí do 2030), TIMES-CZ



Obrázek 6: Emise GHG z ETS1 (s vyznačeným cílem 62% snížení emisí do 2030), TIMES-CZ

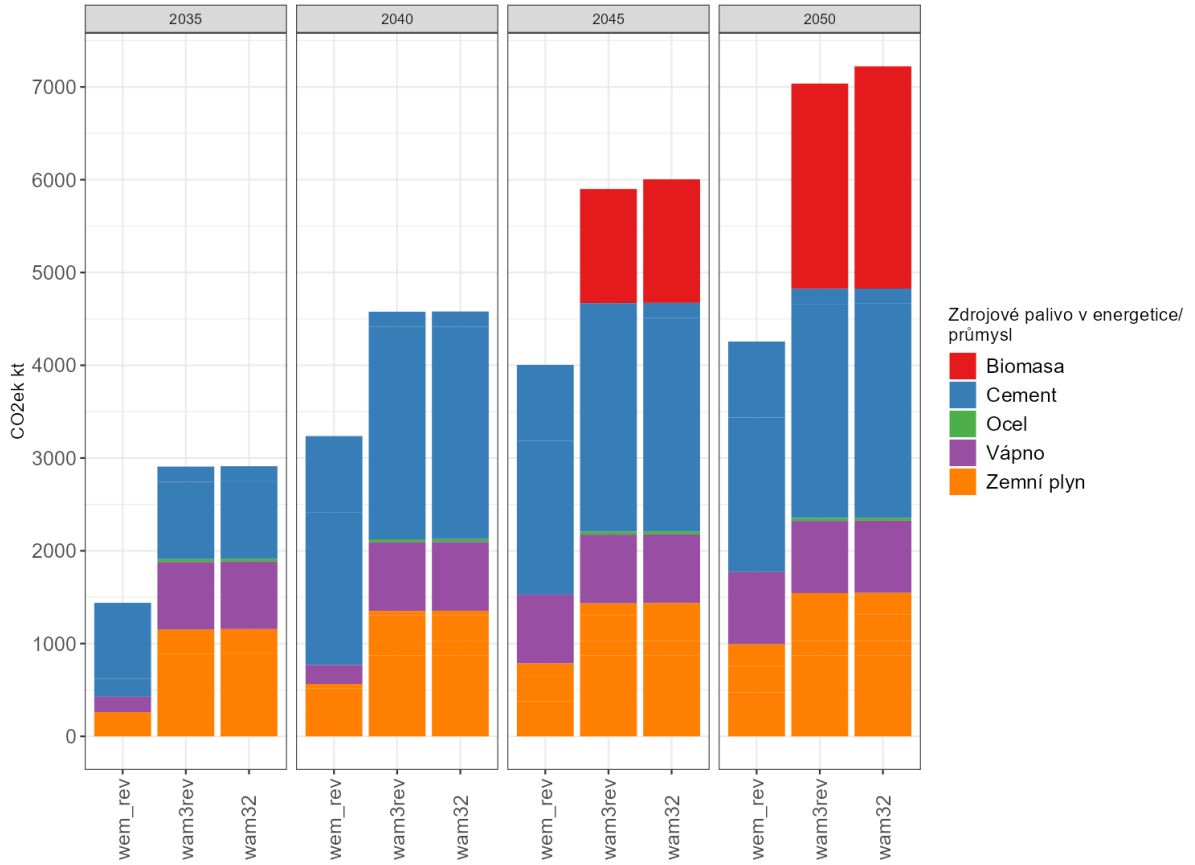


Poznámka: Od roku 2045 zahrnují emise sektoru *Výroba elektřiny a tepla* ve scénářích WAM3rev a WAM32 i zachycené emise ze spalování biomasy (BECCS), které mají v emisní bilanci zápornou hodnotu.

Obrázek 7: Emise GHG z ESR sektorů (s vyznačeným cílem 26% snížení emisí do 2030), TIMES-CZ

Poznámka: Zemědělství, Odpady a F-plyny nejsou modelovány v modelu TIMES-CZ, ale převzaty z externích odhadů.

Obrázek 8: Zachytávání emisí uhlíku dle hlavního zdroje emisí



5.1.2. Energie a účinnost

Primární energetické zdroje (Obrázek 9)

- Oproti roku 2005 dochází do roku 2030 k poklesu spotřeby primárních energetických zdrojů o 21 %, 26 % a 29 % ve scénářích WEM_rev, WAM3rev a WAM32Oproti referenčnímu scénáři EK REF2020 dochází v roce 2030 ke snížení spotřeby PEZ o 2,6 % ve WAM3rev a 4 % ve WAM32 scénáři, naopak ve scénáři WEM_rev je spotřeba PEZ o 1 % vyšší než v EK REF2020 v roce 2030.
- Změna pozice ČR od čistého vývozce elektřiny na čistého dovozce nastává ve scénáři WAM32 již od roku 2025. Nejvyšší podíl importu elektřiny v PEZ je ve scénáři WEM_rev, a to okolo 3 % od roku 2040, zejména díky nižší instalaci nových jaderných zdrojů a OZE, než ve scénářích WAM3rev a WAM32.
- Přechodný pokles hrubé výroby elektřiny ve všech scénářích je způsoben odstavováním hnědouhelných elektráren. Po roce 2025 hrubá výroba elektřiny opět roste spolu s narůstajícím instalovaným výkonem nových zdrojů. Kulminace výroby elektřiny ve scénářích WAM3rev a WAM32 nastává okolo roku 2045 s koncem životnosti jaderné elektrárny Dukovany. Nejvyšší čistý dovoz elektřiny je ve scénáři WEM_rev, kde kulminuje v roce 2045 na úrovni 13,3 TWh. Ve scénářích WAM3rev a WAM32 dosahuje čistý import elektřiny nejvýše 7,2 TWh ve scénáři WAM3rev v roce 2050.
- Výrazný pokles užití hnědého uhlí je způsoben cenou EUA, dovozní a vývozní cenou elektřiny, sníženým vývozem elektřiny a nasazováním účinnějších/úspornějších technologií napříč sektory.

- Černé uhlí, koks a dehet jsou nadále spotřebovány v některých průmyslových odvětvích a jako materiálový vstup v chemickém průmyslu. Od roku 2035 je při spalování černého uhlí uplatňována technologie zachytávání uhlíku (CCUS).
- Využití obnovitelných zdrojů energie, včetně energie prostředí (tepelná čerpadla), významně roste ve všech scénářích.

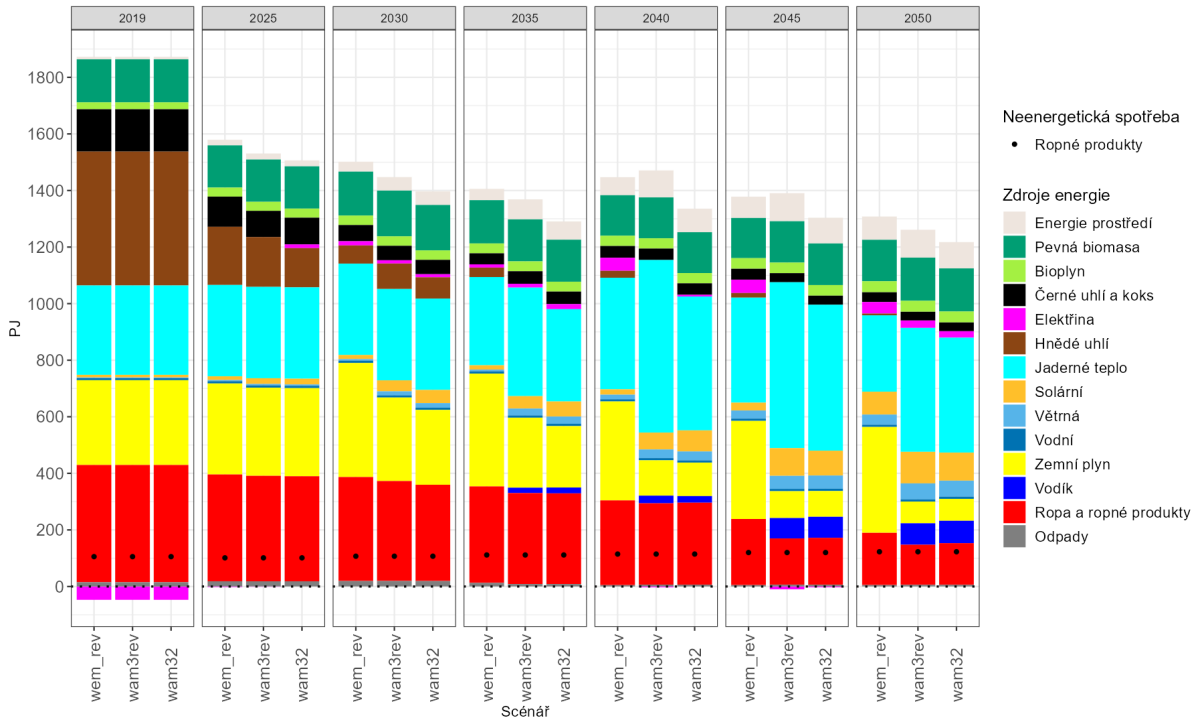
Celková konečná spotřeba energie (Obrázek 10)

- Konečná spotřeby energie (KSE) klesá mezi 2005 a 2030 o 1,5 % ve scénáři WEM_rev a o 4 a 7 % ve scénářích WAM3rev a WAM32.
- Snížení KSE je oproti roku 2020 ve všech scénářích nižší, než je cíl pro kumulativní úsporu konečné spotřeby dle čl. 8 EED.
- Podíl elektřiny na KSE (bez energie prostředí) stoupá v roce 2030 na 23 % (WEM_rev) a 24 % (WAM3rev a WAM32) a v roce 2050 až na 35 % (WEM_rev) či 44 a 45 % (WAM3rev a WAM32).
- Spotřeba ropy a ropných produktů ve všech scénářích významně klesá až po roce 2040, kdy jsou vozidla se spalovacím motorem nahrazována elektrickými bateriovými či vodíkovými vozidly.
- Spotřeba zemního plynu ve scénáři WEM_rev klesá jen dočasně v mezi lety 2030 a 2045. Naopak ve scénářích WAM3rev a WAM32 konečná spotřeba zemního plynu výrazně setrvale klesá až na 46 PJ v 2050.
- Spotřeba a dovozy vodíku jsou do roku 2035 vynucené stanovenými cíli v průmyslu a dopravě. Po 2040 se vodík při daných předpokladech výrazně uplatňuje při dekarbonizaci dopravy – až 64 PJ v 2050 ve WAM3rev. Ve scénářích WAM3rev a WAM32 začíná být vodík po 2035 využíván ke špičkové výrobě elektřiny a tepla – až 11 PJ ve WAM32.

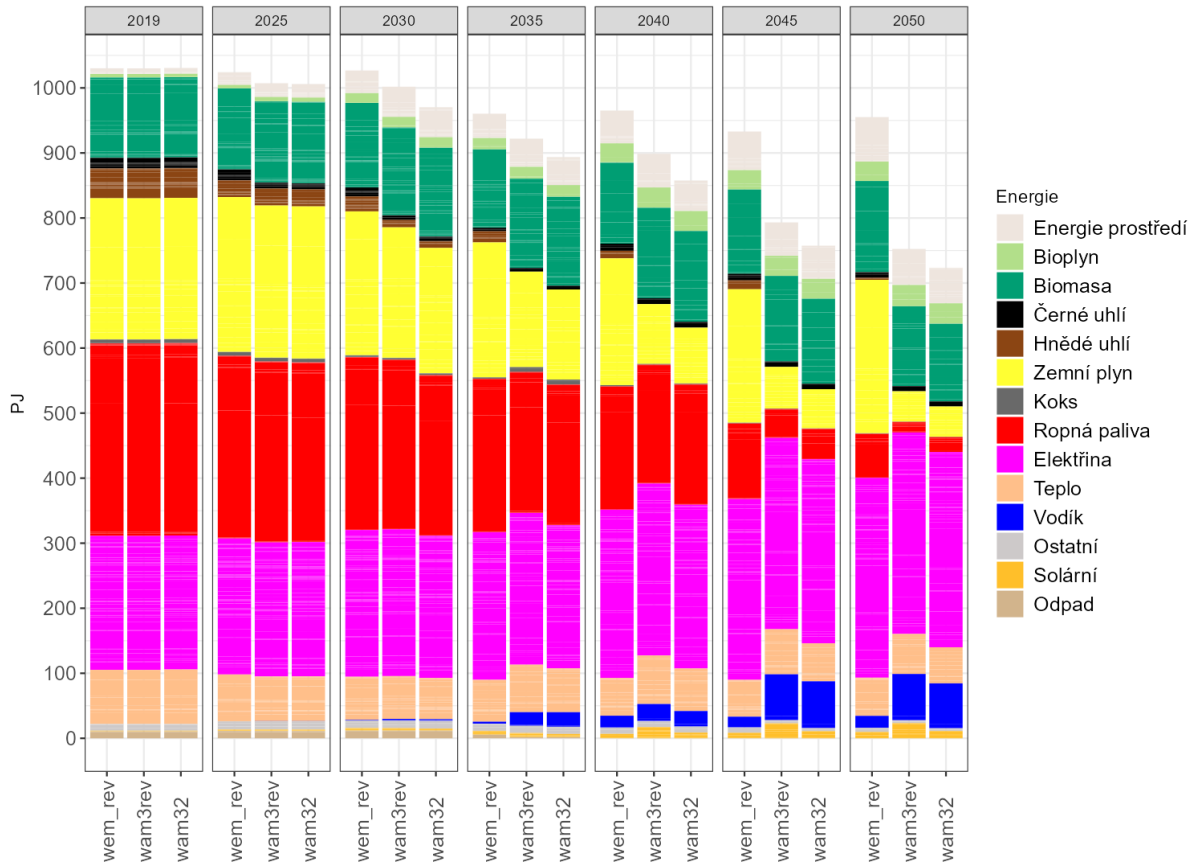
Tabulka 4: Cíle v úsporách energie a jejich naplnění dle výsledků modelování

Regulace	Cíle	Zahrnutí v modelu TIMES-CZ	Modelový výsledek		
			WEM_rev	WAM3rev	WAM32
úspory konečné a primární spotřeby energie (čl. 4 směrnice 2023/1791 – EED)	−11,7 % vs. REF2020 do 2030 (EU)	nevynucováno, cenový efekt zahrnut	ČR (2030): +4 % KSE vs. REF2020 +0,3 % PEZ vs. REF2020	ČR (2030): −0,1 % KSE vs. REF2020 −6,6 % PEZ vs. REF2020	ČR (2030): −2,1 % KSE vs. REF2020 −9,9 % PEZ vs. REF2020
kumulativní úspora konečné spotřeby energie (čl. 8 EED)	roční snížení v % (2021–2023: 0,8 %; 2024–2025: 1,3 %; 2026–2027: 1,5 %; 2028–2030: 1,9 %)	nevynucováno, cenový efekt zahrnut	ČR (2030): cíl nedosažen o 146 PJ	ČR (2030): cíl nedosažen o 109 PJ	ČR (2030): cíl nedosažen o 72 PJ

Obrázek 9: Primární energetické zdroje, TIMES-CZ



Obrázek 10: Celková konečná spotřeba energie, TIMES-CZ



Potenciál energetických úspor v budovách vychází ze scénářů Dlouhodobé strategie renovace budov (MPO, 2020): scénář WEM_rev z Optimálního scénáře a scénáře WAM3rev a WAM32 z Hypotetického

scénáře. Předpokládané potenciály úspor v budovách jsou ve všech scénářích plně využity, viz Obrázek 11.

Obrázek 11: Energetické úspory (nad rámec zvyšování energetické účinnosti obnovou technologií v modelu TIMES-CZ)

5.1.3. Obnovitelné zdroje energie a vodík

Naplnění cílů pro OZE a vodík:

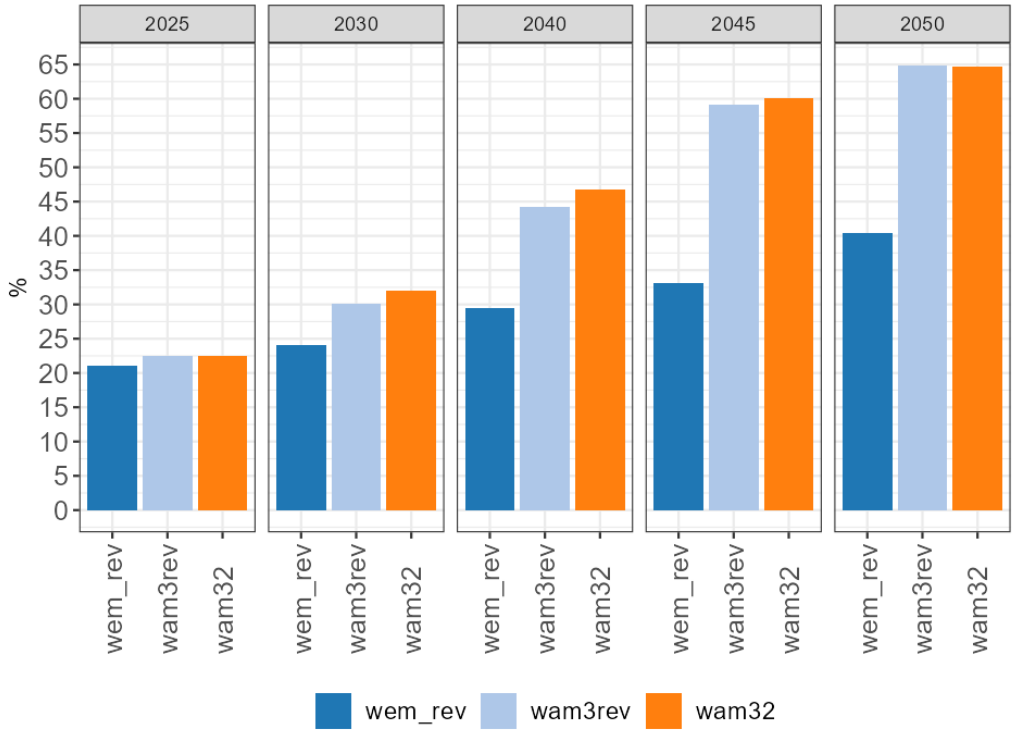
- Podíl **OZE na hrubé konečné spotřebě** dosahuje v roce 2030 přibližně 24 % ve WEM_rev, 30 % ve WAM3rev a 32 % ve scénáři WAM32. Do roku 2050 tento podíl narůstá na 40 % ve WEM_rev a 65 % ve scénářích WAM3rev WAM32.
- Podíl **OZE na hrubé konečné spotřebě elektřiny** dosahuje v roce 2030 cca 16 % ve WEM_rev, 28 % ve WAM3rev a 33 % ve WAM32.
- Podíl **OZE na spotřebě energie v dopravě** (vč. multiplikátorů) dosahuje v roce 2030 hodnoty 13,7 % ve scénáři WEM_rev, 18,1 % ve scénáři WAM3rev a 18,9 % ve scénáři WAM32. Cíl směrnice RED3 pro dopravu (čl. 25) je ve scénářích WAM3rev a WAM32 plněn prostřednictvím snížení emisí GHG z paliv, což je validováno propojením s bilančním modelem TRANSPLINEX rozvíjeným VŠCHT v projektu TAČR TK04010099 (MOSUMO).
- Podíl **pokročilých biopaliv v dopravě** (vč. multiplikátorů) dosahuje v roce 2030 3,5 % ve WEM_rev a 5 % ve scénářích WAM3rev a WAM32
- Podíl **obnovitelných paliv nebiologického původu** (RFNBO) v dopravě (vč. multiplikátorů) dosahuje v roce 2030 přibližně 0,85 % ve scénáři WEM_rev a 1,1 % ve scénáři WAM.

Ve scénářích WAM3rev a WAM32 je podíl **nízkoemisního vodíku na spotřebě v chemickém průmyslu** stanoven na úrovni 21 % v roce 2030 (8 000 t) a 31 % v roce 2035. Ve scénáři WEM_rev není spotřeba nízkoemisního vodíku vyžadována, a proto k ní nedochází.

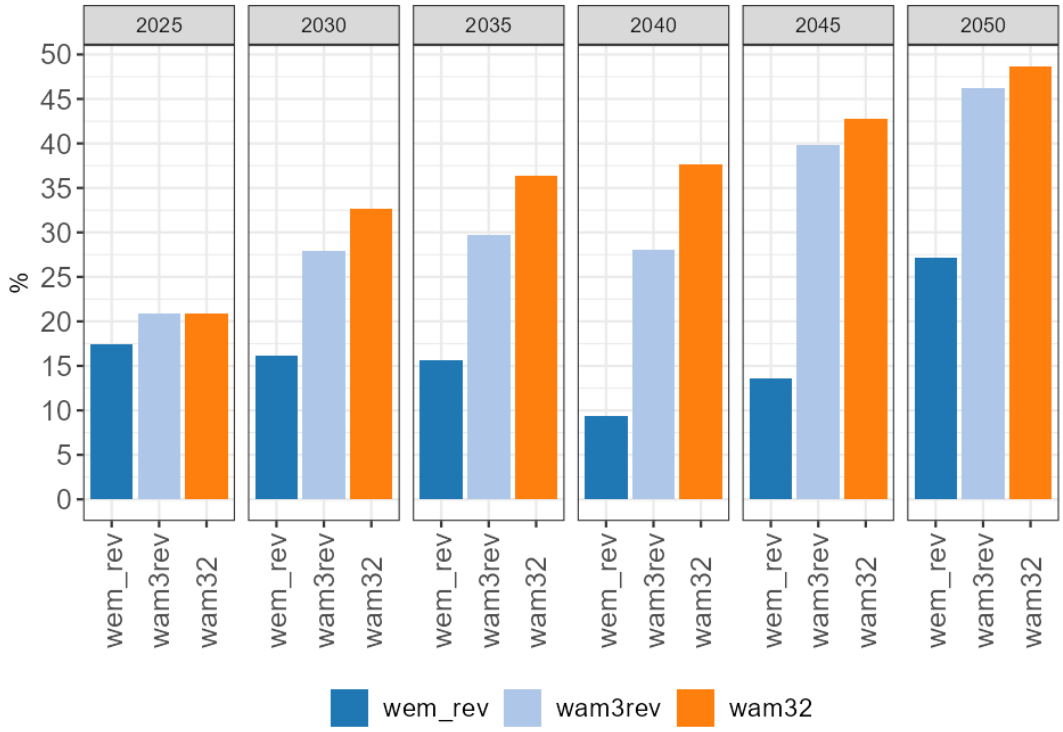
Tabulka 5: Cíle podílů OZE a jejich naplnění dle výsledků modelování

Regulace	Cíle	Zahrnutí v modelu TIMES-CZ	Modelový výsledek		
			WEM_rev	WAM3rev	WAM32
Energie					
podíl OZE (čl. 3 směrnice 2023/2413 – RED3)	42,5 % do 2030 (EU)	výsledek modelu, nevynucováno	ČR (2030): 24 %	ČR (2030): 30 %	ČR (2030): 32 %
Průmysl					
Podíl RFNBO na spotřebě vodíku v průmyslu (čl. 22a RED3)	42 % (2030) 60 % (2035) (mandatorní)	8 000 t v průmyslu v 2030 (vynuceno), dále výsledek modelu	–	21 % (ČR 2030) 31 % (ČR 2035)	21 % (ČR 2030) 31 % (ČR 2035)
Doprava					
podíl OZE v dopravě / úspora emisí GHG z paliv (2030) (čl. 25 RED3)	29 % (podíl OZE), 14,5 % (úspora GHG)	vynuceno skrze úsporu emisí GHG, dle modelu TRANSPLINEX (TAČR MOSUMO)	ČR OZE (2030): 13,7 %	ČR OZE (2030): 18,1 %	ČR OZE (2030): 18,9 %
Podíl RFNBO v dopravě (do roku 2030) (čl. 25 RED3)	5,5 % (z toho min. 1 % RFNBO) (s multiplikátory)	Vynucováno min. 1 % z paliv v dopravě.	ČR (2030): 0,6 %	ČR (2030): 1 %	ČR (2030): 1 %
Podíl pokročilých biopaliv v dopravě (do roku 2030) (čl. 25 RED3)		nevynucováno	ČR (2030): 1,5 %	ČR (2030): 5 %	ČR (2030): 5 %
Budovy					
Podíl energie z OZE v budovách (čl. 15a RED3)	49 % (indikativní)	výsledek modelu (přibližně, zjednodušený výpočet, mírně podhodnoceno)	ČR (2030): 35,4 %	ČR (2030): 40,2 %	ČR (2030): 41,1 %
Roční tempo růstu podílu OZE na vytápění a chlazení (čl. 23 RED)	0,8 p. b. (2021–2025) a 1,1 p. b. (2026–2030) (mandatorní) (EU) + indikativní navýšení odpovídající 1,8 p. b. v průměru za EU (ČR)	nevynucováno, zjednodušený výpočet	1,1 p. b. (2021–2025), 1,2 p. b. (2026–2030)	1,4 p. b. (2021–2025), 1,9 p. b. (2026–2030)	1,4 p. b. (2021–2025), 2,2 p. b. (2026–2030)

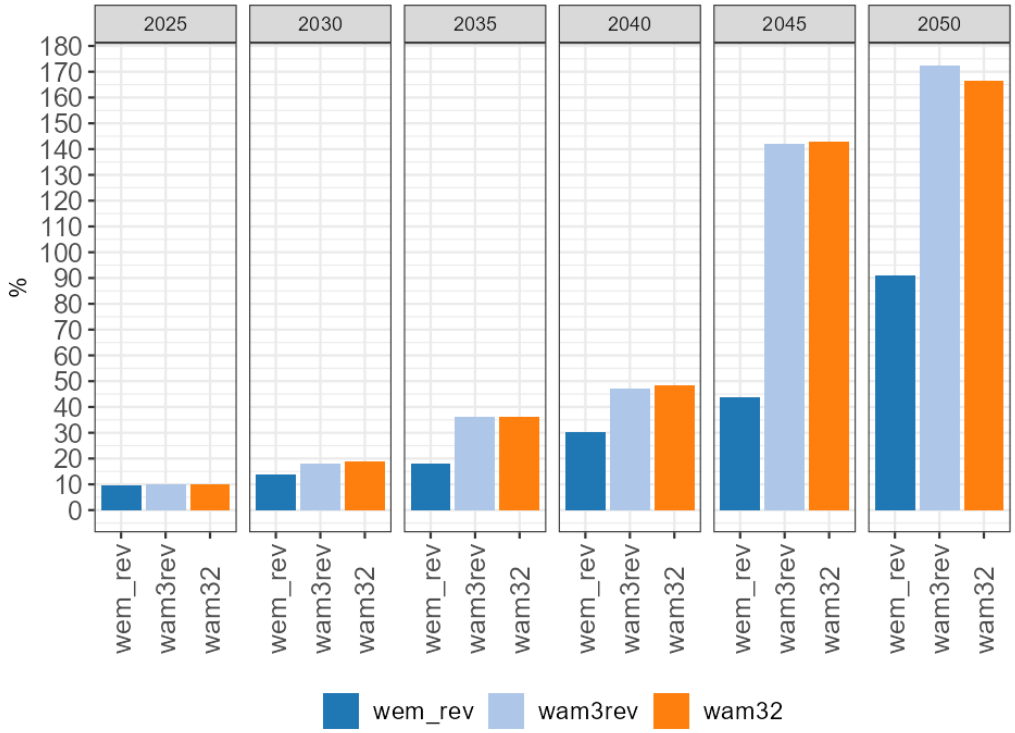
Obrázek 12: Podíl OZE na hrubé konečné spotřebě, TIMES-CZ



Obrázek 13: Podíl OZE na hrubé konečné spotřebě elektřiny, TIMES-CZ



Obrázek 14: Podíl OZE v dopravě (včetně multiplikátorů), TIMES-CZ



5.2. Výroba a spotřeba elektřiny

Netto spotřeba dle ENTSO-E roste ze současné úrovně okolo 63 TWh ve všech scénářích o více než 50 % do roku 2050, viz Tabulka 6. Netto spotřeba dle ENTSO-E započítává veškerou spotřebu elektřiny kromě vlastní spotřeby na výrobu elektřiny a tepla, započítává tedy i ztráty v sítích a spotřebu elektřiny v tepelných čerpadlech či elektrokotlích v soustavách zásobování teplem. Naproti tomu konečná spotřeba elektřiny zahrnuje jen elektřinu, která koncovým spotřebitelům přímo zajišťuje energetické služby (např. osvětlení, teplo, pohon strojů, mobilitu) či výrobu produktů.

Ve scénáři WAM32 je pomalejší růst spotřeby elektřiny způsoben především předpokládanou nižší poptávkou po energetických službách – od roku 2030 zde předpokládáme změny chování spotřebitelů, a to o 10 % v oblasti individuální automobilové dopravy a vytápění v domácnostech.

Ve scénáři WEM_rev sice dochází k nižší elektrifikaci průmyslu než ve scénářích WAM3rev a WAM32, nižší předpokládané úspoře ve vytápění, ale naopak přispívají k vyšší spotřebě elektřiny v domácnostech a mírně i v komerčním a veřejném sektoru. Předpokládaná absence možnosti dovážet nízkoemisní vodík ve scénáři WEM_rev, který se tak méně uplatňuje v dopravě, zvyšuje spotřebu elektřiny v dopravě, viz Tabulka 7.

Ve scénářích WAM3rev a WAM32 je tuzemská výroba elektřiny nejnižší v roce 2025 kvůli poklesu výroby elektřiny v uhelných elektrárnách, poté výroba elektřiny roste spolu s instalacemi nových zdrojů, nejvíce ve scénáři WAM3rev. Rostoucí spotřeba elektřiny je však částečně uspokojována i dovozy elektřiny, zejména ve scénáři WEM_rev.

Ve scénářích WAM3rev a WAM32 je ukončeno spalování uhlí pro energetické účely do roku 2033. Ve scénáři WEM_rev zůstávají některé uhelné elektrárny v provozu až do roku 2040, poté slouží již s minimálním využitím jako rezervní zdroje.

Tabulka 6: Bilance výroby a spotřeby elektřiny, TWh

Scénář		2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
WEM_rev	**Výroba elektřiny – brutto**	**84,5**	**69,4**	**69,3**	**71,9**	**78,9**	**83,5**	**94,2**
	Čistý import (saldo)	−13,1	−0,6	4,1	3,2	12,8	13,1	11,3
	Hrubá spotřeba	71,5	68,9	73,4	75,2	91,6	96,6	105,5
	Vlastní spotřeba na výrobu elektřiny a tepla	6,9	4,3	4,3	4,6	4,6	4,8	4,9
	Elektřina k přečerpávání (PVE)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	Výroba elektřiny netto	75,7	63,6	63,5	65,8	72,7	77,2	87,8
	Netto spotřeba dle ENTSO-E	**62,6**	**63,0**	**67,6**	**69,0**	**85,5**	**90,2**	**99,1**
	Ostatní transformace (vč. tepelných čerpadel v CZT)	1,6	1,7	1,8	2,8	9,8	8,8	9,2
	Ztráty v sítích	3,8	3,2	3,1	3,2	3,8	4,1	4,5
	Konečná spotřeba	**57,2**	**58,1**	**62,7**	**63,1**	**71,9**	**77,3**	**85,4**
WAM3rev	**Výroba elektřiny – brutto**	**84,5**	**68,0**	**71,0**	**75,1**	**91,4**	**103,2**	**96,6**
	Čistý import (saldo)	−13,1	−0,3	3,2	3,7	−0,8	−2,8	7,2
	Hrubá spotřeba	71,5	67,7	74,3	78,8	90,5	100,4	103,9
	Vlastní spotřeba na výrobu elektřiny a tepla	6,9	4,0	3,8	3,7	4,2	4,4	3,9
	Elektřina k přečerpávání (PVE)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	Výroba elektřiny netto	75,7	62,4	65,8	69,8	85,7	97,3	91,3
	Netto spotřeba dle ENTSO-E	**62,6**	**62,1**	**69,0**	**73,6**	**84,8**	**94,6**	**98,5**
	Ostatní transformace (vč. tepelných čerpadel v CZT)	1,6	1,9	2,6	4,8	6,5	7,4	6,7
	Ztráty v sítích	3,8	3,0	3,7	4,0	4,8	5,5	5,7
	Konečná spotřeba	57,2	57,2	62,7	64,8	73,5	81,7	86,1
wam32	**Výroba elektřiny – brutto**	**84,5**	**63,8**	**68,7**	**69,0**	**83,5**	**96,6**	**94,0**
	Čistý import (saldo)	−13,1	3,7	3,0	4,9	1,7	−0,8	6,3
	Hrubá spotřeba	71,5	67,5	71,8	73,9	85,2	95,8	100,4
	Vlastní spotřeba na výrobu elektřiny a tepla	6,9	3,7	3,4	3,2	3,5	3,9	3,7
	Elektřina k přečerpávání (PVE)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	Výroba elektřiny netto	75,7	58,6	63,8	64,3	78,6	91,2	88,8
	Netto spotřeba dle ENTSO-E	**62,6**	**62,3**	**66,9**	**69,2**	**80,3**	**90,4**	**95,1**
	Ostatní transformace (vč. tepelných čerpadel v CZT)	1,6	1,8	2,6	4,5	6,0	6,7	6,6
	Ztráty v sítích	3,8	3,1	3,5	3,6	4,3	4,9	5,2
	Konečná spotřeba	**57,2**	**57,4**	**60,7**	**61,1**	**70,0**	**78,7**	**83,4**

Poznámka: Ztráty v sítích jsou v modelu TIMES-CZ zjednodušené a mírné podhodnocené. V rámci validace zdrojové přiměřenosti scénářů WAM3rev a wam32 v modelu PLEXOS společnosti ČEPS, a.s., byly ztráty v sítích navýšeny dle metodiky ENTSO-E.

Tabulka 7: Konečná spotřeba elektřiny dle sektoru, TWh

Scénář	sektor	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
WEM_rev	Zemědělství	1,0	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9
	Komerční a veřejný	16,1	14,3	14,0	13,5	13,4	13,8	13,5
	Průmysl	24,3	26,1	27,8	25,0	28,9	27,9	28,2
	Domácnosti	15,3	15,5	16,0	16,1	16,8	17,5	20,4
	Doprava	1,1	1,9	4,3	7,9	12,1	17,3	22,5
WAM3rev	Zemědělství	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	2,2

Tabulka 7: Konečná spotřeba elektřiny dle sektoru, TWh (pokračování)

Scénář	sektor	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
WAM3rev	Komerční a veřejný	16,1	14,2	13,6	12,2	12,0	12,1	12,2
	Průmysl	24,3	26,1	27,8	27,4	32,1	33,3	34,1
	Domácnosti	15,3	14,7	16,2	15,9	16,1	16,0	15,9
	Doprava	1,1	2,1	4,5	8,6	12,6	19,5	21,7
wam32	Zemědělství	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	2,2
	Komerční a veřejný	16,1	14,2	13,6	12,5	12,6	12,8	12,8
	Průmysl	24,3	26,1	27,8	27,4	32,1	33,1	34,1
	Domácnosti	15,3	14,7	14,4	14,2	14,1	14,9	15,0
	Doprava	1,1	2,2	4,3	6,3	10,5	17,1	19,5

Poznámka: V roce 2019 je v modelu podhodnocena spotřeba v železniční dopravě o 0,6 TWh. Modelovaná spotřeba elektřiny v železniční dopravě v roce 2025 již odpovídá reálné spotřebě v posledních letech, která se pohybuje okolo 1,6 TWh.

5.2.1. Instalované kapacity výroby elektřiny

Instalované kapacity nových jaderných zdrojů jsou dány předpoklady jednotlivých scénářů, resp. na základě nákladové optimalizace jsou instalovány jen jaderné zdroje dle minimálních předpokladů scénářů a žádné navíc. Větrné a solární elektrárny naopak dosahují ve všech scénářích předpokládané maximální potenciály instalovaných kapacit v daném scénáři. V případě vodních elektráren konzervativně předpokládáme konstantní instalovaný výkon ve všech scénářích. Instalované kapacity ostatních technologií jsou výsledkem modelování, viz Tabulka 8. U všech nových zdrojů na zemní plyn je v souladu s unijní taxonomií předpokládána jejich připravenost na přechod na spalování vodíku.

Zdrojová přiměřenost scénářů WAM3rev a WAM32 byla validována ve spolupráci se společností ČEPS modelem PLEXOS tak, aby výsledná hodnota Loss Of Load Expectation (LOLE) byla menší nebo rovna 7 h.[18]

Tabulka 8: Celkové instalované kapacity výroby elektřiny, MWe

Scénář	Hlavní zdroj energie	2025	2030	2035	2040	2045	2050
WEM_rev	Biomasa	361	600	607	595	534	462
	Bioplyn	564	568	487	372	285	181
	Jaderné teplo	4 290	4 290	4 290	5 390	5 390	3 350
	Odpad	243	269	273	244	141	124
	Solární	2 900	2 900	2 900	3 584	5 751	21 000
	Uhlí	4 895	3 777	709	709	640	640
	Větrná	550	700	726	2 100	2 800	3 500
	Vodní energie (bez PVE)	1 094	1 094	1 094	1 094	1 094	1 094
	Zemní plyn CCS				123	197	248
	Zemní plyn /Vodík	1 865	5 953	6 799	6 325	6 208	6 607
	Zemní plyn /Vodík – otevřený cyklus	58	58	58	13	0	0

[18] Jedná o výrazné zpřísnění, kdy v předchozích modelacích byla zdrojová přiměřenost validována pro hodnoty LOLE ≤ 15 h.

Tabulka 8: Celkové instalované kapacity výroby elektřiny, MWe (pokračování)

Scénář	Hlavní zdroj energie	2025	2030	2035	2040	2045	2050
WAM3rev	Biomasa	368	545	427	412	384	308
	Biomasa CCS					225	405
	Bioplyn	535	538	460	342	241	137
	Jaderné teplo	4 290	4 290	4 640	6 840	7 940	5 900
	Odpad	233	280	286	228	159	120
	Solární	5 000	10 100	11 177	12 426	22 100	26 100
	Uhlí	4 895	3 777	0	0	0	0
	Větrná	617	1 500	2 500	3 500	4 500	5 500
	Vodní energie (bez PVE)	1 094	1 094	1 094	1 094	1 094	1 094
	Zemní plyn CCS			454	533	534	535
	Zemní plyn / Vodík	1 870	3 504	3 984	3 362	2 543	2 329
	Zemní plyn / Vodík – otevřený cyklus	58	570	978	933	920	2 367
wam32	Biomasa	364	540	423	410	382	302
	Biomasa CCS					244	439
	Bioplyn	535	537	459	339	237	137
	Jaderné teplo	4 290	4 290	4 640	6 840	7 940	5 900
	Odpad	246	280	286	223	146	120
	Solární	5 000	12 600	14 423	19 350	22 725	26 100
	Uhlí	3 647	3 344	0	0	0	0
	Větrná	617	1 700	2 650	3 600	4 550	5 500
	Vodní energie (bez PVE)	1 094	1 094	1 094	1 094	1 094	1 094
	Zemní plyn CCS			457	534	535	536
	Zemní plyn / Vodík	1 856	2 913	3 392	2 773	1 939	1 701
	Zemní plyn / Vodík – otevřený cyklus	58	58	58	466	1 286	3 896

5.3. Vyrobené teplo

Ve výrobě tepla dochází ve všech scénářích již do roku 2025 k výraznému poklesu celkové výroby. Nejvýznamněji se to projevuje v průmyslu, který z velké části nahrazuje kupované teplo z hnědouhelných kogeneračních zdrojů novými vlastními zdroji tepla a páry, zejména plynovými kotelnami. Dochází tedy k přesunu z teplárenství do konečné spotřeby v průmyslu. Klesající výroba tepla z uhelných zdrojů je nahrazována zejména velkými tepelnými čerpadly ve scénářích WAM3rev a WAM32 a plynovými zdroji ve scénáři WEM_rev. Ve scénářích WAM3rev a WAM32 dochází nejpozději od roku 2035 masivnímu rozvoji teplených čerpadel, kdy jejich velká část dodává teplo do komerčního a veřejného sektoru. V modelu TIMES-CZ jsou tato tepelná čerpadla zařazená do sektoru teplárenství. V realitě může jít o relativně decentralizované zdroje, případně provozované i koncovým spotřebitelem, tj. bilančně zařazené do konečné spotřeby.

Tabulka 9: Vyrobené teplo dle hlavního paliva zdroje, PJ

Scénář	Typ zdroje	2025	2030	2035	2040	2045	2050
WEM_rev	Bioplyn	0,8	0,7	0,3	0,9	1,4	1,9
	Biomasa	10,9	10,4	13,6	10,0	8,6	7,8
	Uhlí	34,4	20,8	5,5	5,1		0,0
	Zemní plyn / Vodík	27,1	32,7	37,6	20,5	24,6	30,5
	Jaderné teplo	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	Spalovna odpadů	4,3	5,6	5,7	5,3	2,8	2,6
	Tepelná čerpadla / geotermální		0,2	3,1	16,5	19,7	17,0
	z toho tepelná čerpadla pro komerční a veřejný sektor (ne nutně CZT)					*2,8*	*6,8*
WEM_rev	**Celkem**	**77,7**	**70,7**	**66,1**	**58,6**	**57,4**	**60,2**
WAM3rev	Bioplyn	0,8	0,8	0,5	0,7	1,0	1,0
	Biomasa	10,9	10,6	8,0	7,0	0,1	
	Uhlí	33,5	20,7				
	Zemní plyn / Vodík	24,5	27,7	24,1	7,5	5,4	4,5
	Jaderný	0,2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	Spalovna odpadů	3,8	5,8	6,4	4,8	3,3	2,5
	Tepelná čerpadla / geotermální		1,5	33,7	54,6	60,0	53,7
	z toho tepelná čerpadla pro komerční a veřejný sektor (ne nutně CZT)			*15,7*	*21,1*	*21,1*	*20,3*
WAM3rev	**Celkem**	**73,7**	**69,6**	**75,3**	**77,2**	**72,3**	**64,1**
wam32	Bioplyn	0,8	0,8	0,5	0,7	0,9	0,9
	Biomasa	10,9	10,2	8,0	7,0	0,1	
	Uhlí	33,3	18,7				
	Zemní plyn / Vodík	24,5	26,6	24,3	7,1	4,6	4,6
	Jaderné teplo	0,2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	Spalovny odpadů	4,2	5,8	6,4	4,7	2,9	2,5
	Tepelná čerpadla / geotermální		2,0	27,3	46,4	50,6	48,1
	z toho tepelná čerpadla pro komerční a veřejný sektor (ne nutně CZT)		*1,0*	*11,2*	*14,6*	*14,6*	*14,6*
wam32	**Celkem**	**73,9**	**66,6**	**69,1**	**68,4**	**61,6**	**58,4**

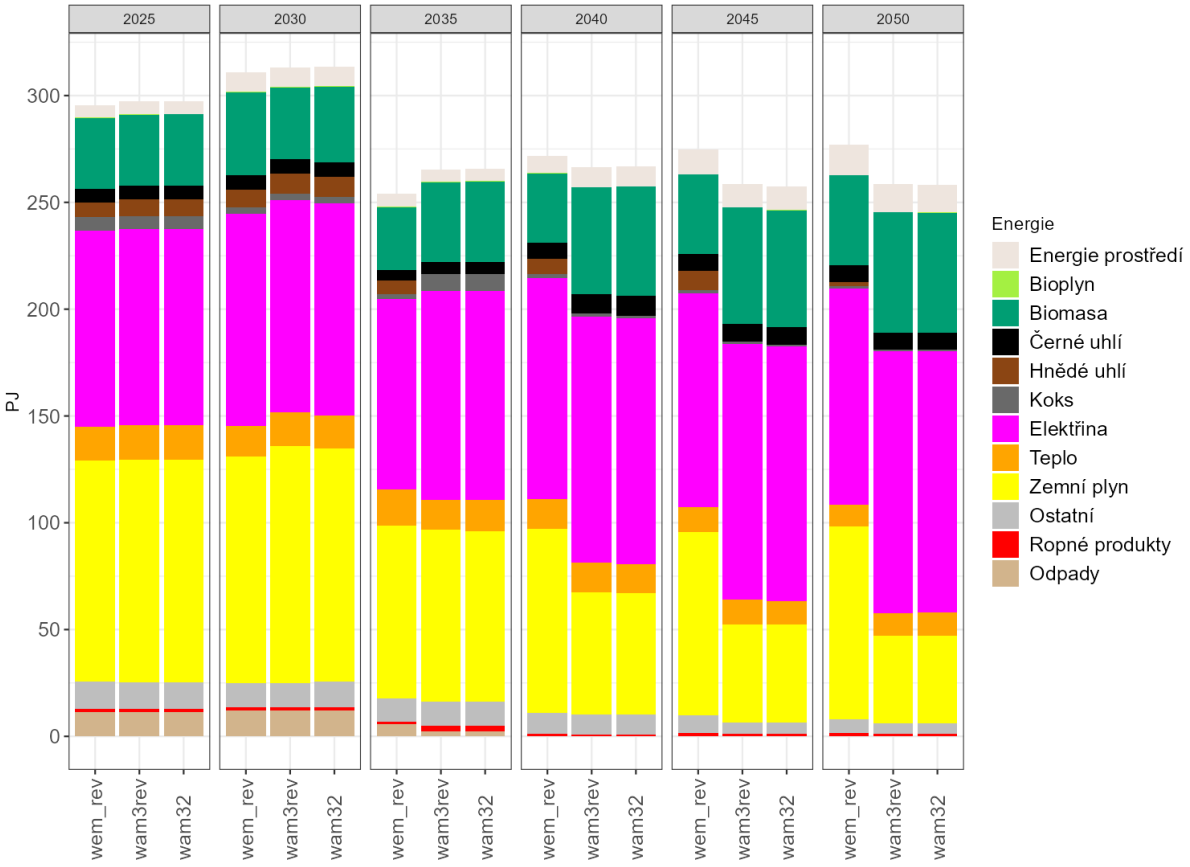
5.4. Průmysl

K nejvýznamnějším změnám v průmyslu dochází ve všech scénářích mezi lety 2030 a 2040, kdy dochází z obměně většiny technologií, což vede k výraznému zvýšení energetické efektivity a nárůstu podílu elektřiny na celkové spotřebě energií v průmyslu, viz Obrázek 15. Kolem roku 2035 se také začínají uplatňovat technologie zachytávání uhlíku (CCUS), nejprve ve výrobě vápna a cementu a ve scénářích WAM3rev a WAM32 v menší míře při výrobě železa a oceli, viz Obrázek 8. Ve scénářích WAM3rev a WAM32 dochází k další elektrifikaci a náhradě zemního plynu z části biomasou a tepelnými čerpadly.

Černé uhlí a koks jsou využívány při výrobě cementu a v malé míře i výrobě železa do roku 2050, avšak se zachytáváním emisí CO_2 technologií CCUS.

Spotřeba zemního plynu klesá ve scénářích WAM3rev a WAM32 na úroveň 62 PJ v roce 2050. Zemní plyn tak zůstává hlavním médiem pro výrobu vysokopotenciálního tepla.

Obrázek 15: Konečná spotřeba energií v průmyslu



5.5. Náklady

Posuzovat dopady dekarbonizace pouze vyvolanými investičními náklady poskytuje zkreslující a nesprávné informace pro politiku. Kvantifikace celkových nákladů scénářů by měla zahrnovat:

- investiční náklady včetně diskuse nákladů financování kapitálu (WACC),
- investiční podpory financované z výnosů z prodeje emisních povolenek,
- výdaje za paliva a energie, včetně efektu úspor,
- platby za emisní povolenky, včetně efektu investic do dekarbonizace na výdaje na povolenky v důsledku snížení emisí skleníkových plynů,
- výdaje na poplatky za další emise a na spotřební daně (včetně efektu investic do dekarbonizace na spotřebu zpoplatněných paliv),
- další makroekonomické dopady (viz kapitola 6).

Model TIMES-CZ zahrnuje všechny výše uvedené kategorie nákladů, kromě makroekonomických dopadů, které jsou pojednány v kapitole 6. Náklady kvantifikované modelem TIMES-CZ jsou prezentovány z pohledu systému energetické bilance – daně či platby za emisní povolenky jsou nákladem systému, naopak dotace jsou příjmem systému, který snižuje náklady. Investiční podpory jsou dány požadavky vyplývajícími z nákladové optimalizace (jsou endogenní) a mírou podpory technologií (která je definována exogenně). Investiční podpory se proto nemusí v modelu TIMES-CZ rovnat hypotetickému výnosu z aukcí emisích povolenek skleníkových plynů emitovaných zařízeními v ČR a v některých letech mohou být požadavky na investiční podporu nižší nebo vyšší, než by byl tento hypotetický výnos, viz blíže v kapitole 3.2.

Náklady jsou spojené s transformací a užitím energie, včetně obnovy technologií ve všech sektorech. Náklady sektorů, které nejsou zahrnuté do nákladové optimalizace (zemědělství, odpady, LULUCF) proto nejsou zahrnuty. V celkovém součtu nejsou také zahrnuty náklady na dopravní infrastrukturu, adaptaci na změnu klimatu, či oběhové hospodářství. Náklady na přenos a distribuci energií jsou navázané na velikost instalované kapacity FVE a VTE, viz Obrázek 2. Investice zahrnují i obnovu vozového parku, což je nejvýznamnější část investičních nákladů.[19] Všechny náklady vyjadřujeme ve stálých cenách roku 2023 bez DPH.

Tabulka 10 porovnává celkové náklady ve scénářích WEM_rev a WAM3rev (náklady scénáře wam32 se od scénáře WAM3rev liší jen v nízkých jednotkách procent, proto pro zjednodušení uvádíme jen srovnání scénářů WEM_rev a WAM3rev). Investice jsou nejvýznamnější nákladovou položkou jak absolutně, tak relativně mezi scénáři, proto Tabulka 12 ukazuje i jejich strukturu. Spotřební a energetické daně jsou v období do roku 2030 ve scénářích WAM vyšší v důsledku vyšších sazeb těchto daní dle návrhu přepracování ETD, viz část 4.1.

[19] Pro srovnání v roce 2023 činila produkce (tržby) Velkoobchodu a maloobchodu s motorovými vozidly (NACE 45) 201 mld. Kč (ČSÚ, 2025).

Tabulka 10: Souhrn nákladů v modelu TIMES-CZ, mld. Kč (2023)

Období	Typ nákladů / Scénář	Součet za období			Průměr za rok		
		Rozdíl	WEM_rev	WAM3rev	Rozdíl	WEM_rev	WAM3rev
2023–2030	Investice	1 141	2 924	4 065	143	366	508
	Energie	−115	3 195	3 080	−14	399	385
	Ostatní provozní náklady	45	1 883	1 928	6	235	241
	Spotřební a energetické daně	50	863	913	6	108	114
	EUA – ETS1	−11	367	356	−1	46	44
	EUA – ETS2	138	0	138	17	0	17
	Výnosy ETS: investiční podpory	449	199	648	56	25	81
	Výnosy ETS: nevyužité v modelu		168	−155		21	−19
	Náklady systému po započtení investičních podpor	871	9 034	9 832	109	1 129	1 238
	Náklady systému bez započtení investičních podpor	1 320	9 233	10 480	165	1 154	1 319
2023–2050	Investice	2 688	10 880	13 568	96	389	485
	Energie	−965	11 312	10 346	−34	404	370
	Ostatní provozní náklady	1 117	8 320	9 437	40	297	337
	Spotřební a energetické daně	−75	2 175	2 101	−3	78	75
	EUA – ETS1	−8	795	787	0	28	28
	EUA – ETS2	1 578	0	1 578	56	0	56
	Výnosy ETS: investiční podpory	767	561	1 329	27	20	47
	Výnosy ETS: nevyužité v modelu		234	1 036	29	8	37
	Náklady systému po započtení investičních podpor	**3 640**	32 921	36 488	**130**	1 170	1 300
	Náklady systému bez započtení investičních podpor	**4 407**	33 483	37 817	**157**	1 190	1 348

Poznámka: Investice představují součet jednorázových investic do nových technologií, včetně obnovy vozového parku. Jejich detailnější rozklad viz Tabulka 12. EUA – ETS1 zahrnuje výnosy z aukcí povolenek z ČR, nezohledňuje tedy schéma rozdělování výnosů aukcí emisních povolenek v EU, které ČR bonifikuje.

Pro srovnání uvádíme výnosy emisního obchodování a jejich alokace v modelu E3ME, viz Tabulka 11. V modelu E3ME klesají emise skleníkových plynů v ČR pomaleji než v modelu TIMES-CZ a zároveň model E3ME zohledňuje schéma rozdělování výnosů aukcí emisních povolenek v EU, které ČR bonifikuje. Proto jsou výnosy z aukcí emisních povolenek v modelu E3ME vyšší než v modelu TIMES-CZ. Například výnos ETS1 ve WAM3rev ve výši 356 mld. Kč do roku 2030 v modelu TIMES-CZ a 616 mld. Kč v modelu E3ME (viz Tabulka 10 a

Tabulka 11), avšak na investičních podporách se v modelu TIMES-CZ alokuje 648 mld. Kč, což je o 5 % více než hodnota výnosů ETS1 v modelu E3ME. To znamená, že ve scénáři WAM3rev převyšují v modelu TIMES-CZ do roku 2030 poskytnuté investiční podpory výnosy z EUA – ETS1 o 155 mld. Kč. Výnosy z EU ETS1 jsou však v rámci celé EU přerozdělovány členským státům pomocí schématu, které bonifikuje státy s náročnější tranzicí, včetně ČR. Projekce výnosů z ETS 1 v modelu E3ME toto

přerozdělovací schéma – na rozdíl od modelu TIMES-CZ – zohledňují, a proto lépe odpovídají skutečnosti.

Tabulka 11: Výnosy emisního obchodování a jejich alokace v modelu E3ME, WAM3_rev, mld. Kč (2023)

		2023–2030	2023–2050
Výnosy z ETS1	Celkem	**616**	**2 944**
Rozdělení výnosů z ETS1	státní rozpočet	314	1 396
	Modernizační fond	342	1 541
	Inovační fond	36	245
Výnosy z ETS2	Celkem	**127**	**1 235**
Rozdělení výnosů z ETS2	Sociální klimatický fond	38	434
	státní rozpočet	86	819
Výnosy z ETS1 + ETS2	Celkem	**742**	**4 179**

Do roku 2030 jsou celkové náklady ve scénáři WAM3rev bez započtení investičních podpor o 14 % vyšší než ve scénáři WEM_rev. Předpokládané investiční podpory snižují tento rozdíl mezi scénáři na 10 %. Nejvýznamnější je rozdíl v investicích, kdy ve scénáři WAM3rev jsou investice o 1 141 mld. Kč (39 %) vyšší než ve scénáři WEM_rev. Investice se liší mezi scénáři nejvíce v oblasti renovací budov (o 693 mld. Kč), což je dáno výrazně vyšší předpokládanou mírou renovací a energetických úspor ve scénáři WAM3rev. Druhý nejvyšší rozdíl je v investicích do výroby elektřiny a dodaného tepla, celkem 341 mld. Kč za období 2023–2030. Renovace budov a oblast výroby elektřiny a dodaného dohromady tvoří 91 % rozdílu v investicích a 78 % rozdílu celkových nákladů mezi scénáři WEM_rev a WAM3rev v období 2023–2030.

Investice do nových jaderných zdrojů tvoří významnou část investic na výrobu elektřiny a tepla. Jejich minimální objem je součástí zadání scénářů a při nákladové optimalizaci nebyly instalovány žádné dodatečné jaderné zdroje nad minimální zadání scénářů. Investice do NJZ jsou tedy dány čistě zadáním scénářů. Pro nové velké jaderné zdroje se předpokládá doba výstavby 8 let a investiční náklady jsou pro zjednodušení rozděleny rovnoměrně po dobu výstavby. Celková overnight investice do 1 100 MW NJZ činí 185,19 mld. Kč bez DPH ve stálých cenách roku 2023, a pro SMR 350 MW činí 58,92 mld. Kč.[20] Do roku 2030 včetně odpovídá takto rozpočítaným celkovým investiční nákladům 81,23 mld. Kč. Celkové investice do NJZ do roku 2050 ve scénáři WEM_rev činí 185,19 mld. Kč, zatímco ve scénáři WAM3rev 614,5 mld Kč. Rozdílný rozvoj NJZ tedy odpovídá 49 % rozdílu investic do výroby elektřiny a dodaného tepla mezi scénáři WEM_rev a WAM3rev.

Za celé modelované období do roku 2050 jsou WAM3rev celkové náklady bez započtení investičních podpor o 13 % vyšší než ve scénáři WEM_rev. Předpokládané investiční podpory snižují tento rozdíl mezi scénáři na 11 %. Ve scénáři WAM3rev jsou investice o 2 688 mld. Kč (25 %) vyšší než ve scénáři WEM_rev. Jelikož scénář WEM_rev nepočítá se zavedením systému emisních povolenek pro dopravu a vytápění, je ETS2 druhou nejvýznamnější rozdílovou položkou mezi scénáři WEM_rev a WAM3rev.

[20] Při předpokládaných investičních nákladech 168,36 mil. Kč/MWe ve stálých cenách roku 2023, což je ekvivalentem 5 400 EUR/kWe ve stálých cenách 2015.

Tabulka 12: Struktura investičních nákladů mld. Kč (2023)

Období	Oblast nákladů / Scénář	Rozdíl	Součet za období		Průměr za rok	
		WAM3rev – WEM_rev	WEM_rev	WAM3rev	WEM_rev	WAM3rev
2023–2030	**Celkem**	**1 141**	**2 924**	**4 065**	**366**	**508**
	Domácnosti – vytápění a ohřev vody	33	74	107	9	13
	Elektrolyzéry	1	1	2	0	0
	Průmysl	2	228	230	28	29
	Renovace budov	693	248	941	31	118
	Rozvoj sítí a nabíjecí infrastruktury	28	18	46	2	6
	Silniční vozidla	27	1 747	1 774	218	222
	Terciární sektor	12	46	58	6	7
	Výroba biopaliv a biometanu	4	16	20	2	3
	Výroba elektřiny a dodaného tepla	341	288	628	36	79
	Železniční vozidla	0	259	259	32	32
2023–2050	**Celkem**	**2 836**	**10 733**	**13 568**	**383**	**485**
	Domácnosti – vytápění a ohřev vody	117	443	560	16	20
	Elektrolyzéry	−9	13	3	0	0
	Průmysl	49	697	746	25	27
	Renovace budov	1 244	718	1 961	26	70
	Rozvoj sítí a nabíjecí infrastruktury	118	201	319	7	11
	Silniční vozidla	589	6 065	6 655	217	238
	Terciární sektor	−149	403	254	14	9
	Výroba biopaliv a biometanu	4	18	22	1	1
	Výroba elektřiny a dodaného tepla	873	1 141	2 014	41	72
	Železniční vozidla	0	1 035	1 035	37	37

Poznámka: Investice představují součet jednorázových investic do nových technologií, včetně obnovy vozového parku.

Kvantifikace celkových nákladů nezahrnuje:

- náklady na dopravní infrastrukturu, adaptaci na změnu klimatu, oběhové hospodářství, a opatření pro snížení emisí v sektorech zemědělství, lesnictví a odpadů (mimo spaloven),
- přínosy ze zlepšení zdraví a snížení nákladů zdravotní péče v důsledku snížení dopadů ze znečištění ovzduší (environmentální externality),
- zamezené náklady vyvolané v důsledku klimatické změny, ke kterým by došlo v případě politiky korespondující scénáři WEM_rev.

5.6. Makroekonomické dopady

Analýza makroekonomických dopadů pomocí modelu E3ME pokrývá období 2020 až 2050. Dopady dodatečných opatření ve scénáři WAM3rev jsou vyhodnocovány oproti základnímu scénáři WEM_rev. Mezi analyzované makroekonomické proměnné patří HDP, spotřeba, investice, výroba, zaměstnanost, dovoz a vývoz, viz Tabulka 13.

HDP, investice, výroba i zaměstnanost jsou ve scénáři WAM3rev po celé období vyšší než v základním scénáři WEM_rev. Investice představují nejtrvalejší zlepšení oproti základnímu scénáři, zejména od poloviny 20. let 21. století. Vzestupný trend investic je doprovázen mírnými, ale trvalými růsty HDP, a produkce se také pohybují mírně nad trendem WEM_rev. Tyto výsledky naznačují, že posílené

politické intervence v rámci scénáře WAM3rev generují makroekonomické stimulační účinky, zejména prostřednictvím tvorby kapitálu a zpětnovazebních smyček řízených poptávkou.

Z teoretického hlediska jsou tyto výsledky v souladu s postkeynesiánskou strukturou modelu E3ME, který je základem srovnávací analýzy mezi scénářem WAM3rev a základním scénářem. V tomto rámci nejsou investice pouhou reakcí na úroveň příjmů, ale působí jako klíčový motor ekonomické aktivity. Když politika stimuluje zelené investice prostřednictvím stanovení cen uhlíku, regulačních standardů nebo dotací, katalyzuje to poptávku napříč různými odvětvími a spouští pozitivní multiplikační efekty. Model E3ME umožňuje takové expanze tím, že bere v úvahu volné kapacity na trzích práce i kapitálu, což je v rozporu s modely založenými na obecné rovnováze, které předpokládají plné využití zdrojů. Pozorované vzorce, konkrétně rostoucí investice spojené se zisky ve výrobě a spotřebě, jsou tedy nejen pravděpodobné, ale i očekávané v případech, kdy jsou veřejné a soukromé výdaje mobilizovány směrem k nízkouhlíkové transformaci.

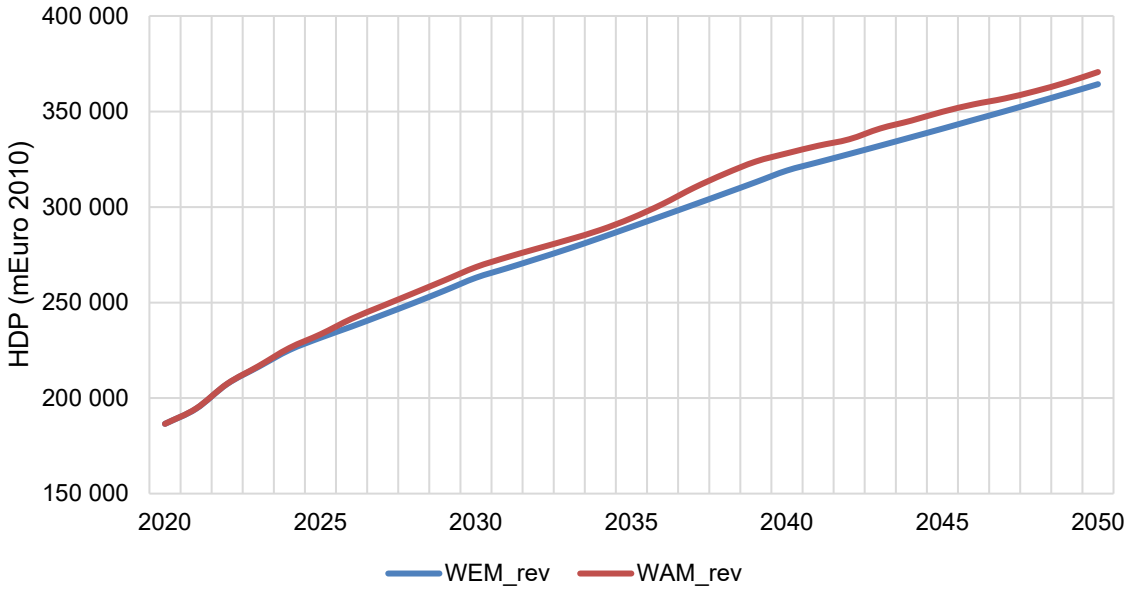
Tabulka 13: Popis proměnných v kapitole 5.6.

Proměnná	**Popis proměnné**	**Jednotka**
HDP	Hrubý domácí produkt ve stálých cenách	2010 EUR
Spotřeba	Celkové výdaje spotřebitelů	2010 EUR
Investice	Celkové investiční náklady	2010 EUR
Dovoz	Celkový dovoz	2010 EUR
Vývoz	Celkový vývoz	2010 EUR
Zaměstnanost	Celková zaměstnanost	tis. osob
Výroba	Výroba v základních cenách	2010 EUR

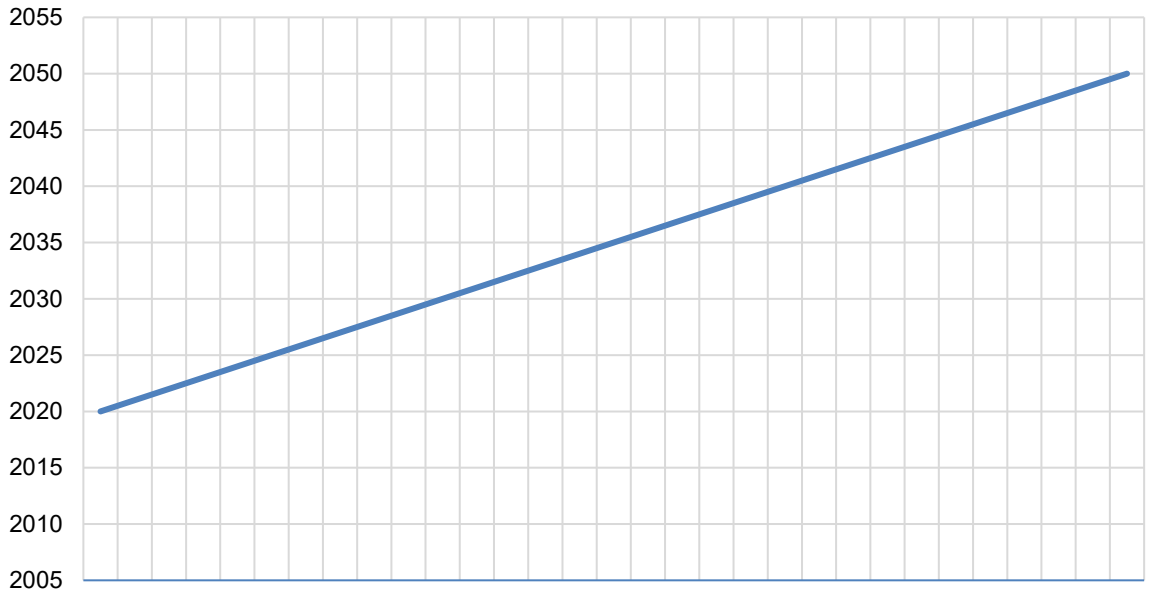
5.6.1. Hrubý domácí produkt

Dopad WAM3rev na HDP se po roce 2025 pohybuje v rozmezí 1,5 % až 3,5 % ve srovnání s WEM_rev, nejmenší rozdíl mezi scénáři je v roce 2034 (1,45 %) a naopak nejvyšší v roce 2039 (3,44 %). K největšímu rozdílu v HDP mezi scénáři dochází zejména v období 2037–2045, a to hlavně díky zvýšené investiční aktivitě. Ve většině období do roku 2050 (kromě tří let 2026, 2036 a 2040) je absolutní rozdíl mezi ročním růstem HDP v scénářích v rozmezí −0,4 % p. b. a +0,6 % p. b., přičemž období pomalejšího růstu HDP pod 1,5 % meziročně ve WAM3rev zahrnuje poslední dekádu 2040–2050. Oba scénáře mají rostoucí trajektorii HDP s nejrychlejším růstem do roku 2030 a poté mezi lety 2035–2040 (Obrázek 16). To naznačuje, že česká ekonomika by se měla rozvíjet bez ohledu na zvolené politiky, i když s mírně odlišným tempem růstu. Scénář WAM3rev s dodatečnými opatřeními obecně vykazuje vyšší růst HDP než základní scénář. To ukazuje, že investice do zelených projektů a inovací mohou potenciálně urychlit hospodářský růst. Celkový dopad WAM3rev na HDP je však relativně malý – úroveň HDP, které scénář WAM3rev dosáhne v roce 2046, by scénář WEM_rev dosáhl pouze o rok později.

Obrázek 16: Růst HDP v WEM_rev a WAM3rev



Obrázek 17: Relativní dopad na HDP (% rozdíl WAM3rev vůči WEM_rev)



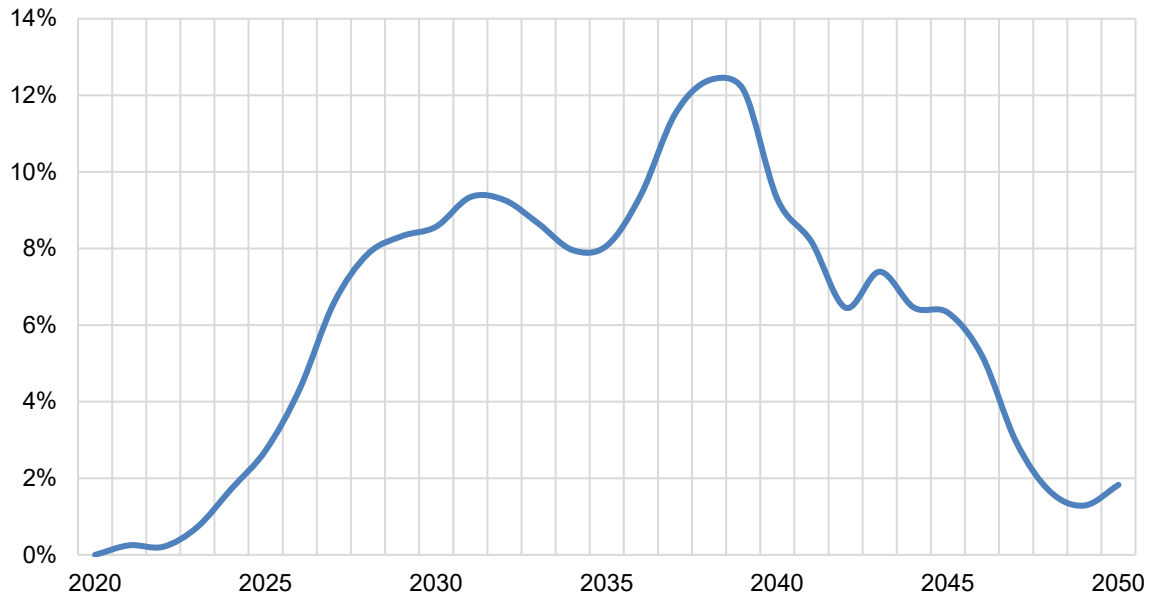
5.6.2. Investice

Nedávné empirické studie nadále podporují širší interpretaci dynamiky scénáře WAM3rev, která je založena na investicích. Analýzy OECD (2022) a IEA (2021) ukazují, že iniciativy v oblasti zelených investic, pokud jsou začleněny do ucelených politických rámců, mohou přinést čisté pozitivní účinky na HDP a průmyslovou produkci, zejména v rozvinutých ekonomikách. Podobně Jaeger et al. (2020) a UNEP (2019) zdůrazňují, že investiční strategie sladěné s politikou ochrany klimatu mají tendenci posilovat ekonomickou odolnost, přičemž spotřeba a produkce těží ze zvýšené zaměstnanosti a vedlejších efektů inovací. Výsledky scénáře WAM3rev obecně odpovídají těmto zjištěním a zároveň slouží jako připomínka toho, že cenové mechanismy, jako je ETS2, pokud jsou zavedeny bez odpovídající sociální ochrany, mohou generovat nové ekonomické tlaky v podobě zvyšujících se sociálních nerovností i přes rostoucí produkci a HDP.

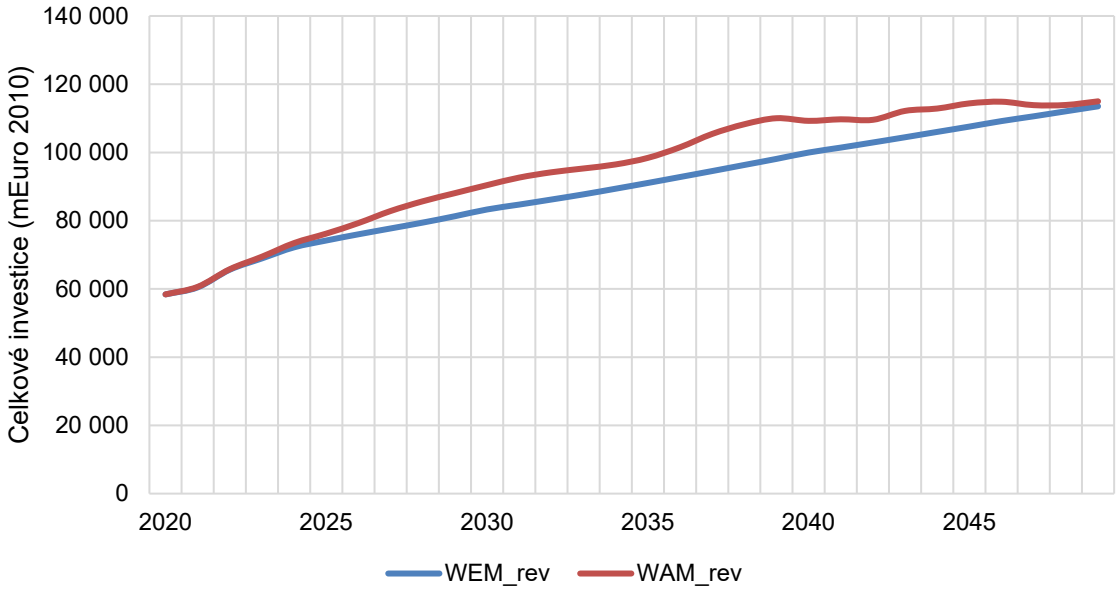
Jak bylo zmíněno výše, hlavním faktorem pozitivního dopadu na HDP ve WAM3rev jsou investice (Obrázek 19), které jsou zvýšené zejména v důsledku dodatečných investic do inovativních technologií zelené tranzice včetně nových jaderných zdrojů, přičemž jejich velká část obdrží investiční podporu z výnosů z prodeje emisních povolenek. Relativní rozdíl ve výši investic mezi scénáři WAM3rev a WEM_rev se po roce 2030 pohybuje od přibližně 9,5 % a postupně narůstá na více než 12 % kolem roku 2038. Poté se rozdíl v investicích mezi scénáři snižuje a po roce 2045 se pohybuje kolem 2 %, viz Obrázek 18. Tento trend je do značné míry sledován v celé EU, ale zvláště výrazný je v České republice. Klíčovou roli pro rozdíl v investiční aktivitě mezi scénáři hrají investice do opatření na zvýšení energetické účinnosti v průmyslu a v domácnostech. Dále pozitivně přispívají dotace na technologie výroby obnovitelné energie a zejména rozšiřování jaderných kapacit, které zvyšují investice v sektoru elektroenergetiky. Výstavba nových jaderných zdrojů implikuje v modelu E3ME investice během období 2036–2043 (v souladu se strukturou modelu k investicím dochází v modulu FTT:Power během 3 let od uvedení daného zdroje do provozu, tj. v letech 2035 (SMR 350 MWe), 2036, 2039 a 2041 (3x1100 MWe).

Vysvětlení celkového evropského poklesu investic po roce 2045 spočívá v tom, že vysoké investice v období 2025–2045 jsou poháněny potřebou uskutečnit všechny investice související s transformací, aby bylo dosaženo klimatických cílů. Patří mezi ně investice do energetické účinnosti, transformace sektoru výroby elektřiny, elektrifikace nebo instalace tepelných čerpadel. V případě České republiky je tento trend podpořen načasováním investic do nových jaderných kapacit. V podstatě do roku 2047 byla realizována většina investic souvisejících s transformací.

Obrázek 18: Relativní rozdíl v investicích – procentní rozdíl WAM3rev vůči WEM_rev



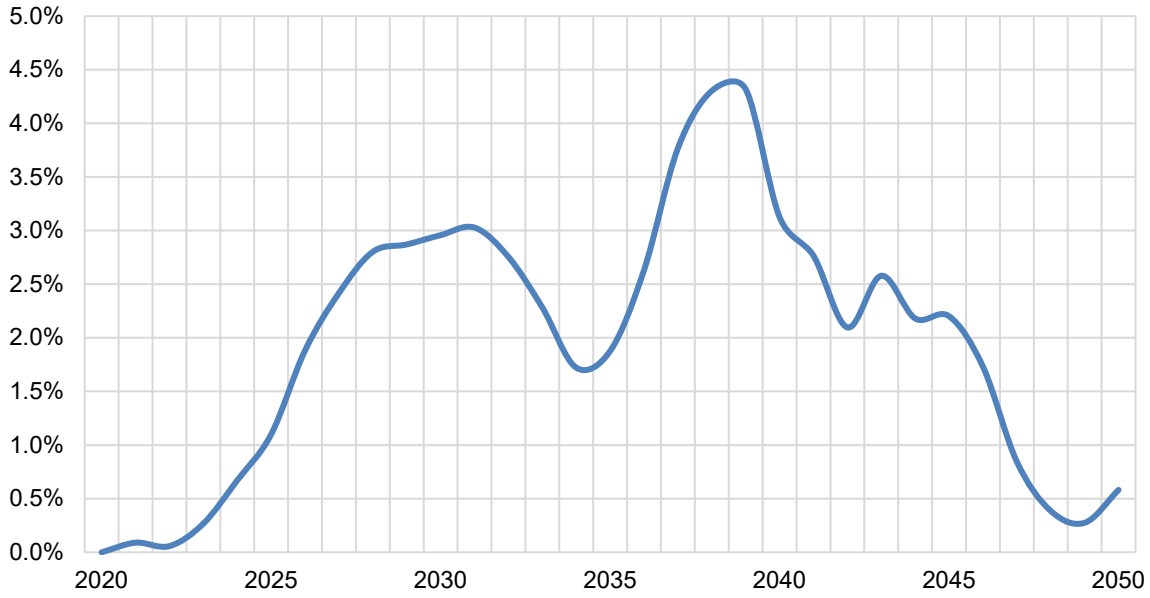
Obrázek 19: Celkové investice v WEM_rev a WAM3rev



5.6.3. Produkce

Vývoj relativní změny produkce ve scénáři WAM3rev vůči WEM_rev vykazuje analogický trend k vývoji HDP, viz Obrázek 20. Kolem roku 2030 je produkce ve WAM3rev zhruba o 3 % vyšší, následně rozdíl klesá pod 2 % v roce 2035 a před rokem 2040 dosahuje svého maxima cca 4,3 %. Na konci sledovaného období se rozdíl v produkci pohybuje na úrovni 0,5 %. Obrázek 20 zdůrazňuje dopad scénáře WAM3rev na reálnou ekonomickou aktivitu. Výše pozitivního dopadu scénáře WAM3rev na produkci je nižší než v případě investic, ale vyšší než dopady na HDP, viz Obrázek 22. Tato trajektorie je důsledkem faktu, že se vynakládá více prostředků na čistou energii a tranzici infrastruktury směrem k elektrifikaci, což vyvolává vyšší poptávku pro místní průmysl. Výsledkem je růst produkce v odvětvích, jako jsou elektrická zařízení, výroba, software a inženýrské služby.

Obrázek 20: Relativní dopad na produkci (procentní rozdíl WAM3rev vůči WEM_rev)



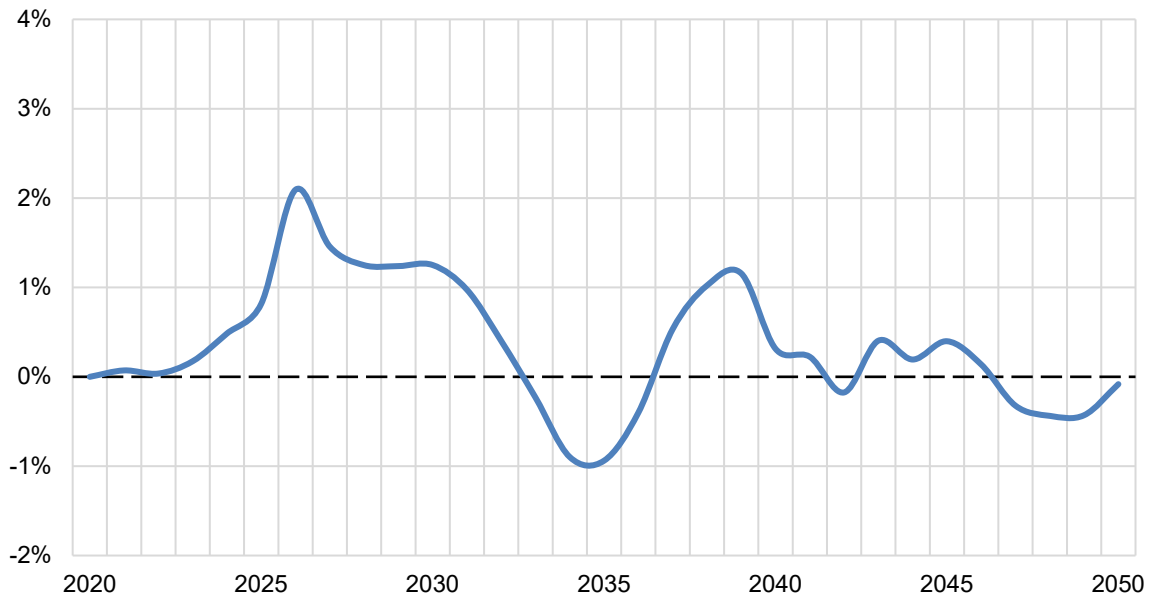
5.6.4. Spotřební výdaje

Obrázek 21 představuje relativní rozdíl výše spotřeby ve scénáři WAM3rev při porovnání se základním scénářem WEM_rev. Do roku 2032 spotřeba domácností roste nad úroveň základního scénáře, přičemž tento rozdíl dosahuje vrcholu kolem roku 2026. Největší podíl na tomto relativním nárůstu spotřeby ve scénáři WAM3rev má zvýšený prodej bezemisních a nízkoemisních vozidel (BEV, PHEV), která mají v současnosti vyšší kapitálové výdaje ve srovnání s konvenčními vozidly se spalovacím motorem. Úspory na spotřebě benzínu, ale také plynu a elektřiny – díky opatřením na zvýšení energetické účinnosti financovaným z recyklace příjmů z ETS – zvyšují disponibilní příjem, a tím i spotřebu ostatního zboží.

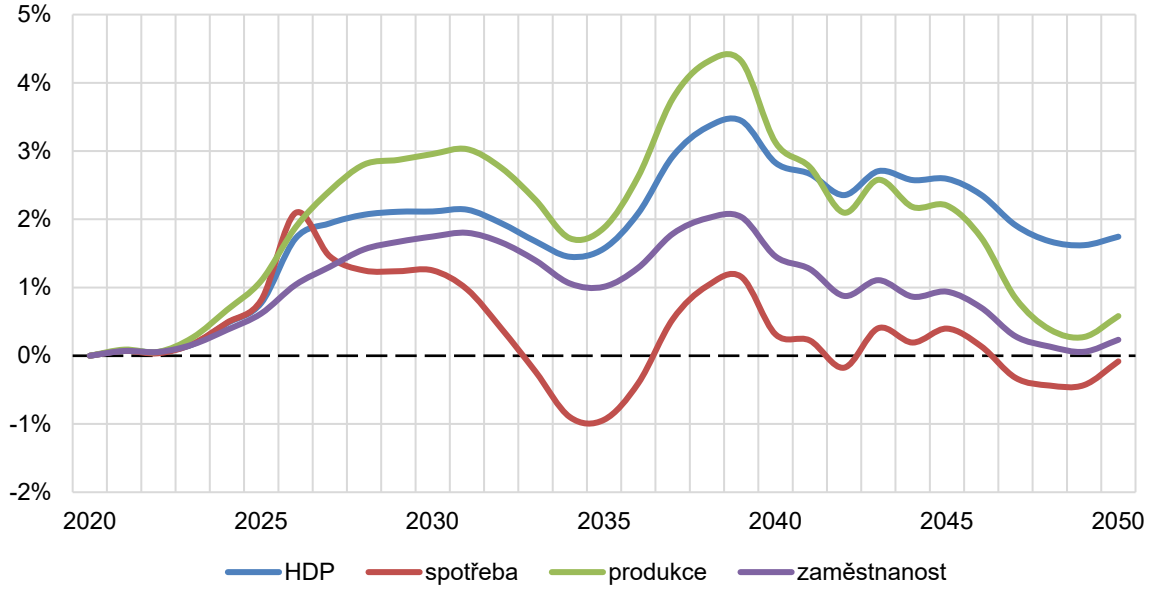
Při dalším zkoumání trajektorie spotřeby však WAM3rev odhaluje období stagnace, a dokonce poklesu ve srovnání se základním scénářem, zejména ve 30. letech. To vyžaduje opatrnější interpretaci. I když celková ekonomická produkce roste, domácnosti čelí vyšším životním nákladům, a dochází k omezení spotřebních výdajů. Nedávný výzkum o ETS2 (Carbon Pulse, 2024) naznačuje, že rozšíření obchodování s emisemi na budovy a dopravu by mohlo výrazně zvýšit náklady domácností na energii a mobilitu, potenciálně o stovky eur na domácnost ročně. Pokud tyto nárůsty nákladů nebudou kompenzovány cílenou redistribucí (např. prostřednictvím Sociálního klimatického fondu), domácnosti mohou omezit své výdaje v jiných oblastech, což oslabí širší reakci spotřeby. Pozorovaný střednědobý pokles spotřeby v rámci scénáře WAM3rev by proto mohl odrážet reálné tlaky na cenovou dostupnost při vysokých cenách uhlíku, zejména pro domácnosti se středními a nižšími příjmy. Tyto poznatky poukazují na důležitost navržení ETS2 se silnými zárukami spravedlnosti, má-li být zachován růst spotřeby.

Na konci modelovaného období fluktuují celkové dopady na spotřebu kolem úrovně referenčního scénáře WEM_rev v důsledku vyššího absolutního přijmu z ETS určeného k redistribuci domácnostem.

Obrázek 21: Relativní dopad na spotřební výdaje (procentní rozdíl WAM3rev vůči WEM_rev)



Obrázek 22: Srovnání relativního dopadu na HDP, spotřebu, výrobu a zaměstnanost (procentní rozdíl WAM3rev vůči WEM_rev)

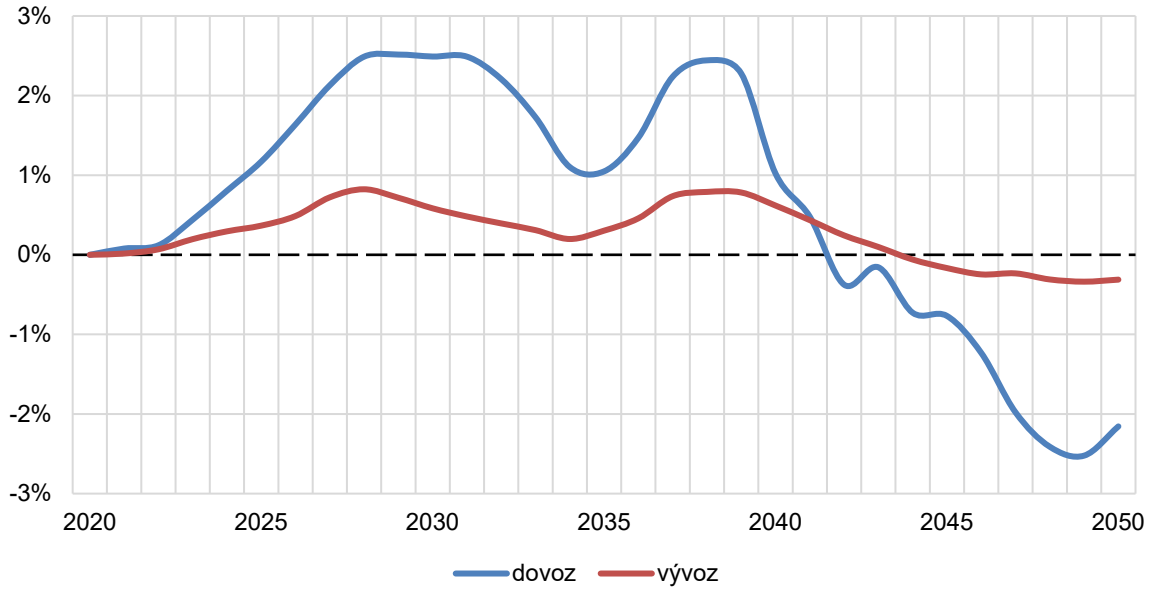


5.6.5. Obchodní bilance

Dovoz i vývoz vykazují podobné vývojové trendy, kdy do roku 2041 je přítomen pozitivní dopad scénáře WAM3rev, pouze s odlišnou intenzitou. Zatímco u vývozu jde o rozdíl mezi scénáři do jednoho procenta, dovoz se zvyšuje o zhruba 2,5 % ve srovnání s referenčním scénářem, což se očekává. Zvýšené investice do infrastruktury a technologií přirozeně zvyšují poptávku po meziproduktech a kapitálových statcích, z nichž některé jsou dováženy. Jedná se zejména o dovoz motorových vozidel a zboží potřebného pro dekarbonizační snahy, jako je ocel, elektrické vybavení, guma a stroje. V malých až středně velkých otevřených ekonomikách, jako je Česká republika, jsou takové nárůsty dovozu normální součástí modernizace kapitálu. E3ME modeluje tuto reakci prostřednictvím rovnic tažených poptávkou a citlivých na ceny a pozorovaný vzorec je s tímto rámcem konzistentní. Vývoz naproti tomu zůstává více stabilní, což znamená, že zatímco WAM3rev nepodkopává mezinárodní konkurenceschopnost ani ji významně nezvyšuje. Tento výsledek pravděpodobně odráží vnitřně zaměřenou orientaci WAM3rev, kdy se politické úsilí soustředí spíše na domácí emise a infrastrukturu než na průmyslovou expanzi taženou vývozem.

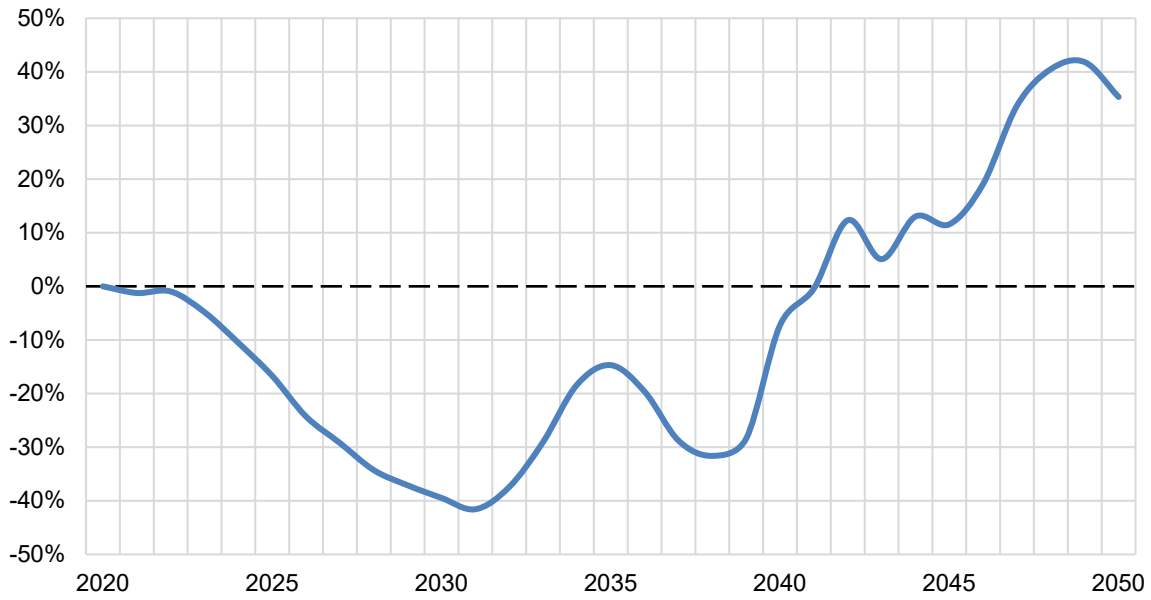
Po roce 2040 jsou dovoz i vývoz ve scénáři WAM3rev nižší než ve WEM_rev, dovoz až o téměř 2,5 % koncem sledovaného období. Vývoj exportu je více hladký a zpomaluje růst jen lehce pod úroveň scénáře WEM_rev. Změna vývozu mezi scénáři je tažená primárně oscilacemi v sektoru dopravy, kde nastává propad kolem roku 2035 způsobený snížením dostupnosti konvenčních automobilů a tento trend se následně obrací s nástupem vyššího podílu elektromobility. Vývoj dovozu je ovlivněn zejména omezením dovozu nerostných surovin, který souvisí s odklonem od fosilních paliv a transformací ekonomiky směrem k nízkouhlíkovým technologiím.

Obrázek 23: Relativní dopad na dovoz a vývoz: (procentní rozdíl WAM3rev vůči WEM_rev)



Obrázek 24 pak ukazuje vývoj obchodní bilance jako rozdílu mezi vývozem a dovozem. Z vývoje popsaného výše je zřejmý negativní dopad obchodní bilance na HDP až do roku 2040, s významnými negativními efekty kolem roku 2030. Po roce 2040 se dopad obchodní bilance na HDP stává pozitivním a v posledních letech se stává hlavním přispěvatelem růstu HDP. Zlepšení obchodní bilance po roce 2040 překonává investice jako hlavního přispěvatele pozitivních dopadů na HDP v posledních letech sledovaného období.

Obrázek 24: Relativní rozdíl v obchodní bilanci (procentní rozdíl WAM3rev vůči WEM_rev)



5.6.6. Zaměstnanost

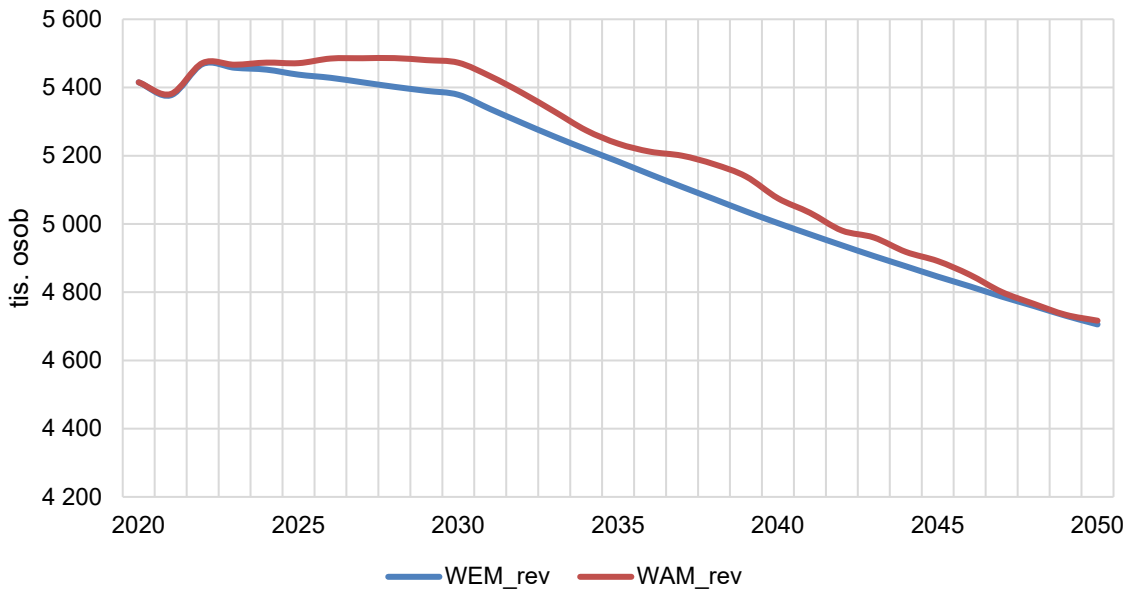
Zaměstnanost zůstává v průběhu sledovaného období z velké části bez výraznějších změn. Ačkoli se to může zdát nevýrazné vzhledem k ziskům v investicích a produkci, odráží to způsob, jakým E3ME zachycuje reakce trhu práce. V E3ME není zaměstnanost úzce spjata s růstem HDP, protože tvorba pracovních míst závisí na sektorové náročnosti na práci, mzdových nákladech a produktivitě. Přechod vedený rozsáhlými kapitálovými investicemi do energetické nebo dopravní infrastruktury může přinést méně pracovních míst na euro vynaložených prostředků než investice do služeb náročných na práci nebo do odvětví zaměřených na spotřebitele. Kromě toho některé zisky v produktivitě mohou snížit poptávku po práci, i když produkce roste. Zatímco WAM3rev se vyhýbá ztrátám pracovních míst, negeneruje ani velké nové zisky v zaměstnanosti, což zdůrazňuje potřebu doplňkových politik trhu práce na podporu růstu pracovních míst v nově vznikajících odvětvích.

Toto zjištění je podpořeno i nedávnými studiemi. OECD (2022) konstatuje, že samotné zelené investice nezaručují krátkodobý růst zaměstnanosti, zejména pokud jsou investice směrovány do kapitálově náročných odvětví. Jaeger et al. (2020) tvrdí, že třecí plochy na trhu práce, jako je nesoulad dovedností nebo geografická nemobilita, mohou bránit novým zeleným odvětvím v pohlcování propuštěných pracovníků, pokud neexistuje záměrná politická podpora. Pollin a Chakraborty (2021) podobně poukazují na to, že i odvětví „zelená“ a náročná na práci vyžadují rekvalifikaci, plánování a mzdovou podporu, aby se potenciál přeměnil ve skutečný růst zaměstnanosti.

Celková zaměstnanost ve scénáři WAM3rev se do roku 2028 mírně zvyšuje na úroveň 5,48 mil. osob. Poté zaměstnanost postupně klesá až na úroveň 4,72 mil. osob v roce 2050. Oproti tomu ve scénáři WEM_rev nepřekonává celková zaměstnanost historickou úroveň 5,47 mil. osob v roce 2022 a do roku 2050 postupně klesá k úrovni 4,7 mil. osob, viz Obrázek 25. Absolutní pokles počtu zaměstnaných osob ve scénáři WEM_rev je dán predikcí obyvatelstva a pracovníků v benchmarku v modelu E3ME.

Ve WAM3rev je zaměstnanost ve srovnání s WEM_rev o něco vyšší po celé období, s největším rozdílem kolem let 2038–2039, a to o 2 %, což je absolutně zhruba 102 tis. osob. V období 2026–2031 scénář WAM3rev zvyšuje zaměstnanost ve srovnání s základním scénářem o 56–96 tis. osob. Okolo roku 2035 se rozdíl v zaměstnanosti mezi scénáři dočasně snižuje na přibližně 50 tis. osob. Po roce 2040 se rozdíl v zaměstnanosti mezi scénáři postupně snižuje ze 72 tis. osob až ke svému minimu necelých 3 tis. osob v roce 2049.

Obrázek 25: Celková zaměstnanost v WEM_rev a WAM3rev

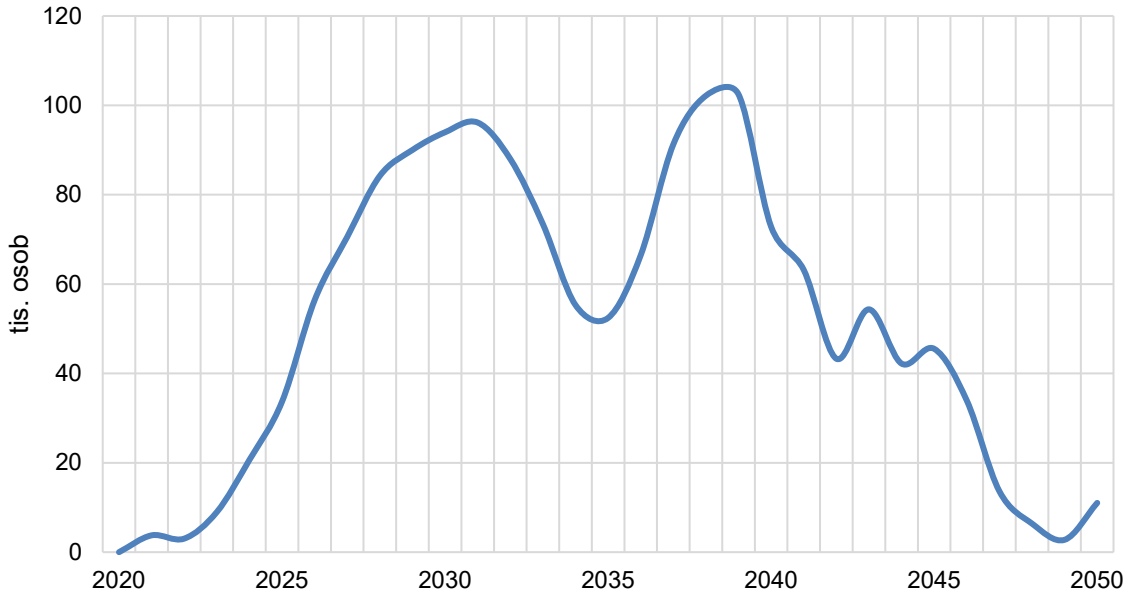


K nejvýraznějšímu nárůstu zaměstnanosti oproti scénáři WEM_rev dochází ve stavebnictví a odvětvích spojených se stavebními a přípravnými pracemi (zejm. Arch. a inž. služby), což souvisí s investiční aktivitou výstavby nových energetických zdrojů a úspor energie. Mezi lety 2026 a 2045 je zaměstnanost ve stavebnictví o necelých 5 až 13,5 % vyšší než ve WEM_rev, s vrcholem v roce 2038. V absolutních číslech se jedná o pozitivní rozdíl průměrně 27 tisíc pracovních míst ročně, s vrcholem 38,5 tisíc dodatečných pracovních míst v roce 2038. Pro inženýrské služby jde o 10–15,6% nárůst, což absolutně představuje 7–15,4 tisíc dodatečných pracovních míst ročně.

Velmi podobný efekt v období 2026–2040 má scénář WAM3rev na zaměstnanost v sektorech spojených s výzkumem a vývojem a informačními službami, kde přidaná pracovní místa dosahují v průměru 6,2; resp. 7,5 tisíc. V sektoru energetiky je pozitivní efekt mezi roky 2030 a 2045 řádově kolem 7 %, když absolutně se jedná o průměrně zhruba 2,8 tis. pracovních míst ročně. Výraznější pozitivní efekt mají politiky WAM3rev rovněž na těžbu nekovových minerálů, kde po roce 2040 každoročně přibývá zhruba 20 tisíc pracovních míst, což je relativní nárůst až o 32–36 %, který je tažen zejména zvýšenou poptávkou ze stavebnictví.

Po roce 2035 se významně snižuje objem pracovních míst v sektorech spojených s produkcí a prodejem automobilů, který dosahuje největšího propadu v roce 2045 s ročním poklesem o téměř 40 000. Adekvátně k přesunu poptávky z individuální na hromadnou dopravu se zvyšuje zaměstnanost v sektoru dopravy, průměrně o 2 tisíc ve srovnání s WEM_rev. V důsledku klesající poptávky po fosilních palivech je efekt na počet pracovních míst souvisejících se zpracováním ropy a zemního plynu záporný po celé sledované období, s narůstající negativní tendencí dosahující rozdílu až 34 % koncem sledovaného období, nicméně absolutně se jedná o průměrně méně než tisíc pracovních míst.

Obrázek 26 Dopad na zaměstnanost – rozdíl WAM3rev vůči WEM_rev (tis. osob)



5.7. Distribuční dopady – dopady na energetickou chudobu a finanční dostupnost dopravy

Tato podkapitola se zaměřuje na ex-ante analýzu dopadů zavedení systému EU ETS2 na domácnosti v letech 2027, 2030 a 2032. Systém EU ETS2, který bude od roku 2027 zpoplatňovat emise z fosilních paliv v sektorech budov a silniční dopravy, bude mít nevyhnutelný dopad na ceny paliv a energií.

Zvýšení cen paliv a energií nemusí nutně vést ke zvýšení výdajů na paliva a energie. V celkovém dopadu na rozpočty domácností hrají roli dva významné faktory. Prvním je reakce spotřebitelů paliv a energií na změnu jejich cen. Tato reakce je měřená cenovými elasticitami, přičemž v analýze předkládáme dvě varianty: (i) scénář s téměř nulovými přímými cenovými elasticitami poptávky po energiích a (ii) scénář s cenovou elasticitou poptávky po energiích −0,88, která odráží přizpůsobení spotřeby energií v domácnostech v reakci na změny cen v minulosti (MFČR, 2022). Druhým faktorem je změna příjmů vyvolaná danou politikou.

Hlavním cílem studie je analyzovat distribuci dopadů mezi jednotlivými skupinami domácností; tj. kvantifikovat podíl ohrožených domácností a identifikovat ty skupiny, které budou nejvíce ohrožené. V této studii se zaměřujeme na kvantifikaci dopadů zavedení opatření obsažených ve scénáři WAM3rev ve srovnání se scénářem WEM_rev na příjmy a výdaje domácností a míru ohrožení energetickou a finanční dostupností dopravy.

Pro měření energetické chudoby používáme indikátor 20 % LIHC, kde zároveň omezujeme množinu domácností, které mohou být identifikovány jako energeticky chudé pouze na 1. až 5. příjmový decil. Pro měření finanční dostupnosti dopravy používáme indikátor LIHC, který zohledňuje jak výdaje na dopravu, tak disponibilní příjem domácnosti po odečtení nákladů na bydlení a dopravu, taktéž pro 1. až 5. příjmový decil.

Protože jsou indikátory chudoby zvolené v této studii poměrové ukazatele výdajů a příjmů, chudoba (energetická, finanční dostupnost dopravy) může být snížená, když se příjmy domácností zvýší relativně více než se zvýší výdaje na energie. Jinými slovy, zvýšení cen paliv a energií může vést jak ke zvýšení, tak také ke snížení chudoby. A priori, bez modelování, není možné posoudit, zda daná politika povede k pozitivním, nebo negativním dopadům na energetickou a finanční dostupnost dopravy.

Ex-ante analýza dopadů je provedena pomocí mikrosimulačního modelu DASMOD (Distributional And Social Impact Model). Model simuluje dopady změn cen spotřebních statků a služeb na příjmy a výdaje domácností. Simulace změn příjmů a výdajů domácností v letech 2027, 2030 a 2032 předpokládá spotřební koš a strukturu příjmů v referenčním roce modelu DASMOD (2023) a reakci spotřebitelů měřenou cenovými a příjmovými elasticitami poptávky.

Zavedení dodatečných opatření včetně EU ETS2 ve scénáři WAM3rev nemusí mít nutně výrazný vliv na energetickou chudobu a finanční dostupnost dopravy na úrovni ČR, ve srovnání se scénářem WEM_rev se stávajícími opatřeními. Reakce spotřebitelů na změny cen je ovšem zásadním parametrem určujícím míru dopadu cenových změn na energetickou chudobu. Při slabé až žádné reakci spotřebitelů jsou všechny sledované poměry chudoby výrazně vyšší než při silnější reakci spotřebitelů. Dopady na příjmy domácností jsou relativně malé, pozorujeme ale určitý nárůst výdajů, zejména za energie a paliva, který se v čase mírně prohlubuje.

Při detailnějším pohledu na jednotlivé skupiny obyvatel vidíme větší dopady u některých zranitelných skupin. U energetické chudoby i finanční dostupnosti dopravy se jedná především o seniory a rodiny s více dětmi. Vhodná politika, například podpora obměny předmětů dlouhodobé spotřeby za úspornější a zvyšování energetické gramotnosti, proto může negativní dopady na domácnosti zmírnit.

Empirická evidence ukazuje, že domácnosti mohou při správné kombinaci intervencí významně snížit svou spotřebu energie až o 10–30 % v závislosti na typu opatření. Investice části výnosů z dodatečných

opatření do programů podporujících energetickou efektivitu a změnu spotřebního chování by proto měla být nedílnou součástí implementace klimatické politiky.

5.7.1. Data a popis modelu DASMOD

Pro modelování distribučních dopadů využíváme mikrosimulační model DASMOD – „*Distributional And Social Impact Model*“. Jedná se o statický mikrosimulační optimalizační model, který slouží k analýze vlivů environmentálních a dalších politik na výdaje a příjmy domácností v České republice. Podrobný popis modelu je k dispozici v Opatrný a Ščasný (2025b).

Klíčovými vstupy do modelu jsou cenové změny prognózované makroekonometrickým modelem E3ME, elasticity a změna příjmů, zatímco hlavními výstupy jsou změny ve výdajích. Studie kvantifikuje dopady pro roky 2027, 2030 a 2032.

Model DASMOD má statický charakter – v simulacích vychází ze struktury spotřeby a příjmů, které jsou pozorovány v referenčním roce 2023. Změny ve spotřebním koši jsou odvozeny od předpokládaných reakcí spotřebitelů na změny cen (příjmové a cenové elasticity) v kombinaci s novými cenovými úrovněmi.

Pro analýzu využíváme data z propojených datasetů Statistiky rodinných účtů (SRÚ) a Výběrového šetření příjmů a životních podmínek domácností (SILC) za rok 2023, který slouží jako referenční rok pro ex-ante modelování.

Pro měření energetické chudoby používáme indikátor 20 % LIHC, který je definován následovně:

$$20\,\%\,LIHC_i = 1, \text{pokud } (Y_i - H_i - E_i) < Hranice\ chudoby\ a\ \frac{E_i}{Y_i} > 0{,}2\,;\ \text{jinak } 20\,\%\,LIHC_i = 0,$$

kde E_i jsou výdaje na energie, H_i jsou výdaje na bydlení a Y_i jsou čisté příjmy domácnosti. Hranice chudoby je stanovená na 60 % mediánu čistého příjmu domácnosti. Tento indikátor je omezen pouze na domácnosti v 1. až 5. příjmovém decilu.

Pro měření finanční dostupnosti dopravy používáme indikátor LIHC:

$$LIHC_i = 1, \text{ pokud } (Y_i - H_i - T_i) < Hranice\ chudoby\ a\ T_i > Median\,(T);\ \text{jinak } LIHC_i = 0,$$

kde T_i jsou výdaje na dopravu. Čistými příjmy rozumíme neekvivalizované čisté roční příjmy na domácnost pro účely výpočtu energetické chudoby, zatímco pro finanční dostupnost dopravy pracujeme s ekvivalizovanými příjmy a výdaji podle definice spotřební jednotky EU.

Výdaje na dopravu zahrnují výdaje na pohonné hmoty, údržbu a provoz vozidel, stejně jako výdaje na služby osobní dopravy (veřejná doprava). Podrobná klasifikace výdajů je dostupná v Opatrný a Ščasný (2025b).

5.7.2. Ex ante analýza: Dopady WAM3rev ETS 2

Předpoklady

Popis jednotlivých scénářů z hlediska recyklace výnosů obsahuje Tabulka 14. Předkládané scénáře představují dva klíčové modelové případy pro analýzu dopadů zavedení systému EU ETS2 v České republice. První scénář (WEM_rev) představuje referenční situaci s existujícími opatřeními, kdy jsou investice realizovány pouze prostřednictvím Modernizačního fondu (388 mld. Kč) v období 2023–2032. Druhý scénář (WAM3rev) zahrnuje dodatečná opatření včetně zavedení EU ETS2, což se projevuje v alokaci prostředků mezi jednotlivé nástroje – Modernizační fond (429 mld. Kč), nově Sociální klimatický fond (SKF) ve výši 46 mld. Kč a investice ze systému EU ETS2 (163 mld. Kč).

Porovnáním těchto dvou scénářů lze vyhodnotit efekt zavedení dodatečných opatření včetně EU ETS2. Všechny částky jsou uvedeny v miliardách Kč v cenách roku 2023. Je důležité poznamenat, že ani jeden scénář nepočítá s dodatečnými kompenzacemi pro domácnosti (lump-sum).

Tabulka 14: Popis jednotlivých scénářů a investic pro období 2023–2032

Scénář	ModF investice 2023–2032	SCF investice 2027–2032	ETS1 investice 2023–2032	ETS2 investice 2027–2032	Lump sum 2027–2032
WEM_rev	388	0	0	0	0
WAM3rev	429	46	291	163	0

Poznámka: WEM_rev – Referenční scénář, žádné kompenzace domácnostem; WAM3rev – Scénář se zavedením EU ETS2, žádné kompenzace domácnostem.

Tabulka 15 přibližuje předpokládaný vývoj reálného růstu příjmů v České republice pro období 2026–2032 ve dvou různých scénářích. Růst příjmů je v modelu odvozen od predikovaného vývoje reálného růstu HDP. Pro predikci HDP byl v krátkodobém horizontu (do roku 2025) na základě diskusí s tvůrci politik použit konzervativní odhad vycházející z podzimní prognózy Evropské komise z roku 2023 (EC, 2023), pro období od roku 2026 následují předpovědi modelu E3ME. Rozdíly mezi scénáři v reálném růstu příjmů jsou velmi malé, což naznačuje, že zavedení dodatečných opatření včetně EU ETS2 nemusí mít výrazně negativní vliv na disponibilní příjem domácností. Nejvýrazněji se scénáře od sebe liší v roce 2032, kdy je meziroční reálný růst příjmů v referenčním scénáři WEM_rev (0,56 %) mírně vyšší oproti scénáři WAM3rev (0,50 %).

Tabulka 15: Předpoklad reálného průměrného růstu disponibilních příjmů domácností (v % ročně)

Scénář	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
WEM_rev	0,76	0,55	0,55	0,48	0,50	0,39	0,56
WAM3rev	0,76	0,55	0,53	0,46	0,49	0,40	0,50

5.7.3. Vliv předpokladů na indikátory chudoby

Následující Tabulka 16 ukazuje velmi důležité zjištění, že samotná schopnost domácností přizpůsobit se cenovým změnám je klíčovým faktorem ovlivňujícím energetickou chudobu. Pro ilustraci byly využity dva scénáře cenových elasticit – nulové (bez cenové odezvy) a záporné (−0,88) dle výpočtu z MF.

V případě, kdy domácnosti aktivněji přizpůsobují svou spotřebu cenám energií (záporné elasticity dle MF), pohybuje se ukazatel energetické chudoby 20 % LIHC mezi 11,0 % a 11,5 %, přičemž tento rozdíl mezi scénáři WEM_rev a WAM3rev není statisticky významný – jinými slovy ETS2 energetickou chudobu měřenou 20 % LIHC nezvyšuje ani nesnižuje.

Naproti tomu v situaci, kdy domácnosti reagují na cenové změny méně pružně (bez cenové odezvy), stoupá ukazatel 20 % LIHC výrazně výše – na 13,8 % ve scénáři WEM_rev a dokonce 17,3 % ve scénáři WAM3rev, s podobným rozmezím statistické nejistoty. Zde už je rozdíl mezi scénáři statisticky významný, až 3,5 p. b.

Z pohledu tvorby politik je toto zjištění mimořádně důležité. Naznačuje totiž, že účinnější cestou ke snížení energetické chudoby může být podpora a motivace domácností k aktivnějšímu přizpůsobování se cenovým změnám, například prostřednictvím investic do úspornějších spotřebičů nebo změn spotřebitelského chování než spoléhání se pouze na příznivý ekonomický vývoj. Navíc se ukazuje, že případné negativní dopady zavedení dodatečných opatření mohou být výrazně zmírněny, pokud domácnosti dokážou pružně reagovat na cenové signály.

V dalších částech používáme cenové elasticity dle MF (není-li stanoveno jinak) a růst reálných příjmů, jak uvádí Tabulka 15.

Tabulka 16: Vliv cenových elasticit na indikátor energetické chudoby 20 % LIHC

Indikátor 20 % LIHC v roce 2032	Bez cenové odezvy	Cenové elasticity poptávky po energiích dle MF
WEM_rev	13,8 % [12,7;15,0]	**11,0 % [10,0; 11,9]**
WAM3rev	17,3 % [16,2;18,6]	**11,5 % [10,5; 12,5]**

Poznámka: Tučně jsou vyznačené hodnoty z preferenčních kombinací. Pro výpočet statistické inference byla použita metoda bootstrap s 1 000 iteracemi. Tato metoda spočívá v opakovaném náhodném výběru s vracením z původního datového souboru, přičemž v každé iteraci je vytvořen nový vzorek stejné velikosti jako původní data. Pro každý takto vytvořený vzorek je následně spočítán sledovaný ukazatel energetické chudoby. Z těchto 1 000 odhadů jsou pak vypočteny intervaly spolehlivosti, které představují 2,5. a 97,5. percentil rozdělení bootstrapových odhadů, čímž získáváme 95% interval spolehlivosti pro náš odhad. Tato metoda nám umožňuje kvantifikovat nejistotu našich odhadů bez nutnosti předpokladů o konkrétním pravděpodobnostním rozdělení dat.

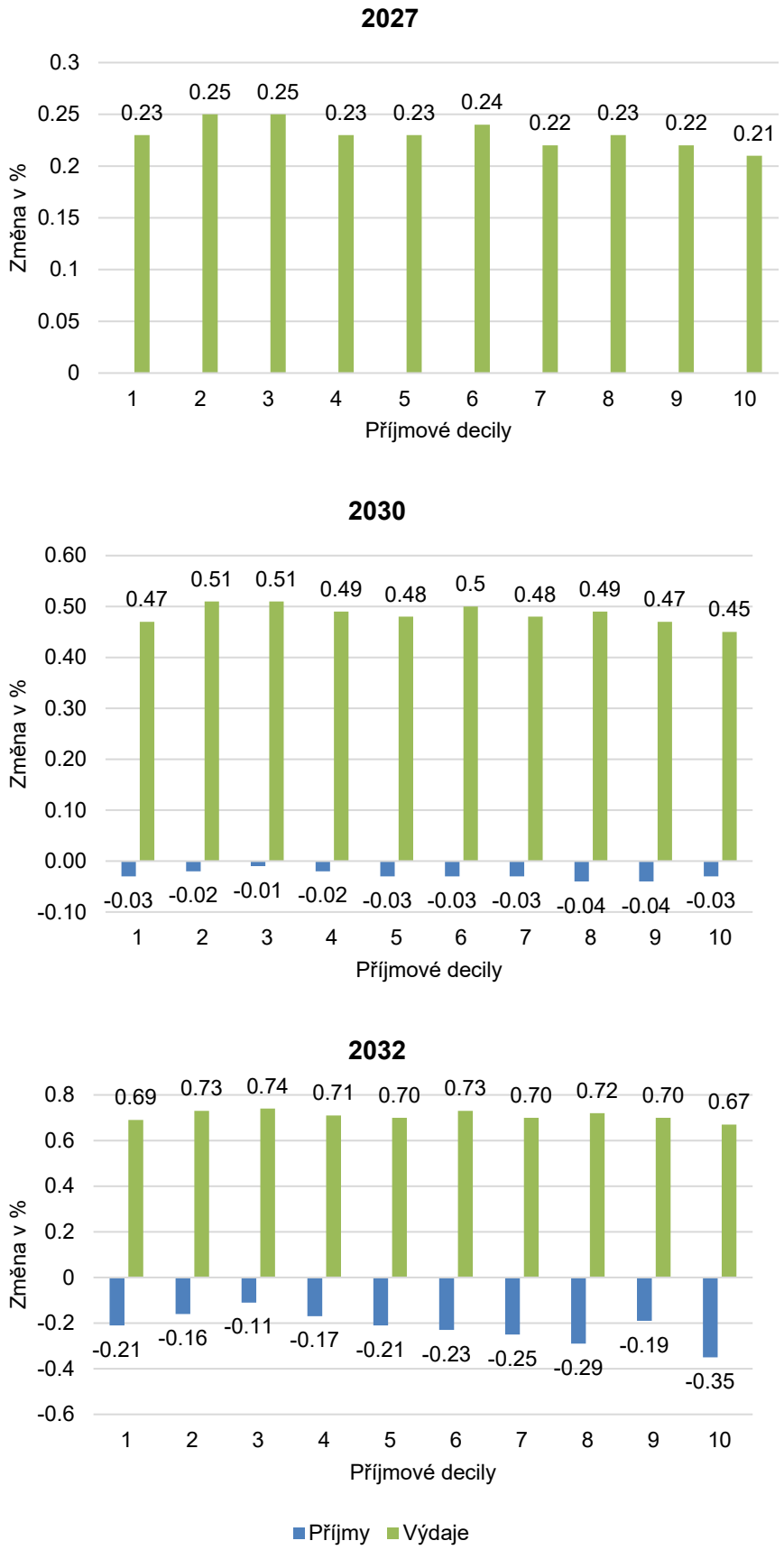
5.7.4. Dopad na příjmy a výdaje

Obrázek 27 ukazuje distribuční dopady zavedení dodatečných opatření včetně EU ETS2 na příjmy a výdaje českých domácností v letech 2027, 2030 a 2032, přičemž simulace vychází z konzervativního předpokladu reálného růstu příjmů kombinujícího krátkodobou prognózu EC (do 2025) a střednědobé projekce modelu E3ME (viz Tabulka 15). Je důležité zdůraznit, že prezentované hodnoty představují relativní rozdíly mezi scénáři WAM3rev a WEM_rev, nikoliv změny oproti současnému stavu. Díky velmi malým rozdílům reálného růstu příjmů pro oba scénáře jsou rozdíly v příjmech v řádech setin až desetin procenta a tento rozdíl je v rámci statistické chyby, a proto se dále věnujeme především rozdílům ve výdajích.

V roce 2027 pozorujeme relativně mírné rozdíly mezi scénáři. Výdaje jsou ve scénáři WAM3rev systematicky vyšší napříč všemi decily, s rozdíly od 0,20 % do 0,25 % oproti referenčnímu scénáři WEM_rev. V roce 2030 se rozdíly mezi scénáři zvýrazňují. Výdaje vykazují větší rozdíly než v roce 2027, s nejvýraznějším rozdílem okolo 0,45 % ve třetím decilu. Nejzřetelnější rozdíly mezi scénáři jsou pozorovány v roce 2032, kdy výdaje vykazují systematicky vyšší hodnoty ve scénáři WAM3rev, s rozdíly dosahujícími až 0,70 % ve třetím decilu.

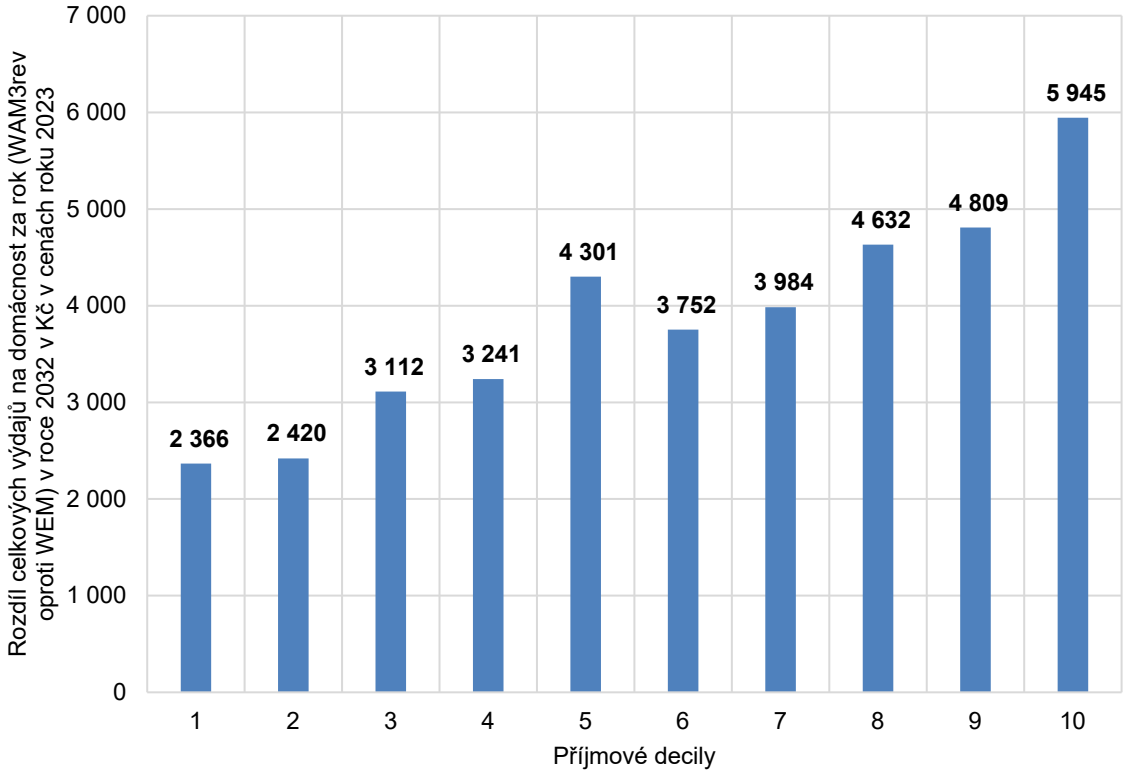
Hlavní příčinou je postupný náběh systému EU ETS2 a dalších opatření zahrnutých ve scénáři WAM3rev. Systém EU ETS2 bude od roku 2027 zpoplatňovat emise v budovách a silniční dopravě prostřednictvím dodavatelů paliv, čímž postupně zvyšuje ceny kapalných, pevných i plynných paliv. Rostoucí rozdíly mezi scénáři WAM3rev a WEM_rev proto odrážejí narůstající dopad tohoto systému v čase.

Obrázek 27: Dopady zavedení EU ETS2 na disponibilní příjmy a výdaje domácností (procentní rozdíl WAM3rev oproti WEM_rev)



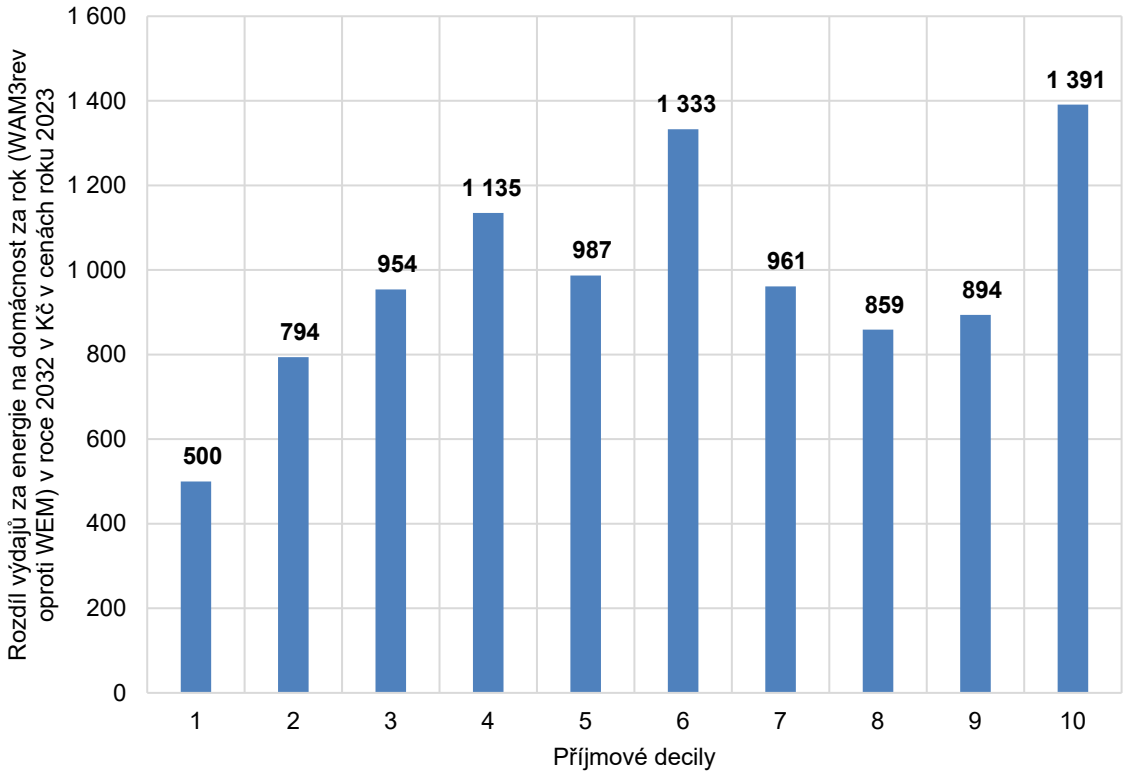
V absolutním vyjádření představují rozdíly mezi scénáři WEM_rev a WAM3rev v roce 2032 relativně nízký dopad na výdaje domácností napříč příjmovými decily (viz Obrázek 28). Nejvyšší absolutní rozdíl v **celkových výdajích** je pozorován nepřekvapivě u desátého decilu, kde domácnosti zaplatí v průměru téměř o **6 tis. Kč** více ročně. Naopak nejnižší rozdíl je u prvního decilu, kde činí zhruba **2,4 tis. Kč**. Průměrný rozdíl napříč všemi domácnostmi dosahuje zhruba **4,3 tis. Kč** ročně. Vzhledem k tomu, že průměrné roční výdaje domácností ve scénáři WEM_rev činí zhruba **450 tis. Kč**, odpovídá tento rozdíl méně než 1 **%** celkových výdajů (viz Obrázek 27, rok 2032). To naznačuje, že dopad je v kontextu celkových výdajů relativně mírný.

Obrázek 28: Rozdíl absolutních celkových výdajů na domácnost v roce 2032 (WAM3rev oproti WEM_rev) – průměr v cenách roku 2023



Podobný trend je patrný i u **výdajů na energie**, kde rozdíl mezi scénáři rovněž roste s příjmovým decilem (viz Obrázek 29). Nejvyšší rozdíl je opět u desátého decilu (zhruba **1,4 tis. Kč**), zatímco nejnižší u prvního decilu (**500 Kč**). Průměrný rozdíl v energetických výdajích činí zhruba **1 tis. Kč** ročně, což představuje přibližně **2 %** z průměrných energetických výdajů domácností ve scénáři WEM_rev (**52 tis. Kč**). Zajímavým prvkem je mírný pokles rozdílů mezi sedmým až devátým decilem, které vykazují nižší absolutní rozdíly než domácnosti ve 4.–6. decilu. Tento jev může indikovat vyšší míru energetické efektivity, úspornější typy bydlení nebo odlišné spotřební vzorce v těchto příjmových skupinách. Naznačuje to, že dopady EU ETS2 nejsou rozloženy lineárně podle příjmu, ale mohou být ovlivněny strukturálními charakteristikami domácností, jako je typ obydlí, způsob vytápění či investice do energeticky úsporných technologií.

Obrázek 29: Rozdíl výdajů za energie na domácnost v roce 2032 (WAM3rev oproti WEM_rev) – průměr v cenách roku 2023



Následující Tabulka 17 ukazuje procentuální rozdíly **ve výdajích** mezi scénáři WAM3rev a WEM_rev podle jednotlivých produktových kategorií v letech 2027, 2030 a 2032.

Nejvýraznější nárůsty výdajů pozorujeme u kategorií přímo spojených s fosilními palivy:

- Zemní plyn (Gas): nárůst od 2,07 % v roce 2027 až po 4,56 % v roce 2032
- Pohonné hmoty (Petrol etc.): nárůst od 1,66 % po 4,98 %
- Ostatní paliva (Other Fuels – zahrnují i uhlí): nárůst od 1,45 % po 3,73 %

Střední nárůsty výdajů se projevují u služeb spojených s dopravou a ubytováním:

- Železniční doprava: 0,32 % až 1,09 %
- Ostatní doprava: 0,30 % až 1,05 %
- Ubytování: 0,41 % až 1,21 %
- Vzdělávání: 0,42 % až 1,21 %

Zajímavé je, že některé kategorie vykazují v průběhu času pokles výdajů:

- Letecká doprava: nejvýraznější pokles od −0,51 % po −1,81 %

Celkový efekt na spotřebitelské výdaje ukazuje postupný nárůst:

- 2027: +0,21 %
- 2030: +0,43 %
- 2032: +0,64 %

Tyto výsledky naznačují, že zavedení dodatečných opatření včetně EU ETS2 má nejvýraznější přímý dopad na výdaje za energie a paliva, což se následně přenáší i do výdajů za služby náročné na energii a dopravu. Naopak u některých kategorií, zejména u letecké dopravy, pozorujeme výdajový pokles, což může být způsobeno substitučními efekty nebo změnami ve struktuře ekonomiky v reakci na novou klimatickou politiku.

Tabulka 17: Změna výdajů v % dle produktových kategorií ve scénáři WAM3rev oproti WEM_rev

Produktová kategorie	2027	2030	2032
Zemní plyn	2,07	3,31	4,56
Pohonné hmoty	1,66	3,12	4,98
Ostatní paliva	1,45	2,68	3,73
Vzdělávání	0,42	0,82	1,21
Ubytování	0,41	0,81	1,21
Železniční doprava	0,32	0,64	1,09
Ostatní doprava	0,30	0,60	1,05
Tekutá paliva	0,13	0,55	0,75
Rekreační služby	0,29	0,52	0,61
Stravovací služby	0,22	0,44	0,66
Zdravotnické služby	0,22	0,43	0,63
Sociální ochrana	0,20	0,37	0,51
Voda a různé služby	0,16	0,35	0,50
Tabák	0,08	0,35	0,51
Nápoje	0,10	0,34	0,50
Skutečné nájemné	0,06	0,33	0,54
Zájezdy	0,24	0,36	0,29
Finanční služby j. n.	0,16	0,24	0,29
Ostatní služby j. n.	0,11	0,23	0,27
Potraviny	0,05	0,23	0,31
Nákup vozidel	0,05	0,22	0,31
Údržba domácností	0,09	0,19	0,23
Nářadí a vybavení	0,07	0,18	0,25
Elektronika	0,04	0,17	0,24
Údržba a opravy	0,03	0,15	0,24
Oděvy a obuv	0,02	0,14	0,25
Domácí spotřebiče	0,01	0,13	0,22
Ostatní rekreační zboží dl. spotřeby	0,02	0,12	0,18
Noviny, knihy, papírnictví	−0,01	0,11	0,19
Ostatní rekreační zboží	0,02	0,10	0,16
Sklo a nádobí	0,03	0,09	0,14
Léčivé přípravky	0,04	0,08	0,14
Osobní potřeby j. n.	0,01	0,06	0,13
Bytový textil	0,01	0,07	0,12
Nábytek a podlahové krytiny	0,00	0,06	0,12
Osobní péče	0,00	0,07	0,10
Elektřina	−0,03	−0,04	0,09
Komunikace	−0,03	−0,01	0,05
Pojištění	−0,13	0,00	0,08
Letecká doprava	−0,51	−1,26	−1,81
Celkem	**0,21**	**0,43**	**0,64**

Podíváme-li se na klíčové regionální rozdíly mezi těmito scénáři v následující tabulce (viz Tabulka 18), vidíme, že Praha konzistentně vykazuje nejmenší negativní dopady na výdaje napříč všemi sledovanými roky, zatímco Vysočina pravidelně čelí nejvyšším nárůstům výdajů. Rozdíly mezi kraji se v průběhu času prohlubují, přičemž největší rozptyl v dopadech pozorujeme v roce 2032. Tento trend naznačuje, že zavedení dodatečných opatření má různě intenzivní dopady v různých regionech, což souvisí se strukturou regionální ekonomiky a spotřebních vzorcích místních domácností.

Tabulka 18: Dopady zavedení EU ETS2 dle krajů (mediánové hodnoty v cenách roku 2023)

	2023		**2027**			
Název kraje	**Příjmy**	**Výdaje**	**Příjmy WAM3rev**	**Výdaje WAM3rev**	**Procentní rozdíl příjmů od WEM_rev**	**Procentní rozdíl výdajů od WEM_rev**
Hl. m. Praha	591 567	459 959	607 971	482 269	0,00	0,20
Jihočeský kraj	462 872	342 926	474 811	358 914	0,00	0,24
Jihomoravský kraj	494 044	388 864	507 137	407 382	0,00	0,24
Karlovarský kraj	380 118	347 363	384 944	362 607	0,00	0,23
Královéhradecký kraj	518 175	438 389	535 258	459 579	0,00	0,25
Liberecký kraj	519 244	366 423	529 137	381 843	0,00	0,25
Moravskoslezský kraj	496 136	350 669	509 894	367 195	0,00	0,24
Olomoucký kraj	430 397	331 489	439 948	346 282	−0,00	0,26
Pardubický kraj	495 219	389 828	508 952	406 706	0,00	0,24
Plzeňský kraj	494 966	321 970	508 231	337 931	0,00	0,23
Středočeský kraj	510 596	396 467	521 623	411 971	0,00	0,25
Ústecký kraj	462 475	359 774	475 300	377 602	0,00	0,21
Kraj Vysočina	493 519	314 383	507 205	329 552	0,00	0,29
Zlínský kraj	502 715	347 524	513 732	363 255	0,00	0,26
	2023		**2030**			
Název kraje	**Příjmy**	**Výdaje**	**Příjmy WAM3rev**	**Výdaje WAM3rev**	**Procentní rozdíl příjmů od WEM_rev**	**Procentní rozdíl výdajů od WEM_rev**
Hl. m. Praha	591 567	459 959	616 184	498 805	−0,04	0,44
Jihočeský kraj	462 872	342 926	482 267	371 001	0,04	0,52
Jihomoravský kraj	494 044	388 864	513 987	420 013	−0,04	0,50
Karlovarský kraj	380 118	347 363	387 361	374 518	−0,04	0,48
Královéhradecký kraj	518 175	438 389	542 836	475 164	−0,04	0,52
Liberecký kraj	519 244	366 423	532 458	393 479	−0,04	0,53
Moravskoslezský kraj	496 136	350 669	517 577	379 362	−0,04	0,52
Olomoucký kraj	430 397	331 489	444 545	357 277	−0,04	0,55
Pardubický kraj	495 219	389 828	515 732	419 836	−0,04	0,50
Plzeňský kraj	494 966	321 970	515 651	349 269	−0,04	0,49
Středočeský kraj	510 596	396 467	527 306	424 970	−0,04	0,52
Ústecký kraj	462 475	359 774	481 720	390 527	−0,04	0,47
Kraj Vysočina	493 519	314 383	514 056	339 415	−0,04	0,59
Zlínský kraj	502 715	347 524	519 031	373 791	−0,04	0,54

Tabulka 18: Dopady zavedení EU ETS2 dle krajů (mediánové hodnoty v cenách roku 2023) (pokračování)

	2023		2032			
Název kraje	**Příjmy**	**Výdaje**	**Příjmy WAM3rev**	**Výdaje WAM3rev**	**Procentní rozdíl příjmů od WEM_rev**	**Procentní rozdíl výdajů od WEM_rev**
Hl. m. Praha	591 567	459 959	621 150	512 136	−0,10	0,66
Jihočeský kraj	462 872	342 926	486 154	380 653	−0,10	0,78
Jihomoravský kraj	494 044	388 864	518 130	430 198	−0,10	0,73
Karlovarský kraj	380 118	347 363	388 822	384 090	−0,10	0,70
Královéhradecký kraj	518 175	438 389	547 418	486 849	−0,10	0,76
Liberecký kraj	519 244	366 423	534 467	403 419	−0,10	0,79
Moravskoslezský kraj	496 136	350 669	523 970	388 935	−0,10	0,76
Olomoucký kraj	430 397	331 489	447 401	366 142	−0,10	0,81
Pardubický kraj	495 219	389 828	517 678	430 174	−0,09	0,74
Plzeňský kraj	494 966	321 970	519 807	358 031	−0,10	0,73
Středočeský kraj	510 596	396 467	532 786	435 589	−0,10	0,77
Ústecký kraj	462 475	359 774	485 603	400 673	−0,10	0,70
Kraj Vysočina	493 519	314 383	518 199	347 420	−0,10	0,87
Zlínský kraj	502 715	347 524	522 385	381 603	−0,10	0,80

Poznámka: Všechny absolutní hodnoty ukazují **medián.**

Při podrobné analýze vidíme zajímavé rozdíly mezi různými typy domácností v roce 2030 (viz Tabulka 19). Z hlediska rozdílu výdajů mezi scénáři WAM3rev a WEM_rev pozorujeme nejvýraznější nárůst u ostatních domácností bez dětí (0,54 %) a dvojic dospělých, kde alespoň jeden je 65 let a více (0,51 %). Naopak nejnižší nárůst zaznamenali jednotlivci mladší 65 let (0,44 %) a jednotlivci s dítětem (0,44 %).

Ekvivalentní variace oproti roku 2023 je nejvyšší u ostatních domácností bez dětí (19 559 Kč) a ostatních domácností s dětmi (18 573 Kč), což odráží jejich vyšší celkovou spotřebu. Nejnižší ekvivalentní variace je u jednoho dospělého s dítětem (6 449 Kč) a jednotlivců 65 let a více (4 470 Kč). Tato nižší hodnota EV však neznamená, že by tyto skupiny byly méně zasaženy – spíše odráží jejich celkově nižší spotřebu a příjmy. Ekvivalentní variace je ukazatel, který měří, kolik peněz by domácnost potřebovala (v případě kladné hodnoty) před zavedením EU ETS2, aby dosáhla stejné úrovně spokojenosti (při původních cenách), jakou bude mít po zavedení EU ETS2. Celkově data ukazují, že dopady dodatečných opatření včetně EU ETS2 jsou poměrně rovnoměrně rozloženy napříč různými typy domácností z hlediska procentuálních změn, ale absolutní dopady jsou vyšší u domácností s větším počtem členů a vyššími příjmy.

Tabulka 19: Dopady zavedení EU ETS2 dle typů domácností v roce 2030

Druh domácnosti – def. EU	**Počet domácností**	**Počet osob**	**Disponibilní příjem WAM3rev**	**Celkové výdaje WAM3rev**	**Procentní rozdíl příjmů od WEM_rev**	**Procentní rozdíl výdajů od WEM_rev**
dvojice dospělých se 2 dětmi *)	550 417	2 193 525	812 411	684 117	−0,04	0,49
dvojice dospělých, alespoň jeden 65 let a více	735 032	1 459 983	489 526	362 569	−0,04	0,51
dvojice dospělých *), oba mladší 65 let	631 568	1 283 347	727 764	497 781	−0,05	0,51
dvojice dospělých s 1 dítětem *)	403 085	1 213 997	725 482	628 000	−0,04	0,48

Tabulka 19: Dopady zavedení EU ETS2 dle typů domácností v roce 2030 (pokračování)

Druh domácnosti – def. EU	Počet domácností	Počet osob	Disponib. příjem WAM3rev	Celkové výdaje WAM3rev	Procentní rozdíl příjmů od WEM_rev	Procentní rozdíl výdajů od WEM_rev
ostatní domácnosti bez dětí *)	274 311	869 623	979 711	491 755	−0,05	0,54
jednotlivec, 65 let a více	762 413	774 377	246 548	213 127	−0,03	0,53
jeden dospělý (bez partnera, nemusí být rodič) s alespoň jedním dítětem *)	311 999	762 865	415 194	460 192	−0,03	0,44
jednotlivec, mladší 65 let	639 650	664 833	349 963	313 615	−0,04	0,52
dvojice dospělých se 3 a více dětmi *)	116 712	607 875	830 389	690 492	−0,04	0,53
ostatní domácnosti s dětmi	124 554	563 532	1 054 928	650 632	−0,04	0,49
Celkem	**4 549 742**	**9 922 410**	**570 905**	**442 611**	**−0,04**	**0,51**

Druh domácnosti – def. EU	Výdaje na bydlení ve vybraném scénáři	Výdaje na energie ve vybraném scénáři	Kompenzační variace oproti 2023	Ekvivalentní variace oproti 2023
dvojice dospělých se 2 dětmi *)	43 203	62 329	12 556	12 370
dvojice dospělých, alespoň jeden 65 let a více	27 618	55 978	8 089	7 980
dvojice dospělých *), oba mladší 65 let	55 453	54 473	11 813	11 621
dvojice dospělých s 1 dítětem *)	49 894	59 286	11 102	10 891
ostatní domácnosti bez dětí *)	22 778	80 061	19 931	19 559
jednotlivec, 65 let a více	38 957	34 962	3 368	3 305
jeden dospělý (bez partnera, nemusí být rodič) s alespoň jedním dítětem *)	71 695	46 494	6 563	6 449
jednotlivec, mladší 65 let	44 720	36 699	4 547	4 470
dvojice dospělých se 3 a více dětmi *)	36 852	67 927	13 714	13 405
ostatní domácnosti s dětmi	39 954	79 066	18 860	18 573
Celkem	**42 951**	**52 338**	**9 173**	**9 020**

Poznámky: Hodnoty CV a EV se vztahují ke scénáři WAM3rev s ETS2. Všechny hodnoty ukazují **medián.**

*) dítě = závislé (dle definice EU (osoba do 17 let včetně + osoba ve věku 18–24 let, pokud nejsou ekonomiky aktivní a žijí s alespoň 1 rodičem); dvojice dospělých = jakékoliv 2 osoby, které nejsou závislými dětmi, přičemž nemusí být rodiči ani partnery.

5.7.5. Dopad na ukazatele energetické a finanční dostupnosti dopravy

Analýza dopadů zavedení dodatečných opatření (WAM3rev) oproti stávajícím opatřením (WEM) na energetickou chudobu v České republice, měřenou indikátorem 20 % LIHC, ukazuje, že klíčovým faktorem není ani tak samotné zavedení dodatečných opatření, jako spíše schopnost domácností přizpůsobit se cenovým změnám. Toto je jasně patrné při porovnání scénářů se zápornými elasticitami (Tabulka 20) a nulovými elasticitami (Tabulka 21).

Na agregátní úrovni se ukazuje, že v případě aktivního přizpůsobení domácností (záporné elasticity) nejsou dopady zavedení dodatečných opatření na indikátor energetické chudoby 20 % LIHC dramatické – z 10,8 % v roce 2023 na 10,7 % v roce 2032 ve scénáři WEM_rev, respektive na 11,2 % ve scénáři WAM3rev, což představuje relativně mírný nárůst. Nicméně při pohledu na specifické skupiny domácností jsou patrné výraznější rozdíly mezi scénáři WAM3rev a WEM_rev, které mohou být na

agregátní úrovni zastřeny. V případě nulových elasticit (pasivní přístup domácností) jsou dopady zavedení dodatečných opatření na energetickou chudobu citelně vyšší – 13,6 % ohrožených domácností ve scénáři WEM_rev a 16,7 % ve scénáři WAM3rev.

Tabulka 20: Porovnání indikátoru energetické chudoby 20 % LIHC v % i absolutních číslech – s cenovými elasticitami

Rok	**2023**	**2027**		**2030**		**2032**	
Druh domácnosti – def. EU		**WAM3rev**	**WEM_rev**	**WAM3rev**	**WEM_rev**	**WAM3rev**	**WEM_rev**
dvojice dospělých *), oba mladší 65 let	3,4 %	3,4 %	3,4 %	3,4 %	3,4 %	3,4 %	3,4 %
dvojice dospělých s 1 dítětem *)	2,4 %	2,4 %	2,4 %	2,4 %	2,4 %	2,4 %	2,4 %
dvojice dospělých se 2 dětmi *)	3,4 %	3,4 %	3,4 %	3,6 %	3,4 %	3,6 %	3,4 %
dvojice dospělých se 3 a více dětmi *)	1,0 %	1,0 %	1,0 %	1,0 %	1,0 %	1,0 %	1,0 %
dvojice dospělých, alespoň jeden 65 let a více	11,2 %	11,2 %	11,1 %	11,6 %	11,2 %	12,0 %	11,2 %
jeden dospělý (bez partnera, nemusí být rodič) s alespoň jedním dítětem *)	15,6 %	15,6 %	15,6 %	16,2 %	15,6 %	16,8 %	15,6 %
jednotlivec, 65 let a více	29,2 %	29,8 %	29,2 %	30,2 %	29,0 %	30,4 %	29,0 %
jednotlivec, mladší 65 let	12,7 %	12,6 %	12,5 %	12,7 %	12,5 %	12,7 %	12,5 %
ostatní domácnosti bez dětí *)	0,7 %	0,7 %	0,7 %	0,7 %	0,7 %	0,7 %	0,7 %
ostatní domácnosti s dětmi	2,1 %	2,1 %	2,1 %	2,1 %	2,1 %	2,1 %	2,1 %
Celkem	**10,8 %**	**10,9 %**	**10,7 %**	**11,1 %**	**10,7 %**	**11,2 %**	**10,7 %**
Rok	**2023**		**2027**		**2030**		**2032**
Druh domácnosti – def. EU		**WAM3rev**	**WEM_rev**	**WAM3rev**	**WEM_rev**	**WAM3rev**	**WEM_rev**
dvojice dospělých *), oba mladší 65 let	21 583	21 583	21 583	21 583	21 583	21 583	21 583
dvojice dospělých s 1 dítětem *)	9 491	9 491	9 491	9 491	9 491	9 491	9 491
dvojice dospělých se 2 dětmi *)	18 793	18 793	18 793	20 040	18 793	20 040	18 793
dvojice dospělých se 3 a více dětmi *)	1 194	1 194	1 194	1 194	1 194	1 194	1 194
dvojice dospělých, alespoň jeden 65 let a více	82 440	82 104	81 416	85 490	82 104	88 118	82 104
jeden dospělý (bez partnera, nemusí být rodič) s alespoň jedním dítětem *)	48 581	48 581	48 581	50 696	48 581	52 298	48 581
jednotlivec, 65 let a více	222 365	227 430	222 371	230 250	221 241	231 439	221 241
jednotlivec, mladší 65 let	81 428	80 666	79 885	81 512	79 885	81 512	79 885
ostatní domácnosti bez dětí *)	2 031	2 031	2 031	2 031	2 031	2 031	2 031
ostatní domácnosti s dětmi	2 638	2 638	2 638	2 638	2 638	2 638	2 638
Celkem	**490 546**	**494 514**	**487 984**	**504 926**	**487 543**	**510 345**	**487 543**

Poznámka: Údaje pro rok 2032 vykazují rozdíly oproti údajům, které uvádí Tabulka 16:, z důvodu odlišné metodiky výpočtu. Tabulka 16: uvádí hodnoty vypočtené bootstrap metodou, která umožňuje kromě samotných hodnot stanovit i intervaly spolehlivosti, zatímco hodnoty v této tabulce představují standardní aritmetický průměr bez použití bootstrap metody. Nicméně, artimetický průměr není statisticky odlišný od odhadu za použití bootstrap metody.

*) dítě = závislé (dle definice EU (osoba do 17 let včetně + osoba ve věku 18–24 let, pokud nejsou ekonomiky aktivní a žijí s alespoň 1 rodičem); dvojice dospělých = jakékoliv 2 osoby, které nejsou závislými dětmi, přičemž nemusí být rodiči ani partnery.

Při detailnějším pohledu na jednotlivé skupiny obyvatel pozorujeme následující rozdíly mezi scénáři:

- U dvojic dospělých, kde aspoň jeden je alespoň 65letý, je podíl ohrožených energetickou chudobou 12,0 % ve scénáři WAM3rev oproti 11,2 % ve scénáři WEM_rev (tj. vyšší o 0,8 p. b.) při záporných elasticitách. Při nulových elasticitách se rozdíl zvýší na 5 p. b. (19,6 % vs. 14,6 %).

- U jednotlivců nad 65 let při aktivním přizpůsobení činí rozdíl mezi scénáři WAM3rev a WEM_rev v roce 2032 pouze 1,4 p. b. (30,4 % vs. 29,0 %). Při nulových elasticitách je tento rozdíl výraznější, až 6,1 p. b. (41,1 % vs. 35,0 %).
- U dvojic dospělých se 3 a více dětmi nepozorujeme při aktivním přizpůsobení v roce 2032 rozdíl mezi scénáři. Při nulových elasticitách rozdíl narůstá na 1,5 p. b. (1,0 % vs. 2,5 %).
- U samoživitelů (jeden dospělý s aspoň 1 dítětem) se při aktivním přizpůsobení míra energetické chudoby mezi scénáři liší o 1,2 p. b. (16,8 % vs. 15,6 %), zatímco při nulových elasticitách je rozdíl významný, až 6,1 p. b. (25,1 % vs. 19,0 %).

Tabulka 21: Porovnání indikátoru energetické chudoby 20 % LIHC v % i absolutních číslech – bez cenové odezvy

Rok	**2023**	**2027**		**2030**		**2032**	
Druh domácnosti – def. EU		**WAM3rev**	**WEM_rev**	**WAM3rev**	**WEM_rev**	**WAM3rev**	**WEM_rev**
dvojice dospělých *), oba mladší 65 let	3,4 %	4,7 %	3,8 %	5,9 %	4,8 %	6,2 %	5,1 %
dvojice dospělých s 1 dítětem *)	2,4 %	3,2 %	2,4 %	3,2 %	3,2 %	3,6 %	3,6 %
dvojice dospělých se 2 dětmi *)	3,4 %	5,1 %	3,6 %	6,1 %	4,0 %	6,4 %	5,0 %
dvojice dospělých se 3 a více dětmi *)	1,0 %	1,0 %	1,0 %	1,0 %	1,0 %	3,5 %	1,0 %
dvojice dospělých, alespoň jeden 65 let a více	11,2 %	14,8 %	13,0 %	16,6 %	13,7 %	19,6 %	14,6 %
jeden dospělý (bez partnera, nemusí být rodič) s alespoň jedním dítětem *)	15,6 %	19,0 %	18,1 %	24,1 %	18,7 %	25,1 %	19,0 %
jednotlivec, 65 let a více	29,2 %	34,6 %	31,6 %	38,6 %	33,5 %	41,1 %	35,0 %
jednotlivec, mladší 65 let	12,7 %	15,1 %	13,0 %	17,5 %	15,2 %	19,6 %	16,0 %
ostatní domácnosti bez dětí *)	0,7 %	1,1 %	0,7 %	1,1 %	0,7 %	1,4 %	1,1 %
ostatní domácnosti s dětmi	2,1 %	2,1 %	2,1 %	2,1 %	2,1 %	2,1 %	2,1 %
Celkem	**10,8 %**	**13,3 %**	**11,8 %**	**15,3 %**	**12,8 %**	**16,7 %**	**13,6 %**
Druh domácnosti – def. EU		**WAM3rev**	**WEM_rev**	**WAM3rev**	**WEM_rev**	**WAM3rev**	**WEM_rev**
dvojice dospělých *), oba mladší 65 let	21 583	29 587	24 262	37 533	30 396	39 288	32 103
dvojice dospělých s 1 dítětem *)	9 491	12 807	9 491	12 807	12 807	14 587	14 587
dvojice dospělých se 2 dětmi *)	18 793	27 944	20 040	33 846	21 942	35 412	27 612
dvojice dospělých se 3 a více dětmi *)	1 194	1 194	1 194	1 194	1 194	4 113	1 194
dvojice dospělých, alespoň jeden 65 let a více	82 440	108 852	95 363	121 728	100 413	143 987	107 276
jeden dospělý (bez partnera, nemusí být rodič) s alespoň jedním dítětem *)	48 581	59 360	56 386	75 250	58 409	78 160	59 360
jednotlivec, 65 let a více	222 365	264 092	241 141	294 287	255 191	313 654	266 587
jednotlivec, mladší 65 let	81 428	96 791	83 392	112 167	97 334	125 490	102 153
ostatní domácnosti bez dětí *)	2 031	3 095	2 031	3 095	2 031	3 711	3 095
ostatní domácnosti s dětmi	2 638	2 638	2 638	2 638	2 638	2 638	2 638
Celkem	**490 546**	**606 361**	**535 939**	**694 586**	**582 356**	**761 041**	**616 607**

Poznámka: Údaje pro rok 2032 vykazují rozdíly oproti údajům, které uvádí Tabulka 16:, z důvodu odlišné metodiky výpočtu. Tabulka 16: uvádí hodnoty vypočtené bootstrap metodou, která umožňuje kromě samotných hodnot stanovit i intervaly spolehlivosti, zatímco hodnoty v této tabulce představují standardní aritmetický průměr bez použití bootstrap metody. Nicméně, artimetický průměr není statisticky odlišný od odhadu za použití Bootstrap metody.

*) dítě = závislé (dle definice EU (osoba do 17 let včetně + osoba ve věku 18–24 let, pokud nejsou ekonomiky aktivní a žijí s alespoň 1 rodičem); dvojice dospělých = jakékoliv 2 osoby, které nejsou závislými dětmi, přičemž nemusí být rodiči ani partnery.

Tato zjištění mají významné implikace pro tvorbu politik – naznačují, že podpora adaptačních strategií domácností (například investice do energeticky účinných technologií nebo změny spotřebitelského chování) může být účinnějším nástrojem pro prevenci energetické chudoby než kompenzace cenových dopadů. Zároveň je důležité věnovat zvýšenou pozornost specifickým skupinám domácností, které mohou být zasaženy výrazněji, než naznačují agregátní čísla, a to i v případě aktivního přizpůsobení cenovým změnám způsobeným zavedením dodatečných opatření.

Analýza dopadů zavedení dodatečných opatření na finanční dostupnost dopravy v České republice, měřenou indikátorem LIHC, ukazuje rozdílné dopady implementace WAM3rev oproti WEM_rev napříč různými typy domácností, přičemž podobně jako u energetické chudoby hraje klíčovou roli schopnost domácností přizpůsobit se cenovým změnám (Tabulka 22 a Tabulka 23). Důležitým rozdílem oproti energetické chudobě je, že v indikátoru finanční dostupnosti dopravy se neprojevuje tolik zvýšení výdajů na plyn a elektřinu, které jsou hlavními složkami při výpočtu výdajů na energie. Proto zde nepozorujeme tak dramatické rozdíly v míře finanční dostupnosti dopravy mezi scénáři WAM3rev a WEM_rev jako u energetické chudoby, kde tyto energetické složky hrají nejvýznamnější roli.

Tabulka 22: Porovnání indikátoru finanční dostupnosti dopravy LIHC v % i absolutních číslech – s cenovými elasticitami

Rok	**2023**	**2027**		**2030**		**2032**	
Druh domácnosti – def. EU		**WAM3rev**	**WEM_rev**	**WAM3rev**	**WEM_rev**	**WAM3rev**	**WEM_rev**
dvojice dospělých *), oba mladší 65 let	4,5 %	4,5 %	4,5 %	4,5 %	4,5 %	4,5 %	4,5 %
dvojice dospělých s 1 dítětem *)	7,4 %	7,7 %	7,7 %	7,7 %	7,7 %	7,7 %	7,7 %
dvojice dospělých se 2 dětmi *)	8,9 %	8,9 %	8,9 %	9,5 %	9,1 %	9,5 %	9,5 %
dvojice dospělých se 3 a více dětmi *)	16,5 %	16,5 %	16,5 %	17,7 %	17,7 %	17,7 %	17,7 %
dvojice dospělých, alespoň jeden 65 let a více	5,0 %	5,2 %	4,9 %	5,4 %	4,9 %	5,5 %	5,2 %
jeden dospělý (bez partnera, nemusí být rodič) s alespoň jedním dítětem *)	18,1 %	17,1 %	17,1 %	17,1 %	17,1 %	17,1 %	17,1 %
jednotlivec, 65 let a více	6,5 %	6,6 %	6,6 %	6,6 %	6,6 %	6,6 %	6,6 %
jednotlivec, mladší 65 let	12,6 %	12,1 %	12,4 %	12,1 %	12,1 %	12,1 %	12,3 %
ostatní domácnosti bez dětí *)	2,4 %	3,0 %	3,0 %	3,0 %	3,0 %	3,0 %	3,0 %
ostatní domácnosti s dětmi	1,7 %	1,7 %	1,7 %	1,7 %	1,7 %	1,7 %	1,7 %
Celkem	**7,9 %**	**7,9 %**	**7,9 %**	**8,0 %**	**7,9 %**	**8,0 %**	**8,0 %**
Rok	**2023**		**2027**		**2030**		**2032**
Druh domácnosti – def. EU		**WAM3rev**	**WEM_rev**	**WAM3rev**	**WEM_rev**	**WAM3rev**	**WEM_rev**
dvojice dospělých *), oba mladší 65 let	28 719	28 719	28 719	28 719	28 719	28 719	28 719
dvojice dospělých s 1 dítětem *)	29 937	30 955	30 955	30 955	30 955	30 955	30 955
dvojice dospělých se 2 dětmi *)	48 914	48 914	48 914	52 049	50 549	52 049	52 049
dvojice dospělých se 3 a více dětmi *)	19 282	19 282	19 282	20 638	20 638	20 638	20 638
dvojice dospělých, alespoň jeden 65 let a více	37 009	37 906	36 292	39 479	36 292	40 068	37 866
jeden dospělý (bez partnera, nemusí být rodič) s alespoň jedním dítětem *)	56 426	53 395	53 395	53 395	53 395	53 395	53 395

Tabulka 22: Porovnání indikátoru finanční dostupnosti dopravy LIHC v % i absolutních číslech – s cenovými elasticitami (pokračování)

Rok	**2023**	**2027**		**2030**		**2032**	
Druh domácnosti – def. EU		**WAM3rev**	**WEM_rev**	**WAM3rev**	**WEM_rev**	**WAM3rev**	**WEM_rev**
jednotlivec, 65 let a více	49 679	50 525	50 525	49 960	50 525	50 178	50 525
jednotlivec, mladší 65 let	80 668	77 303	79 014	77 522	77 303	77 522	78 946
ostatní domácnosti bez dětí *)	6 492	8 322	8 322	8 322	8 322	8 322	8 322
ostatní domácnosti s dětmi	2 078	2 078	2 078	2 078	2 078	2 078	2 078
Celkem	**359 204**	**357 398**	**357 495**	**362 652**	**358 586**	**363 924**	**363 491**

*) dítě = závislé (dle definice EU (osoba do 17 let včetně + osoba ve věku 18–24 let, pokud nejsou ekonomiky aktivní a žijí s alespoň 1 rodičem); dvojice dospělých = jakékoliv 2 osoby, které nejsou závislými dětmi, přičemž nemusí být rodiči ani partnery.

Tabulka 23: Porovnání indikátoru finanční dostupnosti dopravy LIHC v % i absolutních číslech – bez cenové odezvy

Rok	**2023**	**2027**		**2030**		**2032**	
Druh domácnosti – def. EU		**WAM3rev**	**WEM_rev**	**WAM3rev**	**WEM_rev**	**WAM3rev**	**WEM_rev**
dvojice dospělých *), oba mladší 65 let	4,5 %	4,8 %	4,5 %	5,6 %	5,5 %	5,6 %	5,5 %
dvojice dospělých s 1 dítětem *)	7,4 %	8,0 %	7,7 %	9,6 %	8,4 %	10,3 %	9,0 %
dvojice dospělých se 2 dětmi *)	8,9 %	9,5 %	9,1 %	9,7 %	9,5 %	11,1 %	9,5 %
dvojice dospělých se 3 a více dětmi *)	16,5 %	17,7 %	17,7 %	20,9 %	18,4 %	22,1 %	22,1 %
dvojice dospělých, alespoň jeden 65 let a více	5,0 %	5,8 %	5,0 %	6,0 %	5,5 %	6,4 %	5,9 %
jeden dospělý (bez partnera, nemusí být rodič) s alespoň jedním dítětem *)	18,1 %	17,1 %	17,1 %	18,9 %	18,1 %	19,6 %	18,5 %
jednotlivec, 65 let a více	6,5 %	6,6 %	6,7 %	7,0 %	6,7 %	7,1 %	6,9 %
jednotlivec, mladší 65 let	12,6 %	12,6 %	12,3 %	12,4 %	12,6 %	12,5 %	12,7 %
ostatní domácnosti bez dětí *)	2,4 %	3,9 %	3,9 %	3,9 %	3,9 %	3,9 %	3,9 %
ostatní domácnosti s dětmi	1,7 %	1,7 %	1,7 %	1,7 %	1,7 %	3,0 %	1,7 %
Celkem	**7,9 %**	**8,2 %**	**8,0 %**	**8,8 %**	**8,4 %**	**9,2 %**	**8,7 %**
Rok	**2023**	**2027**		**2030**		**2032**	
Druh domácnosti – def. EU		**WAM3rev**	**WEM_rev**	**WAM3rev**	**WEM_rev**	**WAM3rev**	**WEM_rev**
dvojice dospělých *), oba mladší 65 let	28 719	30 333	28 719	35 206	34 488	35 206	34 488
dvojice dospělých s 1 dítětem *)	29 937	32 319	30 955	38 722	33 782	41 544	36 182
dvojice dospělých se 2 dětmi *)	48 914	52 049	50 359	53 494	52 049	61 266	52 049
dvojice dospělých se 3 a více dětmi *)	19 282	20 638	20 638	24 357	21 467	25 845	25 845
dvojice dospělých, alespoň jeden 65 let a více	37 009	42 636	36 881	44 402	40 756	46 851	43 225
jeden dospělý (bez partnera, nemusí být rodič) s alespoň jedním dítětem *)	56 426	53 395	53 395	59 058	56 470	61 168	57 814
jednotlivec, 65 let a více	49 679	50 178	51 208	53 087	51 208	53 868	52 588
jednotlivec, mladší 65 let	80 668	80 504	78 946	79 080	80 504	79 663	81 285
ostatní domácnosti bez dětí *)	6 492	10 719	10 719	10 719	10 719	10 719	10 719
ostatní domácnosti s dětmi	2 078	2 078	2 078	2 078	2 078	3 689	2 078
Celkem	**359 204**	**374 849**	**363 839**	**400 383**	**383 520**	**419 820**	**396 272**

*) dítě = závislé (dle definice EU (osoba do 17 let včetně + osoba ve věku 18–24 let, pokud nejsou ekonomiky aktivní a žijí s alespoň 1 rodičem); dvojice dospělých = jakékoliv 2 osoby, které nejsou závislými dětmi, přičemž nemusí být rodiči ani partnery.

Na agregátní úrovni při aktivním přizpůsobení domácností (záporné elasticity) pozorujeme mírné rozdíly v indikátoru finanční dostupnosti dopravy. Ze 7,9 % v roce 2023 zůstává hodnota v roce 2027 stejná pro oba scénáře (7,9 %), v roce 2030 dosahuje 8,0 % ve scénáři WAM3rev oproti 7,9 % ve scénáři WEM_rev, a v roce 2032 hodnota činí 8,0 % pro oba scénáře. Tyto rozdíly nelze interpretovat jako významné a velmi pravděpodobně nejsou ani statisticky významné.

V případě nulových elasticit (pasivní přístup) jsou dopady zavedení dodatečných opatření na finanční dostupnost dopravy patrnější – hodnota dosahuje 9,2 % ve scénáři WAM3rev oproti 8,7 % ve scénáři WEM_rev v roce 2032, což představuje rozdíl 0,5 p. b.

Při detailnějším pohledu na jednotlivé skupiny domácností pozorujeme následující rozdíly v míře finanční dostupnosti dopravy:

- U dvojic dospělých, kde oba jsou mladší 65 let, při aktivním přizpůsobení v roce 2032 není žádný rozdíl mezi scénáři (4,5 % v obou případech). Při nulových elasticitách je rozdíl 0,1 p. b. (5,6 % vs. 5,5 %).
- U dvojic dospělých s 1 dítětem při aktivním přizpůsobení není v roce 2032 žádný rozdíl (7,7 % v obou případech). Při nulových elasticitách je rozdíl významný, až 1,3 p. b. (10,3 % vs. 9,0 %).
- U dvojic dospělých se 2 dětmi při aktivním přizpůsobení také není v roce 2032 žádný rozdíl (9,5 % v obou případech). Při nulových elasticitách je rozdíl 1,6 p. b. (11,1 % vs. 9,5 %).
- U jednotlivců mladších 65 let při aktivním přizpůsobení je rozdíl 0,2 p. b. (12,3 % vs. 12,1 %). Při nulových elasticitách činí rozdíl 0,2 p. b. (12,5 % vs. 12,7 %).

Při pohledu na absolutní počty (Tabulka 22 a Tabulka 23 – spodní části) vidíme, že v roce 2032 je při aktivním přizpůsobení ohroženo finanční dostupností dopravy 364 tis. domácností ve scénáři WAM3rev oproti 363 tis. domácnostem ve scénáři WEM_rev, což předpokládáme, že je v rámci statistické chyby (v této verzi modelu nemáme pro tento ukazatel vyjádřenou statistickou chybu). Při nulových elasticitách je rozdíl výraznější – 420 tis. domácností ve scénáři WAM3rev oproti 396 tis. domácnostem ve scénáři WEM_rev, což je rozdíl 24 tis. domácností.

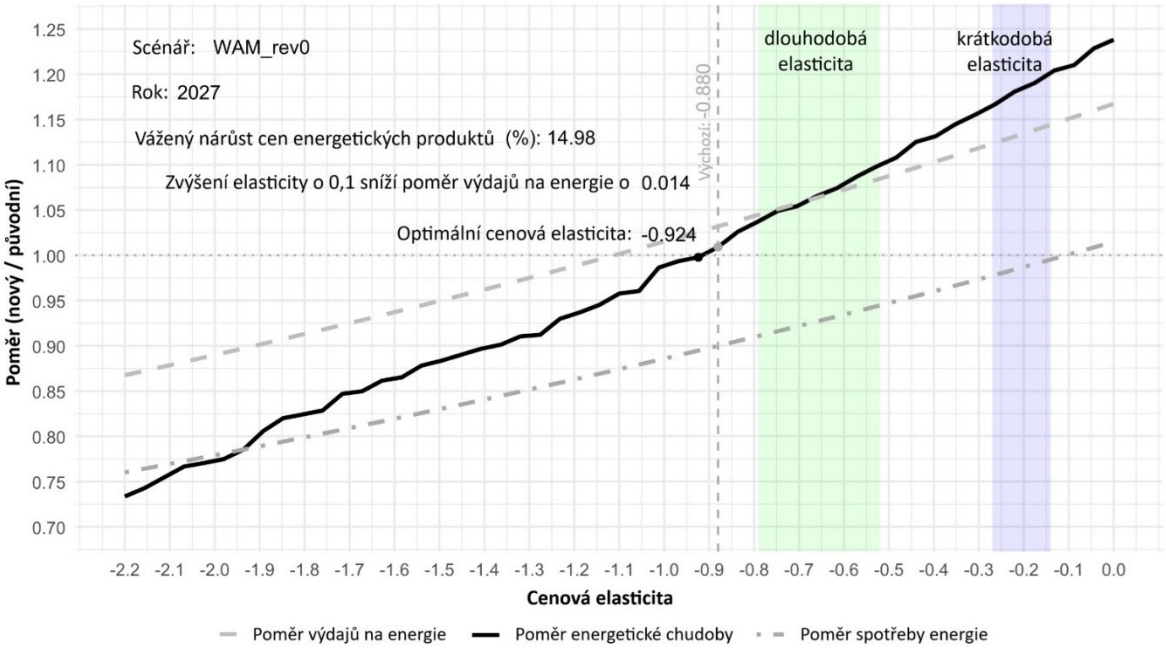
Celkově lze konstatovat, že dopady zavedení dodatečných opatření včetně EU ETS2 na finanční dostupnost dopravy jsou relativně mírné při aktivním přizpůsobení domácností cenovým změnám. Výraznější rozdíly se projevují pouze v případě pasivního přístupu domácností (nulové elasticity) a u některých specifických skupin, zejména u rodin s dětmi a samoživitelů.

Relevance pro tvorbu politik

Klíčovým faktorem pro úspěšnou implementaci EU ETS2 s minimálními negativními sociálními dopady je způsob, jakým se domácnosti přizpůsobí cenovým změnám, a jak je v tom podpoří vhodná politická opatření. Reakce spotřebitelů, měřená elasticitou poptávky po energii je tak zásadním parametrem, který určuje míru dopadu cenových změn na energetickou chudobu. Na základě mikrosimulačního modelu zkoumáme, jak mohou cílené politiky podpořit schopnost domácností a tím zmírnit sociální dopady přechodu na nízkouhlíkovou ekonomiku.

Cenová elasticita poptávky vyjadřuje míru, jakou domácnosti přizpůsobují svou spotřebu změnám cen. Hodnoty elasticity jsou zobrazeny na horizontální ose (viz Obrázek 30). Čím více vpravo (blíže k nule), tím je schopnost domácností reagovat na cenové změny nižší. Čím více vlevo (více negativní hodnoty), tím je schopnost domácností přizpůsobit spotřebu vyšším cenám energií vyšší.

Obrázek 30: **Vztah mezi cenovou elasticitou a poměrovými ukazateli dopadů ETS 2**



Poznámka: Graf zobrazuje závislost mezi cenovou elasticitou na horizontální ose a třemi poměrovými ukazateli na vertikální ose: poměr výdajů na energie (horní čárkovaná křivka), poměr energetické chudoby (měřené dle ukazatele 20 % LIHC – tlustá černá křivka) a poměr spotřeby energie (dolní tečko-čárkovaná křivka). Všechny poměry jsou vyjádřeny jako hodnota ve scénáři WAM3rev s ETS 2 (v grafu název WAM_rev0) v roce 2027 / původní hodnota. Vážený nárůst cen energetických produktů je 14,98 % ve scénáři WAM3rev s ETS 2 v roce 2027. Zvýšení elasticity o 0,1 (v absolutní hodnotě) vede ke snížení poměru výdajů na energie o 0,014. V grafu jsou také vyznačeny typické hodnoty krátkodobé elasticity a dlouhodobé elasticity podle metaanalýzy Labandeira, X., Labeaga, J. M., López-Otero, X. (2017). Optimální reakce spotřeby pro minimalizaci energetické chudoby (měřené dle ukazatele 20 % LIHC) by odpovídala hodnotě cenové elasticity −0,92.

Při nízké cenové elasticitě (hodnoty blízko nule) jsou hodnoty všech tři sledovaných indikátorů výrazně vyšší než při elasticitách s větší absolutní hodnotou. To znamená, že nízká schopnost domácností reagovat na cenové změny vede k výraznějším negativním dopadům politiky ETS 2. Naopak při vyšších hodnotách elasticity (více vlevo) se poměry blíží jedné, což indikuje minimální dopady zavedení ETS 2.

Zásadním ukazatelem je poměr energetické chudoby měřené dle indikátoru 20 % LIHC (křivka Poměr energetické chudoby). Hodnota tohoto poměru rovna jedné znamená, že zavedení EU ETS2 nemá žádný dopad na míru energetické chudoby. Hodnota vyšší než jedna indikuje negativnější dopady – čím vyšší hodnota, tím větší nárůst energetické chudoby. Při hodnotě elasticity –0,88, kterou používáme v modelování, musí domácnosti snížit spotřebu energie (vyjádřenou křivkou Poměr spotřeby energie) o téměř 10 p. b., aby reagovaly na nárůst cen energií způsobený zavedením ETS 2. I přes toto snížení spotřeby jsou však výdaje na energie vyšší přibližně o 3 p. b. (křivka Poměr výdajů na energie), což je důsledkem nárůstu cen energetických produktů o téměř 15 % v roce 2027 oproti roku 2023.

Při detailnější analýze ukazujeme, že při změně reakce spotřebitelů v ekvivalentu elasticity ve výši 0,1 dochází ke změně poměru výdajů na energie o přibližně 0,014. V kontextu průměrných ročních výdajů na energie, které v roce 2023 činily zhruba 57 600 Kč na domácnost, by tato změna spotřebního chování odpovídala rozdílu přibližně 800 Kč ročně. Pro zranitelné domácnosti, zejména seniory a samoživitele, může tato částka představovat určitou přítěž.

Reakce spotřebitelů, která odpovídá cenové elasticitě –0,924, je optimální z hlediska minimalizace dopadu na energetickou chudobu. Při této hodnotě elasticity dosahuje křivka poměru chudoby (černá linie) hodnoty jedna, což znamená, že energetická chudoba ve scénáři WAM3rev s ETS2 je totožná s výchozím stavem v roce 2023. Pro modelování předpokládáme cenovou elasticitu –0,88 (Ministerstvo

financí ČR, 2022). Je třeba poznamenat, že metaanalýza Labandiera et al. (2017) ukazuje, že takto vysoké elasticity nejsou v empirických studiích obvyklé. V metaanalýze tito autoři uvádí typickou hodnotu cenové elasticity poptávky po energiích v krátkém období obvykle v rozmezí –0,3 až –0,5, u dlouhodobé elasticity empirický výzkum vede k rozmezí –0,6 až –0,8. Zatímco krátkodobá elasticita odráží okamžitou reakci spotřebitelů na změnu cen zejména v důsledku změny chování, bez nutnosti investovat, tak dlouhodobá reakce předpokládá i strukturální přizpůsobení předmětů dlouhodobé spotřeby, včetně investic do úspornějších technologií. Přesto považujeme hodnotu elasticity –0,88 odvozenou z českých dat za přijatelný odhad pro kontext ČR.[21] Právě kvůli nejistotě spojené s odhadem elasticity provádíme tuto citlivostní analýzu, která umožňuje posoudit dopady při relativně velké cenové odezvě a dopady s nulovou reakcí spotřeby.

Empirické výzkumy poskytují důkazy o tom, jak výrazně mohou domácnosti snížit spotřebu energie v reakci na různé typy intervencí. Allcott a Rogers (2014) zjistili, že poskytování zpětné vazby o spotřebě energie prostřednictvím domácích energetických reportů vedlo ke snížení spotřeby elektřiny o 1,1–1,8 % v krátkodobém horizontu a až o 2,0 % v dlouhodobém horizontu. Ito et al. (2018) dokumentují, že ekonomické pobídky vedly ke snížení spotřeby elektřiny o 14–17 % během hodin v době špičky, zatímco samotné morální apely měly efekt pouze 0,5–3 %. Jessoe a Rapson (2014) prokázali, že poskytnutí informací o spotřebě energie v reálném čase v kombinaci s cenovou intervencí vedlo k 8–22% snížení spotřeby elektřiny během cenových špiček.

Wolak (2011) zjistil, že dynamické cenové programy mohou vést ke snížení poptávky po elektřině v době špičky o 10–15 % ve srovnání s kontrolní skupinou. Dütschke a Paetz (2013) dokumentují, že spotřebitelé jsou ochotni přijmout dynamické cenové programy, pokud jsou dobře navržené a srozumitelné, což může přispět k efektivnějšímu využívání energie. Přehledová studie Gillingham et al. (2009) shrnuje, že kombinace informačních programů, finančních pobídek a standardů může vést k významným dlouhodobým úsporám energie, odhadem 10–30 % v závislosti na typu intervence a sektoru.

Nejrozsáhlejší studií je metaanalýza provedená týmem Natura Khanny publikována v Nature Energy (Khanna et al., 2021), která shrnula poznání z 122 empirických studií. Odhadovaný průměrný efekt (vyjádřený jako Fisherova Z hodnota) se pohybuje mezi 0,10 a 0,15 v závislosti na použitém modelu. Průměrná velikost efektu je 0,10 v modelu náhodných efektů s DerSimonian−Laird estimátorem a 0,15 v modelu náhodných efektů s REML estimátorem, který je doporučen v případech velké heterogenity, což je i případ tohoto vzorku.

Metaanalýza také odhaluje rozdíly v průměrném efektu mezi jednotlivými intervencemi. Studie zaměřené výhradně na finanční pobídky mají nejvyšší průměrný efekt (0,21; 95% interval spolehlivosti = [0,12; 0,30]). Mezi nefinančními intervencemi vykazují studie zaměřené pouze na informace (0,15 [0,06; 0,24]) nebo zpětnou vazbu (0,12 [0,06; 0,19]) vyšší průměrný efekt než studie zaměřené na sociální srovnání (0,10 [0,00; 0,19]) a motivaci (0,10 [0,00; 0,21]). Tato analýza ukazuje, že mnoho intervencí je komplementárních, protože jejich kombinace vykazuje vyšší efekt než jednotlivé intervence samostatně. Ve studiích, které kombinovaly motivaci, zpětnou vazbu a finanční pobídky, byl efekt aditivní (0,48 [0,17; 0,79]) a vyšší než součet jednotlivých efektových velikostí (0,43). U jiných kombinací jsou intervence sice komplementární, ale nejsou striktně aditivní, což znamená, že kombinovaný efekt je nižší než součet jednotlivých efektů.

[21] Ščasný a Brůha (2003) odhadli cenové elasticity poptávky po pohonných hmotách využitím agregovaných dat pro období 1993–2003 a metodou časových řad ve výši −0,50, s elasticitou −0,82 pro domácnosti důchodců. Odhad poptávkového systému AIDS vedl k podobné výši odhadu přímé cenové nekompenzované elasticity −0,52. U energií byla odhadnuta přímá dlouhodobá cenová elasticita v rámci poptávkového systému AIDS u elektřiny −0,32 (v rozmezí od −0,23 u domácností, které topí plynem, až −1,04 u domácností, které topí elektřinou), pro zemní plyn ve výši −0,98 (−0,94 u domácností, které topí plynem nebo používají dodávané teplo a −2,26 u domácností, které používají plny pouze pro vaření), cenová elasticita pro teplo je −0,84 a −1,22 (Brůha a Ščasný, 2006a; 2006b; Ščasný, 2006).

Například u studií kombinujících zpětnou vazbu, sociální srovnání a finanční pobídky byla efektová velikost (0,35 [0,12; 0,58]). Podobně studie, které kombinovaly informace a zpětnou vazbu (0,17 [0,09; 0,25]), a studie, které kombinovaly informace a sociální srovnání (0,18 [0,08; 0,28]), vykazují vyšší efekt než jednotlivé intervence samostatně. V jiných případech je však efektová velikost kombinace přibližně stejná jako u jednotlivých intervencí, což naznačuje, že jejich kombinace nepřináší výrazné přínosy, například kombinace zpětné vazby a sociálního srovnání. Zajímavé je, že efekt kombinace zpětné vazby a finančních pobídek (0,17 [0,08; 0,26]) je nižší než efekt samotných finančních pobídek (0,21), což naznačuje, že tyto dvě intervence nejsou vzájemně komplementární. Celkově tyto výsledky podporují myšlenku, že intervence zaměřené na spotřebu energie v domácnostech by neměly být posuzovány pouze jednotlivě, ale spíše jako balíčky opatření pro zvýšení efektivity.

Z této evidence vyplývají důležité implikace pro tvorbu politik. Podpora adaptační schopnosti domácností by měla být prioritou, čehož lze dosáhnout prostřednictvím:

1. Investic do energetické efektivity domácností (zateplení budov, výměna oken, instalace úspornějších spotřebičů), se zaměřením především na zranitelné skupiny.
2. Programů zvyšování energetické gramotnosti a poskytování zpětné vazby v reálném čase, které podle výzkumů mohou vést k 5–15% snížení spotřeby energie (Khanna et al., 2021; Jessoe a Rapson, 2014).
3. Podpory dynamických cenových tarifů a ekonomických pobídek, které mohou podle empirických studií snížit spotřebu v době špičky o 10–17 % (Ito et al., 2018; Wolak, 2011).
4. Využití sociálních norem a srovnání, které mohou snížit spotřebu energie o 2 (Carpe Carpio et al., 2020) až 10 % (Khanna et al., 2021).

V kontextu zavádění EU ETS2 by měla být část výnosů z prodeje emisních povolenek cíleně investována do programů podporujících snížení spotřeby energie v domácnostech. Taková strategie umožňuje dosáhnout dvojího efektu – snížení emisí skleníkových plynů a současně zmírnění energetické chudoby. Empirická evidence ukazuje, že domácnosti mohou při správné kombinaci intervencí významně snížit svou spotřebu energie, odhadem o 10–30 % v dlouhodobém horizontu v závislosti na typu opatření (Gillingham et al., 2009).

6. Přílohy

Příloha 1 – Výsledky z modelu TIMES-CZ (tabulková část)

Příloha 2 – Výsledky z modelu E3ME (tabulková část)

Příloha 3 – Předpoklady modelu TIMES-CZ (tabulková část)

7. Použité zdroje

Allcott, H., Rogers, T. (2014). The short-run and long-run effects of behavioral interventions: Experimental evidence from energy conservation. *American Economic Review*, 104(10), 3003–3037.

Brůha, J., Ščasný, M. (2006a). Environmental Tax Reform Options and Designs for the Czech Republic: Policy and Economic Analysis, p. 750. In: Deketelaere, K. et al. (eds.). *Critical Issues in Environmental Taxation: International and Comparative Perspectives*. Richmond, UK: Richmond Law & Tax Publisher Ltd.

Brůha, J., Ščasný, M. (2006b). *Distributional effects of environmental regulation in the Czech Republic*. Paper prepared for The 3rd Annual Congress of Association of Environmental and Resource Economics AERE. Kyoto, 4–7 July 2006.

Cambridge Econometrics (2019). *E3ME Technical Manual v6.1*. Cambridge: Cambridge Econometrics. Dostupné z: https://www.camecon.com/how/e3me-model/

Carbon Pulse (2024). *EU ETS2 could lead to higher energy bills and limited decarbonisation, say researchers.* London: Carbon Pulse. Dostupné z: https://carbon-pulse.com/387965/

Cienciala, E., Melichar, J. (2022). *Dopady platných adaptačních opatření pro lesy v sektoru LULUCF – bilance skleníkových plynů podle možných scénářů vývoje hospodaření a stavu lesa*. Výstup V1 projektu TL02000440. Jílové u Prahy: IFER – Ústav pro výzkum lesních ekosystémů.

ČEPS (2023). *Hodnocení zdrojové přiměřenosti ES ČR do roku 2040* (MAF CZ, 2022). Praha: ČEPS, a.s.

ČSÚ (2025). *Tabulky dodávek a užití*. Praha: Český statistický úřad. Dostupné z: https://apl.czso.cz/pll/rocenka/rocenkaout.dod_uziti?mylang=CZ

Dütschke, E., Paetz, A. G. (2013). Dynamic electricity pricing—Which programs do consumers prefer? *Energy Policy*, 59, 226–234. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.03.025

European Commission (2021). *EU Reference Scenario 2020. Energy, transport and GHG emissions – Trends to 2050*. Brussels: Directorate-General for Energy, Directorate-General for Climate Action, Directorate-General for Mobility and Transport.

European Commission, Directorate-General for Economic and Financial Affairs. (2023). *European economic forecast: Autumn 2023* (Institutional Paper 258). Luxembourg: Publications Office of the European Union. Dostupné z: https://economy-finance.ec.europa.eu/document/download/4139ef72-9eb3-4fad-a116-ee87979f4d35_en?filename=ip258_en.pdf

European Commission (2024). *Recommended parameters for reporting on GHG projections in 2025*. Brussels: European Commission, Directorate-General for Climate Action.

Gillingham, K., Newell, R. G., Palmer, K. (2009). Energy efficiency economics and policy. *Annual Review of Resource Economics*, 1(1), 597–620. https://doi.org/10.1146/annurev.resource.102308.124234

IEA (2021). *World Energy Outlook 2021*. Paris: International Energy Agency. Dostupné z: https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021

IRENA (2022). *World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway*. Masdar City: International Renewable Energy Agency. Dostupné z: https://www.irena.org/publications

Ito, K., Ida, T., Tanaka, M. (2018). Moral suasion and economic incentives: Field experimental evidence from energy demand. *American Economic Journal: Economic Policy*, 10(1), 240–267.

Jaeger, J., Linares, P., Neuhoff, K., Vázquez, R. (2020). *A Green New Deal for Europe: Opportunities and Challenges*. ZOE Institute for Future-Fit Economies. Dostupné z: https://zoe-institutQ.de

Jessoe, K., Rapson, D. (2014). Knowledge is (less) power: Experimental evidence from residential energy use. *American Economic Review*, 104(4), 1417–1438.

Khanna, T. M., Baiocchi, G., Callaghan, M., et al. (2021). A multi-country meta-analysis on the role of behavioural change in reducing energy consumption and CO_2 emissions in residential buildings. *Nature Energy*, 6(9), 925–932. https://doi.org/10.1038/s41560-021-00866-x

Labandeira, X., Labeaga, J. M., López-Otero, X. (2017). A meta-analysis on the price elasticity of energy demand. *Energy Policy*, 102, 549–568.

Máca, V., Melichar, J., Rečka, L., Ščasný, M. (2015). *Kvantifikace environmentálních a zdravotních dopadů (externích nákladů) z povrchové těžby hnědého uhlí v Severočeské hnědouhelné pánvi v těžebních lokalitách velkolomů Bílina a ČSA a využití vydobytého hnědého uhlí ve spalovacích procesech pro výrobu elektřiny a tepla na území ČR*. Praha: Univerzita Karlova – Centrum pro otázky životního prostředí. Dostupné z: https://mpo.gov.cz/assets/dokumenty/53560/61109/636769/priloha002.pdf

Melichar, J., Ščasný, M., Máca, V. (2010). *Hodnocení externích nákladů energetiky analýzou drah dopadů. Popis metodiky a příkladové hodnocení externalit pro výrobu elektrické energie v tepelných elektrárnách*. Praha: Univerzita Karlova – Centrum pro otázky životního prostředí: prosinec 2010.

MF ČR (2022). *Makroekonomická predikce České republiky: listopad 2022*. Praha: Ministerstvo financí ČR.

MPO (2020). *Dlouhodobá strategie renovací na podporu renovace vnitrostátního fondu obytných a jiných než obytných budov, veřejných i soukromých*. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR.

MPO (2021). *Vodíková strategie ČR*. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR.

OECD (2022). *Paying for Net Zero: Towards a Fair and Effective Climate Transition*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development. Dostupné z: https://www.oecd.org/environment/paying-for-net-zero-9a4bbbe2-en.htm

Opatrný, M., Ščasný, M. (2025a). *Bridging the Gap: A Novel M2/LIHC Hybrid Indicator Unveils Energy Poverty Dynamics – Case Study of the Czech Republic*. IES Working Paper 6/2025. IES FSV. Prague: Charles University.

Opatrný, M., Ščasný, M. (2025b). *Energetická chudoba a finanční dostupnost dopravy – ex post analýza 2017-2023*. Zpráva projektu SEEPIA, Univerzita Karlova, Centrum pro otázky životního prostředí.

Pollin, R., Chakraborty, S. (2021). *Job Creation Estimates Through Proposed Economic Stimulus Measures*. Political Economy Research Institute (PERI). University of Massachusetts Amherst. Dostupné z: https://www.peri.umass.edu/publication/item/1411-job-creation-estimates-through-proposed-economic-stimulus-measures

Poore, J., Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360, 987–992, https://doi.org/10.1126/science.aaq0216

Rečka, L., Laxton, D., Vorel, L., Máca, V. (2025). *TIMES-CZ v03.0 Documentation*. Dostupné z: https://github.com/LukasR33/TIMES-CZ-documentation

Ščasný, M., Brůha, J. (2003). *Public Finance Aspects of a Green Tax Reform in the Czech Republic*. Working Paper presented at the 7th Joint Meeting of Tax and Environmental Experts. November 2003, Paris (COM/ENV/EPOC/DAFFE/CFA(2003)126, OECD).

Ščasný, M. (2006). *Distributional Aspects of Environmental Regulation: Theory and Empirical Evidence in the Czech Republic*. PhD thesis. Institute of Economic Studies, Faculty of Social Sciences, Charles University in Prague, 2006.

Ščasný, M., Massetti, E., Melichar, J., Carrara, S. (2015), Quantifying the ancillary benefits of the Representative Concentration Pathways on air quality in Europe. *Environmental & Resource Economics*, Volume 62, Issue 2, pp 383-415. https://doi.org/10.1007/s10640-015-9969-y

UK COŽP (2023). *Přehled možností snižující emise skleníkových plynů ze zemědělství v České republice*. Studie SEEPIA a ARAMIS, 27. červen 2023.

UNEP (2019). *Global Green New Deal: An Update for Policymakers*. United Nations Environment Programme. Nairobi: United Nations Environment Programme. Dostupné z: https://www.unep.org/resources/report/global-green-new-deal-update-policymakers

ÚZEI (2023). *Hodnocení ekonomických dopadů Fit For 55*. Praha: UZEI, IFER, CZ Biom.

Vávrová, K., Weger, J., Janota, L., Outrata, D., Knápek, J., Králík, T., Jícha, T., Kubín, A., Koliha, J. (2024). *Metodika potenciálu biomasy vzhledem ke kritériím udržitelnosti a aspektu využití*. Certifikovaná metodika č. 1/2024-054. Průhonice: Výzkumný ústav pro krajinu. Dostupné z: https://www.vukoz.cz/wp-content/uploads/2025/01/Metodika-teplarenstvi-Theta-GreenDeal-2.pdf

Wolak, F. A. (2011). Do residential customers respond to hourly prices? Evidence from a dynamic pricing experiment. *American Economic Review*, 101(3), 83–87.

Zenghelis, D. (2022). *Competitiveness and Climate Policies: Is There a Trade-off?* Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, London School of Economics. Dostupné z: https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/publication/competitiveness-and-climate-policies-is-there-a-trade-off/