

PRÁZDNA STRANA



Štúdia nízkouhlíkového rastu pre Slovensko: Implementácia Rámca politík EÚ v oblasti klímy a energetiky do roku 2030

Január 2019

 **MINISTERSTVO
ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY**

iiep
Inštitút environmentálnej politiky


THE WORLD BANK
IBRD • IDA | WORLD BANK GROUP



Pod'akovania

Táto správa je syntézou analýzy, ktorú vykonala Svetová banka v partnerstve s vládou Slovenska v rámci projektu Poradenské služby za finančnú úhradu, Vývoj nástrojov na ekonomické modelovanie a budovanie kapacít v modelovaní pre udržateľný rast na Slovensku. Ministerstvo životného prostredia a jeho Inštitút environmentálnej politiky spolupracovali so Svetovou bankou v oblasti makroekonomického modelovania a s E3-Modelling v oblasti energetického modelovania. Tím je za podporu osobitne vďačný Norbertovi Kurillovi, Martinovi Halušovi, Kristíne Petrikovej a Stelle Slučiakovej. V rámci Svetovej banky projekt viedol Donato De Rosa (manažér úloh), Leszek Kasek (bývalý manažér úloh), Dinar Dhamma Prihardini (bývalý manažér úloh, makroekonomické modelovanie), Jakub Boratynski (makroekonomické modelovanie), Wojciech Rabiega (asistencia vo výskume), Agnieszka Boratynska (technická podpora) a Erika Jorgensen (správa o syntéze).

Skratky

PPC	Paroplynový cyklus (elektráreň)
CGE	model všeobecnej vypočítateľnej rovnováhy
KVET	kombinovaná výroba elektriny a tepla
CO ₂	oxid uhličitý
CO _{2e}	ekvivalent oxidu uhličitého
CPS	Model Compact PRIMES pre Slovensko
EK	Európska komisia
EDGAR	Databáza emisií pre globálny výskum atmosféry Spoločného výskumného centra Európskej komisie
EEA	Európska environmentálna agentúra
ENVISAGE	Aplikovaná všeobecná rovnováha vplyvov na životné prostredie a udržateľnosti (model)
ETS	systém obchodovania s emisiami Európskej únie (aj sektory zahrnuté do systému obchodovania)
EÚ	Európska únia
EUCO	Európska rada
HDP	hrubý domáci produkt
GHG	skleníkový plyn (skleníkové plyny)
GWhe	ekvivalent gigawatthodiny
ICE	Vozidlá so spaľovacím motorom
IEA	Medzinárodná energetická agentúra
LCU	jednotka miestnej meny
Mt	milión ton
Mt CO _{2e}	milión ton ekvivalentu oxidu uhličitého MW
MW	megawatt
MWh	megawatthodina
NCV	čistá výhrevná hodnota
PRIMES	Cenovo-stimulovaný systém trhovej rovnováhy (model energetického systému)



OZE	obnoviteľné zdroje energie
Slovak-CGE	model aplikovanej všeobecnej rovnováhy ENVISAGE-Slovakia
Solárna FV	solárna fotovoltaika (elektrárň)
toe	tona ropného ekvivalentu
TWh	terawatthodina
UNFCCC	Rámcový dohovor OSN o zmene klímy Vyšehradská skupina Česká republika, Maďarsko, Poľsko a Slovensko
Databáza WDI	Databáza ukazovateľov svetového rozvoja (Svetová banka)



Obsah

Zhrnutie	i
Kapitola 1 Úvod a okolnosti	1
Súhrn	1
Emisie skleníkových plynov na Slovensku.....	1
Parížska dohoda a opatrenia na ochranu klímy v Európskej únii	8
Výzva nízkouhlíkového rastu	11
Kapitola 2 Modely na určenie cesty k nízkouhlíkovému rastu	15
Súhrn	15
Zameranie na energetiku za súčasného posúdenia vplyvov v rámci celého hospodárstva	15
Návrh energetického modelu	16
Návrh makroekonomického modelu	20
Spoločné využitie energetického a makroekonomického modelu	23
Hlavné zdroje údajov a exogénne predpoklady	25
Kapitola 3 „Vývoj bez zmien“ pre hospodárstvo Slovenska	29
Súhrn	29
Definícia referenčného scenára	29
Hlavné charakteristiky referenčného scenára	30
Kapitola 4 Scenáre politiky na splnenie klimatických záväzkov Slovenska	43
Súhrn	43
Definície scenárov	43
Hlavné zistenia	45
Kapitola 5 Cesta nízkouhlíkového rastu: Odporúčania	67
Cesta rastu do roku 2050 so súčasným znižovaním emisií	67
Strategické závery pre tvorcov politiky	69
Príloha I. Netechnické vysvetlenie scenárov dekarbonizácie	71
Príloha II. Politiky EÚ a národné opatrenia na implementáciu politík EÚ	73
Príloha III. Podrobné výsledky podľa scenára politiky dekarbonizácie z modelu Slovak-CGE	75

Obrázky

Obr. i. HDP a emisie skleníkových plynov, 1992-2016, v konštantných LCU a Mt CO ₂ e.....	i
Obr. ii. Energetická náročnosť v EÚ a na Slovensku, 1995-2016, v toe na mil. EUR HDP	ii
Obr. iii. Zjednodušená schéma Compact PRIMES pre Slovensko (model CPS)	iii
Obr. iv. Zjednodušená schéma Modelu aplikovanej všeobecnej rovnováhy ENVISAGE-Slovakia (Slovak-	



CGE)	iv
Obr. v. Podiel pridanej hodnoty podľa sektora, referenčný scenár, 2015 až 2050	v
Obr. vi. Novo inštalovaný elektrický výkon, referenčný scenár, po desaťročiach do roku 2050, v čistých MW	vi
Obr. vii. Emisie a cena ETS, referenčný scenár, 2015 až 2050, v Mt CO _{2e} a EUR na tonu ..	vi
Obr. viii. Emisie a cena ETS, scenáre politik, 2015 až 2050, v Mt CO _{2e} a EUR na tonu	viii
Obr. ix. Novo inštalovaný elektrický výkon, podľa scenára, 2011-2050, v čistých MW	ix
Obr. x. Zmena podielov výdavkov v HDP v porovnaní so základom, podľa scenárov	x
Obr. 1. Globálne emisie vo vybraných krajinách a emisie členských štátov EÚ, % z celku	2
Obr. 2. Zmeny emisií skleníkových plynov na Slovensku a v štyroch ďalších krajinách EÚ, 1990 až 2016, index	2
Obr. 3. Emisie skleníkových plynov podľa plynu, 1990 až 2014, v Mt CO _{2e}	3
Obr. 4. Emisie skleníkových plynov podľa sektora, 1990 a 2016, v % z celku	4
Obr. 5. HDP a emisie skleníkových plynov, 1992-2016, v konštantných LCU a Mt CO _{2e}	5
Obr. 6. Rast emisií a HDP, EÚ a iné, 1995-2016 v %	6
Obr. 7. Energetická náročnosť v EÚ a na Slovensku, 1995-2016, v toe na mil. EUR HDP	7
Obr. 8. Hrubá výroba elektrickej energie podľa zdrojov, Slovensko a členovia EÚ, 2015, % z GWh celkom	8
Obr. 9. Ciele mimo ETS pre členov EÚ na rok 2020 a 2030 vo vzťahu k roku 2005, v percentách	10
Obr. 10. Zjednodušená schéma Compact PRIMES pre Slovensko (model CPS)	17
Obr. 11. Schéma fungovania modelu CPS	18
Obr. 12. Zjednodušená schéma Modelu aplikovanej všeobecnej rovnováhy ENVISAGE-Slovakia (Slovak-CGE)	22
Obr. 13. Základné väzby a poradie fungovania modelov CPS a Slovak-CGE	25
Obr. 14. Vývoj svetových cien fosílnych palív, €/MWh v ekvivalentnej NCV	27
Obr. 15. Ročná miera rastu na Slovensku a v ďalších troch regiónoch v modeli Slovak-CGE, 2015- 2050, rast reálneho HDP v %	31
Obr. 16. Podiely reálneho HDP podľa výdavkov, referenčný scenár, 2015 až 2050, v %	32
Obr. 17. Podiel pridanej hodnoty podľa sektorov, referenčný scenár, 2015 až 2050	34
Obr. 18. Podiel pridanej hodnoty podľa priemyselných subsektorov, referenčný scenár, 2015 až 2050	34
Obr. 19. Dopyt po energii, energetická náročnosť a HDP v referenčnom scenári, 1995-2050, index	35
Obr. 20. Dopyt po energii podľa sektorov, referenčný scenár, 2015 až 2050, TWh	37
Obr. 21. Hrubý dopyt po energii, referenčný scenár, 2000 až 2050, v TWh a reálny HDP v mil. EUR	38
Obr. 22. Čistá výroba elektriny podľa typu zariadenia, referenčný scenár, 2015 až 2050, v TWh a podiely	39
Obr. 23. Novo inštalovaný elektrický výkon, referenčný scenár, po desaťročiach do roku 2050, v čistých MW	40
Obr. 24. Výroba tepla podľa typu zariadenia, 2015-2050, v GWh	41
Obr. 25. Emisie a cena ETS, referenčný scenár, 2015 až 2050, v Mt CO _{2e} a EUR na tonu	42
Obr. 26. Novo inštalovaný elektrický výkon, podľa scenára, 2011-2050, v čistých MW	46
Obr. 27. Výroba tepla a pary, úrovne a podiely podľa výrobného zdroja a podľa paliva, podľa scenárov, 2020, 2030, 2050	48



Obr. 28. HDP, podľa scenára politik, 2015-2050, v % zmeny oproti referenčnému scenáru	49
Obr. 29. Súkromná spotreba, podľa scenára politik, 2015-2050, v % zmeny oproti referenčnému scenáru	50
Obr. 30. Podiely výdavkov na HDP, podľa scenára politik, 2015-2050, v % zmeny oproti referenčnému scenáru.....	51
Obr. 31. Celková zamestnanosť, podľa scenára politik, 2015-2050, v % zmeny oproti referenčnému scenáru	53
Obr. 32. Reálne mzdy, podľa scenára politik, 2015-2050, v % zmeny oproti referenčnému scenáru	53
Obr. 33. Saldo vládneho rozpočtu podľa zložiek rozpočtu a scenárov politik, 2015-2050, v % zmeny HDP oproti referenčnému scenáru.....	54
Obr. 34. Emisie ETS, podľa scenára politik, 2015-2050, v % zmeny oproti referenčnému scenáru	55
Obr. 35. Emisie mimo ETS, podľa scenára politik, 2015-2050, v % zmeny oproti referenčnému scenáru ..	56
Obr. 36. Emisie a cena ETS, scenáre politik, 2015 až 2050, v Mt CO ₂ e a EUR na tonu	57
Obr. 37. Emisie CO ₂ podľa sektorov, podľa scenára, 2020, 2030 a 2050, v Mt CO ₂ a podieloch	58
Obr. 38. Konečný dopyt po energii, podľa scenárov, v TWh	59
Obr. 39. Konečný dopyt po energii podľa sektorov, podľa scenárov, 2015 až 2050, v TWh	60
Obr. 40. Dopyt po elektrine, podľa scenárov, 2015 až 2050, v TWh a % priemerného ročného rastu	61
Obr. 41. Výroba elektriny podľa zdrojov, podľa scenárov, 2020, 2030 a 2050, TWh a % podiely	62
Obr. 42. Investície do energetickej efektívnosti podľa sektorov, podľa scenárov, 2011 až 2050, v mld. EUR	63
Obr. 43. Podiel výdavkov na HDP, podľa scenárov politik, 2015-2050, v %.....	64

Tabuľky

Tabuľka i. Scenáre dekarbonizácie podľa intenzity cieľa obnoviteľných zdrojov a energetickej účinnosti vii	
Tabuľka ii. Kľúčové ciele politik a výsledky podľa scenárov politik	vii
Tabuľka 1. Navrhované zníženie emisií pre EÚ podľa Plánu do roku 2050	11
Tabuľka 2. Sektory dopytu po energii a ponuky energie	19
Tabuľka 3. Priemerné ročné miery rastu HDP a pridaná hodnota sektora, referenčný scenár, 2020 až 2050, v % za rok	33
Tabuľka 4. Kľúčové ukazovatele politik v referenčnom scenári	36
Tabuľka 5. Kľúčové ciele politik a výsledky podľa scenárov politik	44
Tabuľka 6. Investície podľa subsektora alebo typu, podľa scenárov, 2015, 2030 a 2050, v mil. EUR a tis. vozidiel	47
Tabuľka 7. Podiely pridanej hodnoty v HDP, podľa sektorov a scenárov politik, 2030 a 2050, v % zmeny oproti referenčnému scenáru.....	52
Tabuľka 8. Scenáre dekarbonizácie podľa intenzity cieľa obnoviteľných zdrojov a energetickej účinnosti	72
Tabuľka 9. Pridaná hodnota, scenár Dekarbonizácia 1, podľa sektorov, 2015-2050, v % zmeny v konštantných mld. USD za rok 2011 oproti referenčnému scenáru.....	75
Tabuľka 10. Pridaná hodnota, scenár Dekarbonizácia 2, podľa sektorov, 2015-2050, v % zmeny v konštantných mld. USD za rok 2011 oproti referenčnému scenáru	76
Tabuľka 11. Pridaná hodnota, scenár Dekarbonizácia 3, podľa sektorov, 2015-2050, v % zmeny v konštantných mld. USD za rok 2011 oproti referenčnému scenáru.....	77
Tabuľka 12. Pridaná hodnota, scenár Dekarbonizácia 4, podľa sektorov, 2015-2050, v % zmeny v konštantných mld. USD za rok 2011 oproti referenčnému scenáru.....	78
Tabuľka 13. Emisie, scenár Dekarbonizácia 1, podľa sektorov, 2015-2050, v % zmeny v Mt CO ₂ oproti referenčnému scenáru	79



Tabuľka 14. Emisie, scenár Dekarbonizácia 2, podľa sektorov, 2015-2050, v % zmeny v Mt CO ₂ oproti referenčnému scenáru	80
Tabuľka 15. Emisie, scenár Dekarbonizácia 3, podľa sektorov, 2015-2050, v % zmeny v Mt CO ₂ oproti referenčnému scenáru	81
Tabuľka 16. Emisie, scenár Dekarbonizácia 4, podľa sektorov, 2015-2050, v % zmeny v Mt CO ₂ oproti referenčnému scenáru	82
Tabuľka 17. Zamestnanosť, scenár Dekarbonizácia 1, podľa sektorov, 2015-2050, vážené podľa objemu miezd, v % zmeny v zamestnanosti váženej podľa miezd oproti referenčnému scenáru	83
Tabuľka 18. Zamestnanosť, scenár Dekarbonizácia 2, podľa sektorov, 2015-2050, vážené podľa objemu miezd, v % zmeny v zamestnanosti váženej podľa miezd oproti referenčnému scenáru	84
Tabuľka 19. Zamestnanosť, scenár Dekarbonizácia 3, podľa sektorov, 2015-2050, vážené podľa objemu miezd, v % zmeny v zamestnanosti váženej podľa miezd oproti referenčnému scenáru	85
Tabuľka 20. Zamestnanosť, scenár Dekarbonizácia 4, podľa sektorov, 2015-2050, vážené podľa objemu miezd, v % zmeny v zamestnanosti váženej podľa miezd oproti referenčnému scenáru	86

Boxy

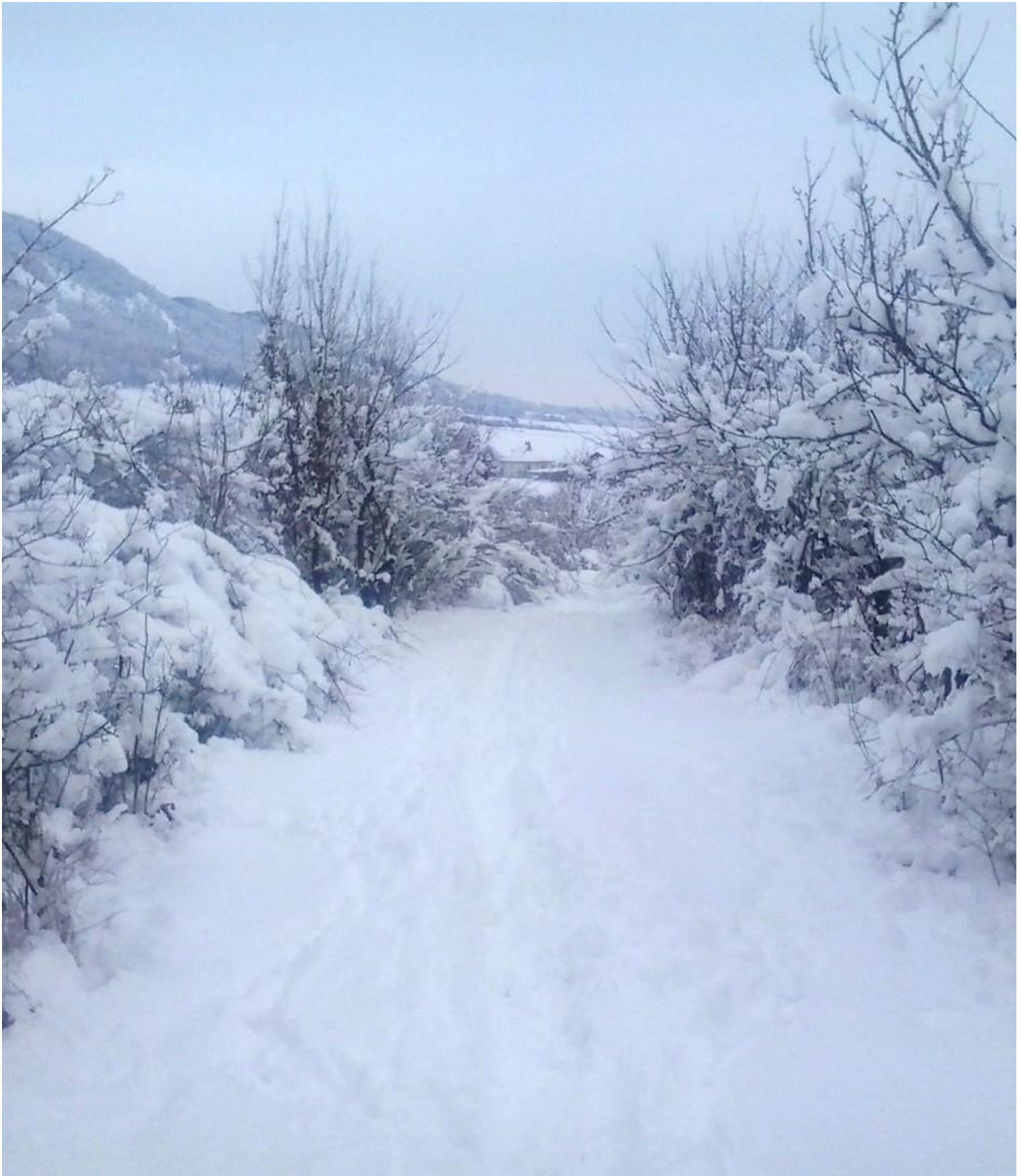
Box 1. Systém obchodovania s emisiami EÚ (EÚ ETS).....	9
Box 2. (Energetický) model cenovo-stimulovaného systému trhovej rovnováhy: PRIMES	16
Box 3. Referenčný scenár Európskej únie 2016	29





Fotografia: Horné Zelenice, Slovensko, autor Tomas Jancovic, 2.5. 2006, [CC BY 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0>)].





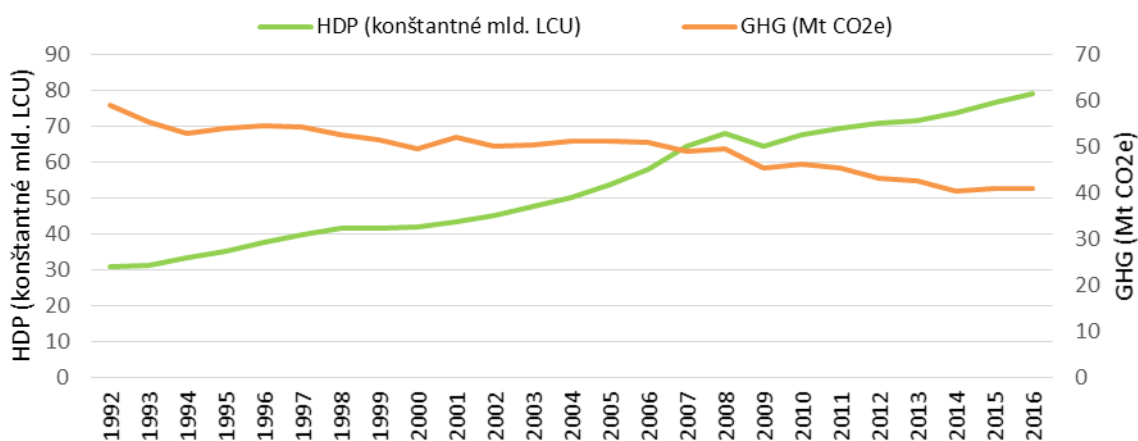
Fotografia: Fintice, Slovensko, autor Mafo.G., 8.2. 2013, [CC BY 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0>)].



Zhrnutie

1. **Aby sa pripravil priestor na preskúmanie cesty pre nízkouhlíkový rast na Slovensku, stručne boli preskúmané charakteristiky krajiny týkajúce sa emisií skleníkových plynov, jej záväzky na základe Parížskej dohody a ako člena Európskej únie, a potreba nízkouhlíkového rastu.** Slovensko prispieva ku globálnym emisiám len okrajovo. Jeho emisie za posledné desaťročia významne klesli a zdanlivo sa odpojili od hospodárskeho rastu (Obr. i). Tak, ako vo väčšine krajín, aj tu profilu dominujú emisie v odvetví energetiky, hoci sú zmiernené významným podielom výroby jadrovej elektriny. Súčasne sa zvýšil význam emisií v oblasti priemyslu a dopravy. Od roku 1995 Slovensko dosiahlo významný pokrok v oblasti energetickej efektívnosti, do roku 2016 zlepšilo energetickú náročnosť o viac ako polovicu. V rovnakom období však aj Európska únia ako celok dosahovala rovnomerný pokrok, a Slovensko stále zaostáva za priemernou energetickou náročnosťou EÚ (Obr. ii).

Obr. i. HDP a emisie skleníkových plynov, 1992-2016, v konštantných LCU a Mt CO₂e
Slovensko odpojilo emisie a rast

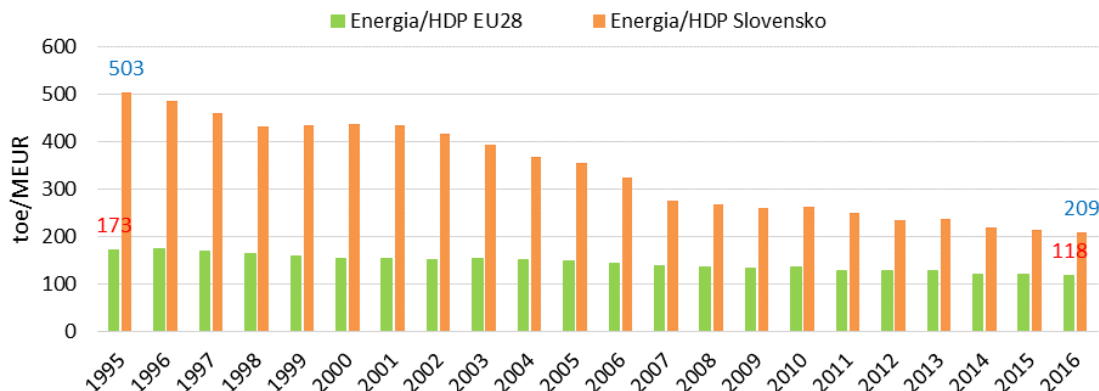


Zdroj: HDP z databázy WDI, skleníkové plyny z databázy EEA.

2. **Slovensko ako člen EÚ podporuje Rámec politik EÚ v oblasti klímy a energetiky do roku 2030 a príspevok ku globálnej Parížskej dohode.** Slovensko je súčasťou trhu EÚ s uhlíkom, systému obchodovania s emisiami EÚ (ETS) a pre jeho emisie mimo systému ETS je stanovený cieľ špecifický pre Slovensko. Na základe „Zimného balíka“ opatrení z roku 2016 na podporu cieľov do roku 2030 Slovensko čelí rozhodnutiam, ako skombinovať politické nástroje zamerané na obnoviteľné zdroje energie a energetickej efektívnosti. Vzhľadom na vplyv znižovania emisií v celom hospodárstve je potrebné, aby tvorcovia politik na Slovensku definovali pre krajinu cestu nízkouhlíkového rastu. Všimnite si, že nie sú zahrnuté niektoré možné lokálne spoločné prínosy (keďže by si vyžadovali dodatočné zložité modelovanie), ale mohli by znížiť náklady na takúto cestu.



Obr. ii. Energetická náročnosť v EÚ a na Slovensku, 1995-2016, v toe na mil. EUR HDP
Pokrok Slovenska v energetickej náročnosti stále zaostáva za priemerom EÚ



Poznámky: Energetická náročnosť je mierou energetickej efektívnosti, informuje o energii potrebnej na dosiahnutie hospodárskeho výstupu. Je to pomer medzi hrubou domácou spotrebou energie (v tonách ropného ekvivalentu) a hrubým domácim produktom (HDP) v konštantných miliónoch eur.

Zdroj: Databáza Eurostatu.

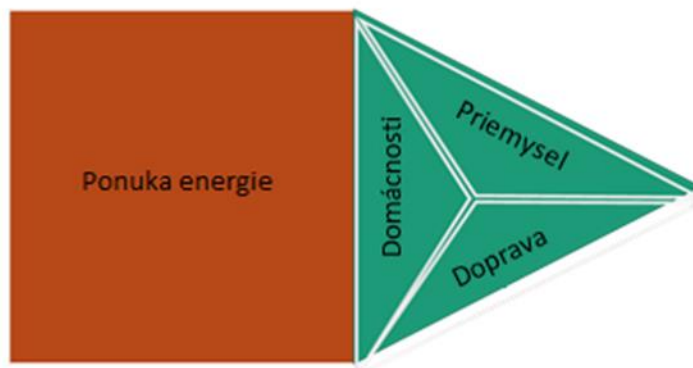
3. **Na riešenie otázok o politikách EÚ v oblasti klímy a energetiky pre Slovensko bol vypracovaný energetický model a makroekonomický model.** Tieto modely sa líšia pokrytím a prístupom, ale spolu poskytujú výkonný nástroj na hodnotenie politik pre klímu a zobrazovanie vplyvu rôznych balíkov politik. Oba modely čerpajú z viacerých zdrojov údajov a vychádzajú z informácií, ktoré využíva EÚ na vypracovanie scenárov. Spoločne používajú mnohé exogénne predpoklady a návrh zobrazenia je u oboch zhodný.

4. **Energetický model pre Slovensko zachytáva podrobnosti o ponuke a dopyte v oblasti energií, ktoré sú kritické pri návrhu nízkouhlíkovej cesty.** Energetický model na úrovni krajiny nazvaný Compact-PRIMES pre Slovensko (CPS) zabezpečuje vzostupnú analýzu bohatú na technológie pre kľúčové prvky odvetvia energetiky a bol navrhnutý na účely hodnotenia nízkouhlíkových možností pre odvetvie energetiky. Model CPS je model čiastočnej rovnováhy pre jednu krajinu pre energetický sektor, ktorý bilancuje ponuku a dopyt v oblasti energie. Keďže je to hybridný model s podrobnosťami o technológiách a technike spolu s mikroekonomickými a makroekonomickými interakciami a dynamikou, odvetvové rozhodnutia CPS zvažujú technológie a náklady. Na strane ponuky je zachytené zásobovanie elektrinou a teplom a dodávky biomasy, zatiaľ čo modelovanie dopytu po energii obsahuje samostatné spracovanie priemyselného sektora (a 10 subsektorov), dopravy a ďalšieho dopytu. Návrh modelu CPS je vhodný pre kvantifikovanie dlhodobého plánovania v energetike a politik na zníženie emisií skleníkových plynov súvisiacich s energetikou (Obr. iii).



Obr. iii. Zjednodušená schéma Compact PRIMES pre Slovensko (model CPS)

Modelovanie energetického sektora Slovenska: ponuka a dopyt podľa sektorov sú uvedené do rovnováhy



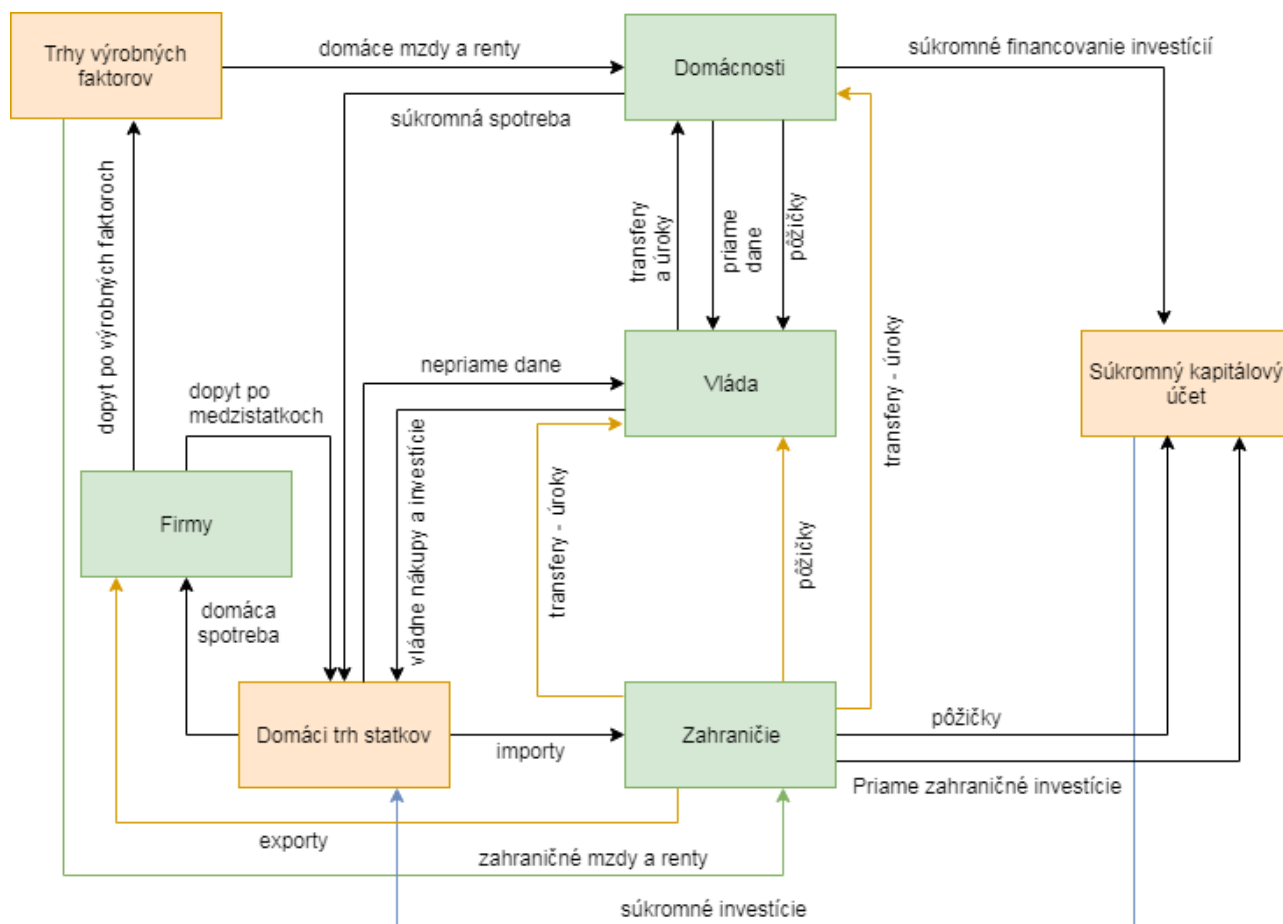
Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.

5. **Makroekonomický model pre Slovensko dopĺňa energetický model, pričom využíva podrobné výsledky energetického systému z modelu CPS a posudzuje vplyvy v rámci celého hospodárstva.** Má všetky vlastnosti štandardného modelu všeobecnej vypočítateľnej rovnováhy, ale s ďalšími podrobnosťami o energetike, výrobe elektriny a emisiách, takže je užitočný na hodnotenie politík v oblasti klímy. Makroekonomický model s názvom Model aplikovanej všeobecnej rovnováhy ENVISAGE-Slovakia (Slovak-CGE) je na mieru upravený tak, aby odrážal konkrétne vlastnosti slovenského hospodárstva. Dôležité je, že dopyt po energetických komoditách v domácnostiach a firmách je citlivý na ceny a sú zachytené rôzne možnosti výroby elektriny. Explicitne sú modelované emisie. S použitím modelu Slovak-CGE možno analyzovať rôzne politiky zmierňovania. V porovnaní s energetickým modelom CPS je cieľom modelu Slovak-CGE simulovať širšie ekonomické vplyvy posunu smerom k nízkouhlíkovému hospodárstvu (Obr. iv).



Obr. iv. Zjednodušená schéma Modelu aplikovanej všeobecnej rovnováhy ENVISAGE-Slovakia (Slovak-CGE)

Makroekonomický model zachytáva vplyvy v celom hospodárstve



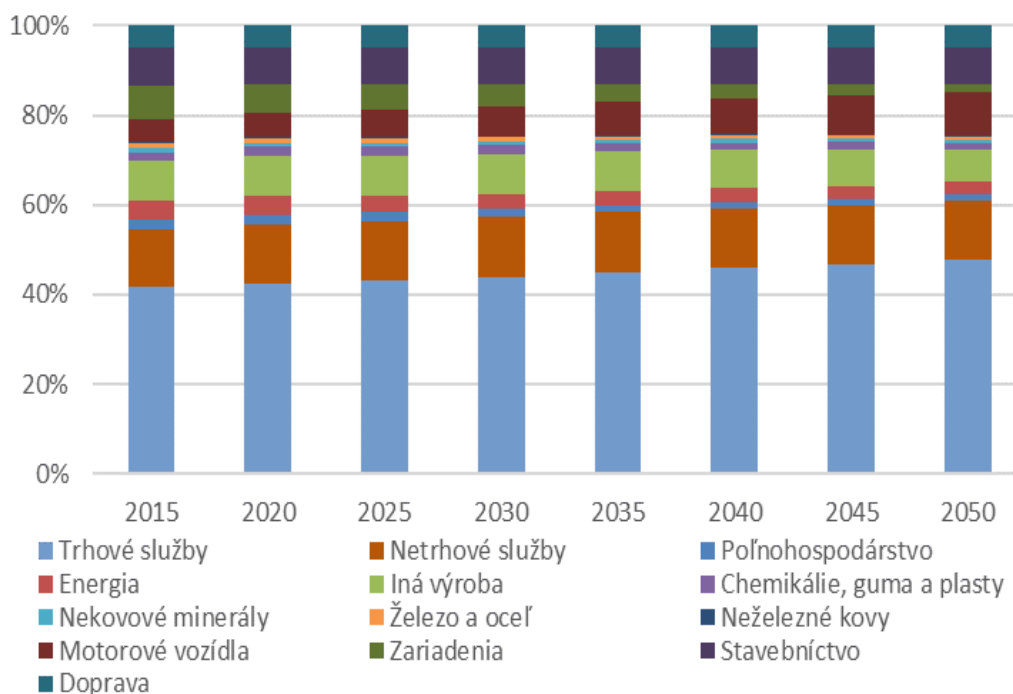
Zdroj: Svetová banka, dokumentácia modelu Slovak-CGE.

6. **Priebeh vývoja bez zmien pre Slovensko, ktorý zahŕňa národné záväzky v oblasti opatrení na ochranu klímy do roku 2020, je zostavený ako referenčný scenár, s ktorým možno porovnávať ostatné scenáre.** Tento scenár vychádza z Referenčného scenára EÚ z roku 2016. Referenčný scenár predpokladá, že po roku 2020 nebudú okrem ETS existovať žiadne ďalšie podporné klimatické politiky, ale že zlepšovanie v oblasti energetickej efektívnosti bude trvalé. Na Slovensku sa do roku 2050 očakáva spomalenie rastu HDP na 0,6 % ročne, čo bude spôsobené poklesom počtu obyvateľov. V rámci spomaľujúceho sa rastu sa budú niektoré sektory a subsektory rozširovať, iné zasa znižovať. Napríklad predpokladaný nárast príjmov na osobu podporuje rozširovanie sektora služieb (Obr. v).



Obr. v. Podiel pridanej hodnoty podľa sektorov, referenčný scenár, 2015 až 2050

V referenčnom scenári sa súbežne so zvyšovaním príjmov na osobu rozširujú služby

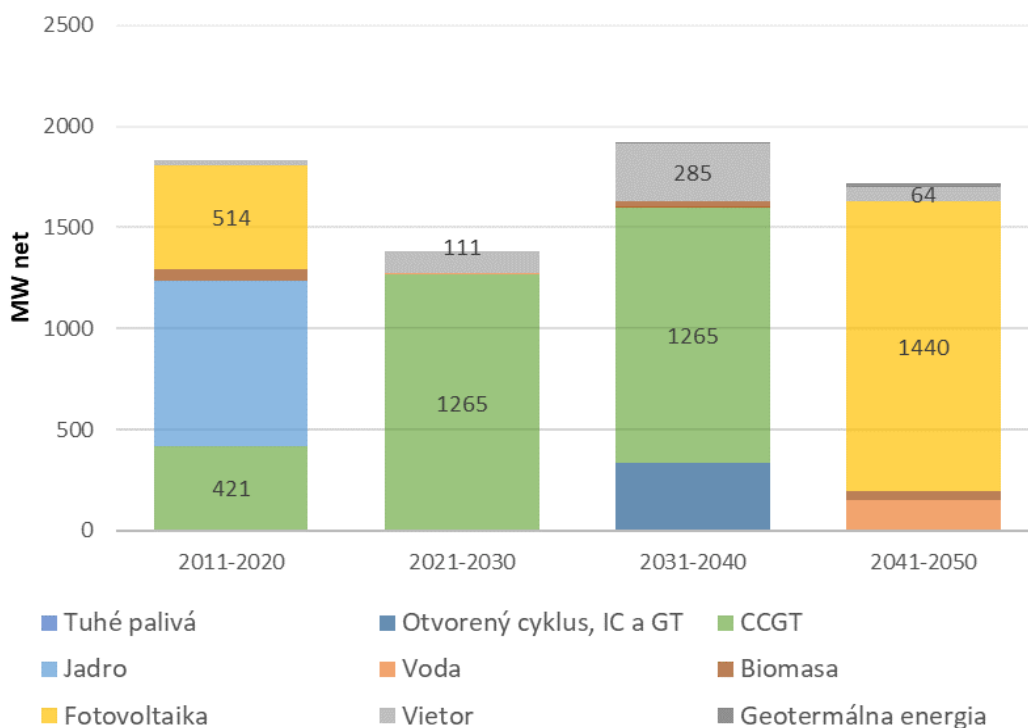


Zdroj: Výsledky modelu Slovak-CGE.

7. **Scenár vývoja bez zmien alebo základný scenár zobrazuje posuvné sily energetickej efektívnosti, dopytu po energii a odozvy ponuky energie na ETS a ďalšie ceny.** Referenčný scenár berie do úvahy nepretržité zlepšovanie energetickej efektívnosti. ETS bude v Referenčnom scenári naďalej hlavným vplyvom na výber energií do roku 2050. Dopyt po energii v priemysle sa bude v referenčnom scenári zmiernovať súbežne s využívaním nových efektívnych technológií vo výrobných investíciách v priemysle. Ceny ETS tlačia spotrebu energie v priemysle k palivám s nižším obsahom uhlíka. Počas výhľadového obdobia dopyt po elektrine stúpa. Predpokladá sa, že v mixe výroby elektriny na Slovensku bude zohrávať kritickú úlohu jadrová energia, ale rozsah využívania veternej a slnečnej energie sa podstatne nerozšíri. Predpokladá sa, že investície v energetickom sektore sa časom presunú od jadrových k paroplynovému cyklu (PPC) a k slnečnej energii (Obr. vi). Bez podporných politík po roku 2020 nebude cena ETS postačovať ako stimul významného znižovania emisií (Obr. vii).

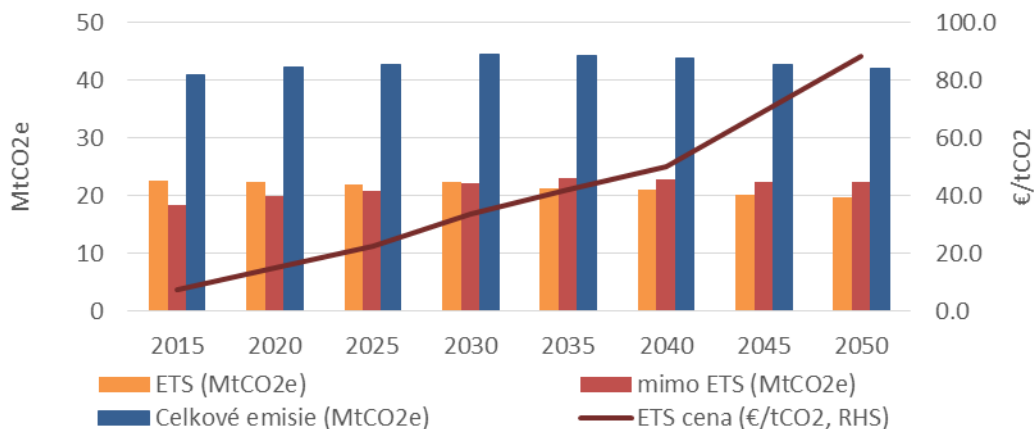


Obr. vi. Novo inštalovaný elektrický výkon, referenčný scenár, po desaťročiach do roku 2050, v čistých MW Investície do elektrického výkonu sa v referenčnom scenári sústreďujú v strednodobom horizonte do PPC a v dlhodobom horizonte do solárnej energie



Poznámky: Čisté MW sú maximálnym elektrickým výkonom bez vlastnej spotreby elektrárne.
Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.

Obr. vii. Emisie a cena ETS, referenčný scenár, 2015 až 2050, v Mt CO₂e a EUR na tonu
Samotná cena ETS stimuluje v referenčnom scenári len malé zníženie celkových emisií



Poznámky: Všetky emisie sú celkové emisie skleníkových plynov bez LULUCF.
Zdroj: Výsledky modelu Slovak-CGE a výsledky modelu CPS.



8. „Zimný balík“ Európskej únie z roku 2016 na podporu prechodu na čistú energiu vyžaduje od členských štátov, aby si zvolili ciele pre energetickú efektívnosť a obnoviteľné zdroje energie a tieto ciele obhájili. Slovensku môžu v tejto úlohe pomôcť modely CPS a CGE. Pre Slovensko boli navrhnuté štyri scenáre dekarbonizácie ako kontrastujúce kombinácie cieľov energetickej efektívnosti a obnoviteľných zdrojov, ktoré reprezentujú kompromisy medzi cieľmi (Tabuľka i). Politiky, z ktorých scenáre dekarbonizácie vychádzajú, sú zamerané na sektor energetiky. Všetky štyri scenáre dekarbonizácie sa nevyhnutne zameriavajú na sektor energetiky a všetky zahŕňajú výstavbu nových kapacít na jadrovú výrobu energie pre Slovensko, s udržaním kľúčovej úlohy jadrovej energie vo výrobnom mixe. Na dosiahnutie zníženého dopytu po energii sú potrebné značné investície do energetickej efektívnosti v podnikoch aj domácnostiach (Tabuľka ii).

Tabuľka i. Scenáre dekarbonizácie podľa intenzity cieľa obnoviteľných zdrojov a energetickej účinnosti

Zjednodušený pohľad na scenáre dekarbonizácie

Názov scenára	Cieľ obnoviteľných zdrojov	Cieľ energetickej
Dekarbonizácia 1	Základný	Ambiciózny
Dekarbonizácia 2	Stredný	Stredný
Dekarbonizácia 3	Ambiciózny	Základný
Dekarbonizácia 4	Veľmi ambiciózny (pre elektrinu)	Základný

Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.

Tabuľka ii. Kľúčové ciele politik a výsledky podľa scenárov politik

Scenáre dekarbonizácie sa líšia cieľmi pre obnoviteľné zdroje a energetickú efektívnosť

Ukazovatele politik	2015	2020	2030				
			Referenčný	Dkarb1	Dkarb2	Dkarb3	Dkarb4
Celkové emisie CO ₂ zo spaľovania (% zmena oproti roku 2005)	-27,29	-27,75	-27,81	-39,02	-40,80	-40,59	-41,48
Sektory ETS, emisie CO ₂ z energetiky (% zmena oproti roku 2005)	-30,78	-34,88	-38,40	-50,58	-53,46	-53,51	-54,99
Sektory mimo ETS, emisie CO ₂ z energetiky (% zmena oproti roku 2005)	-21,39	-15,71	-9,91	-19,49	-19,42	-18,77	-18,66
Celkový podiel OZE (%)	14,03	14,49	14,34	16,33	18,91	19,83	21,85
Podiel OZE-H&C (%)	14,16	13,24	14,04	16,89	20,65	22,07	19,55
Podiel OZE-E (%)	19,43	23,38	21,28	22,62	24,81	25,32	36,79
Podiel OZE-T (%)	8,26	10,05	10,20	11,49	11,74	11,80	13,12
Primárne úspory energie (%)	0,00	-20,16	-24,91	-30,32	-28,36	-27,25	-28,88

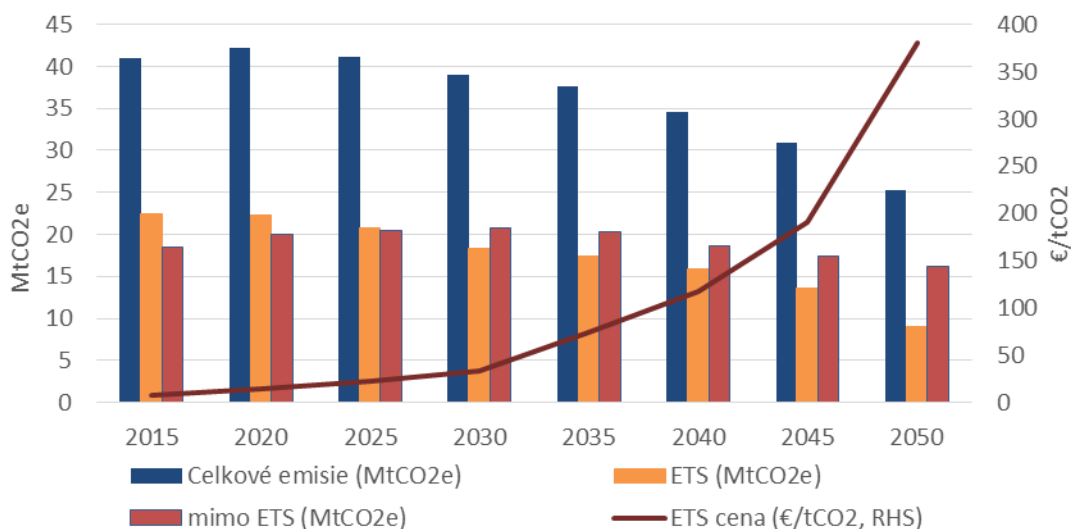
Poznámky: OZE-H&C sú zdroje obnoviteľnej energie pre kúrenie a chladenie. OZE-E sú obnoviteľné zdroje na výrobu elektriny. OZE-T sú obnoviteľné zdroje v doprave. Primárne úspory energie sa porovnávajú so základnými výhľadmi PRIMES 2007.

Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.



9. **Emisie zo sektorov ETS na Slovensku do roku 2050 majú výhľadovo v porovnaní s referenčným scenárom poklesnúť o viac ako polovicu, zatiaľ čo ostatné emisie poklesnú o viac ako jednu štvrtinu (Obr. viii).** Dekarbonizácia zahŕňa osobitné politiky. Vo všetkých scenároch je významný tlak sektora dopravy na zlepšenie energetickej efektívnosti. Boli posúdené štyri kombinácie politík (vytvorenie štyroch scenárov dekarbonizácie). Až do roku 2030 je najdôležitejšou oblasťou pre politiku na Slovensku obnova budov. Všetky scenáre politiky preukazujú rovnakú úroveň celkového zníženia emisií. Spotreba energie v scenároch politiky v porovnaní s referenčným scenárom významne klesá a klesajúci trend sleduje aj v priebehu času. Od scenára politiky Dkarb4 až po Dkarb1 sa postupne zintenzívňuje znižovanie konečného dopytu po energii, v dôsledku zavádzania dodatočných politík podporujúcich zlepšenia v oblasti energetickej efektívnosti. V strednodobom horizonte sa dopyt po elektrine zvyšuje nižšou rýchlosťou než v referenčnom scenári. V strednodobom horizonte politiky obnoviteľných zdrojov umožňujú prienik závodov na biomasu do energetického mixu, čím sa nahrádza výroba s využitím PPC. Scenáre sa líšia svojím vplyvom na energetický systém Slovenska, ale sú si podobné svojím makroekonomickým vplyvom okrem odlišných investícií v neskorších rokoch. Analýza zisťuje vplyv na HDP vo výške až tri alebo štyri percentá, so zvyšovaním investícií a vytláčaním spotreby. Je tu významný vplyv na štruktúru hospodárstva a dekarbonizácia má v rôznych odvetviach priemyslu rôzne účinky.

Obr. viii. Emisie a cena ETS, scenáre politík, 2015 až 2050, v Mt CO₂e a EUR na tonu
Podporné politiky a vysoká cena ETS stimulujú podstatné znížovanie emisií



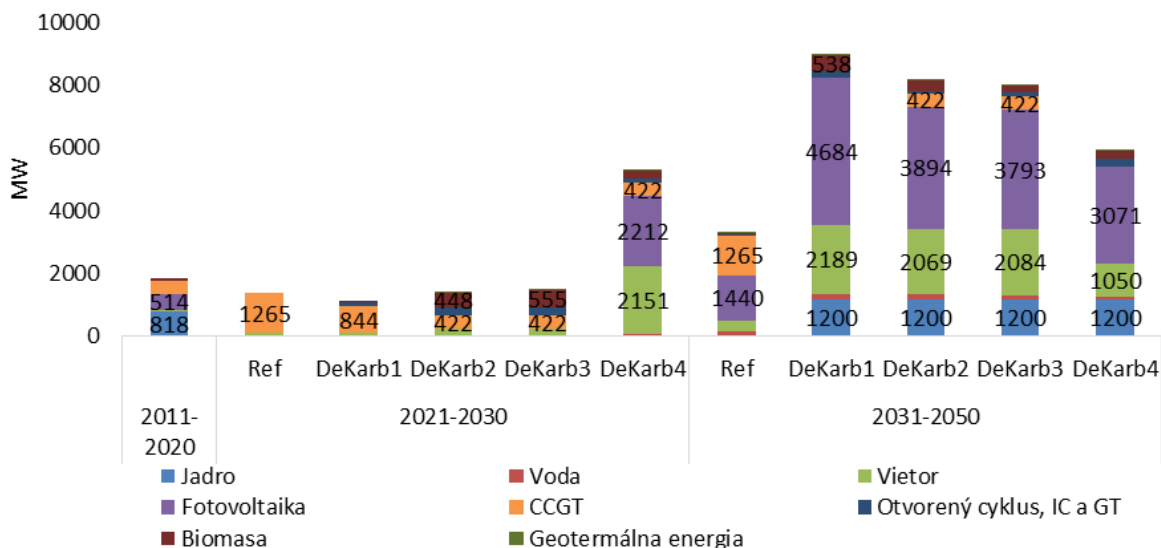
Poznámka: Scenár Dekarbonizácie 4, ale ostatné scenáre politík sú podobné. Všetky emisie sú celkové emisie skleníkových plynov bez LULUCF.

Zdroj: Výsledky modelu Slovak-CGE a výsledky modelu CPS.

10. **Všetky štyri scenáre dekarbonizácie zahŕňajú výstavbu nových kapacít na jadrovú výrobu energie pre Slovensko, s udržaním dôležitosti jadrovej energie vo výrobnom mixe.** V porovnaní s referenčným scenárom, tieto investície do jadra vytláčajú investície do PPC. Štyri scenáre dekarbonizácie sa líšia rozsahom, v akom do výrobného mixu vstupujú obnoviteľné zdroje energie. Dôležitosť obnoviteľných zdrojov energie sa od Dekarbonizácie 1 po Dekarbonizáciu 4 zvyšuje. Najmä Dekarbonizácia 4 sa zameriava na dosahovanie cieľa obnoviteľných zdrojov prostredníctvom sektora elektrickej energie a výsledkom je väčší prienik obnoviteľných zdrojov energie, najmä vetra (Obr. ix).



Obr. ix. Novo inštalovaný elektrický výkon, podľa scenára, 2011-2050, v čistých MW
Investície do elektrického výkonu v scenároch politik sa odlišujú od referenčného scenára veľkosťou a skoršou solárnou FV



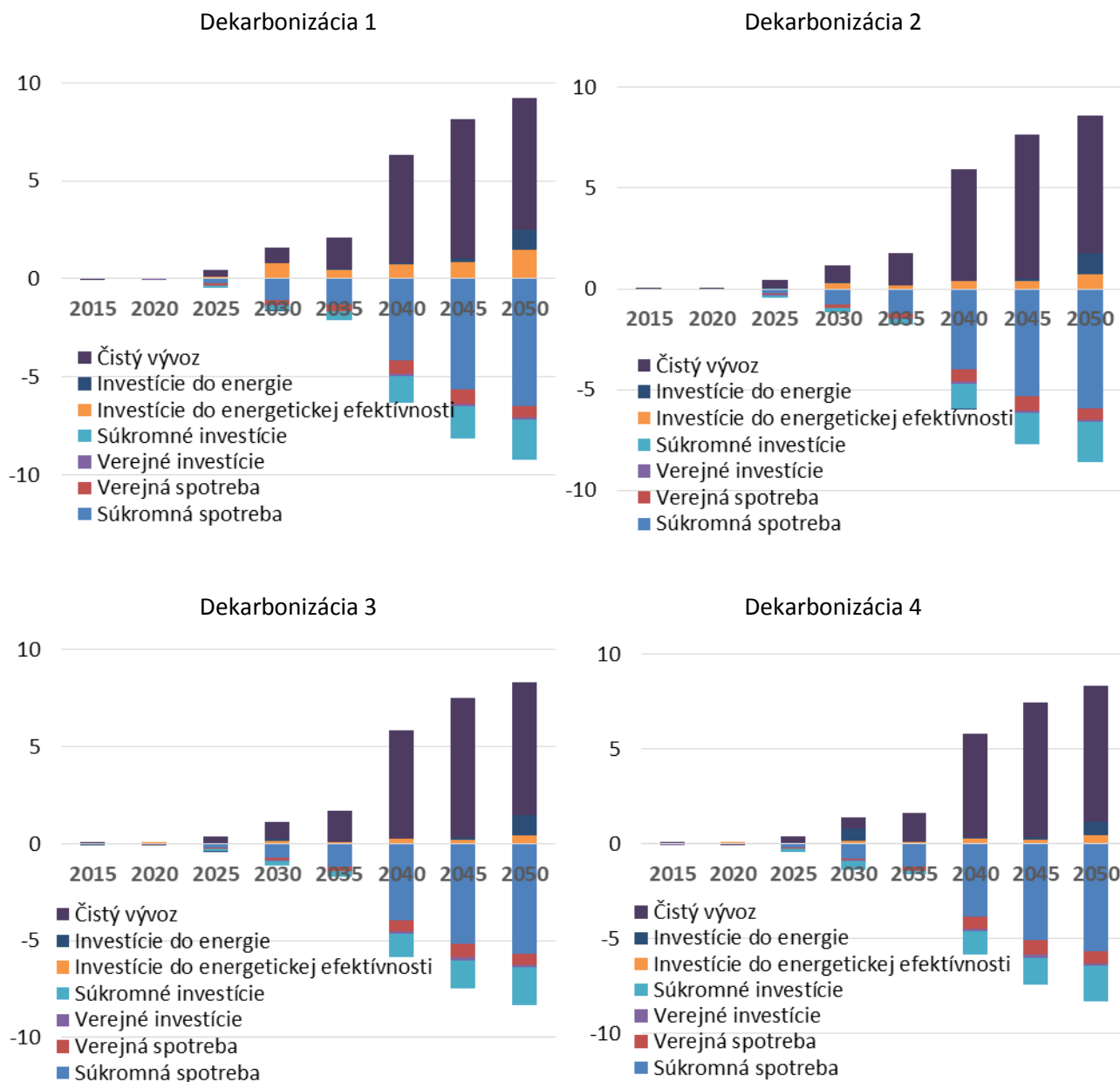
Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.

11. **V dlhodobom horizonte môže prechod na nízkouhlíkové hospodárstvo podporiť o niečo vyšší HDP.** Môže však tiež viesť k nižšej spotrebe domácností, najmä pri prechode, kedy sú investície vyššie. Znížený dopyt po fosílnych palivách znižuje dovozné výdavky Slovenska. V rámci investícií, keď sa krajina bude snažiť urýchliť investovanie do dekarbonizácie, môže dôjsť k istému vytlačaniu neenergetických investícií. Štruktúra úhrnného dopytu sa v rámci všetkých scenárov mení a ovplyvňuje priemyselné výstupy; pritom zmeny v priemyselnej štruktúre hospodárstva spôsobujú prerozdelenie pracovnej sily v jednotlivých odvetviach. Predpokladá sa, že vláda zvýši dane alebo zníži transfery na zabezpečenie udržateľnosti vládneho rozpočtu počas prechodu na nízkouhlíkové hospodárstvo (Obr. x).



Obr. x. Zmena podielov výdavkov v HDP v porovnaní so základom, podľa scenárov

Podiely čistého vývozu v dlhodobom horizonte rastú viac ako len mierou kompenzácie za zníženú spotrebu



Zdroj: Výsledky modelu Slovak-CGE.

12. **Scenáre vytvorené modelmi CPS a CGE zobrazujú, že Slovensko bude dosahovať svoje ciele zmierňovania pomerne ľahko.** Za jednoduchým dosahovaním cieľa v oblasti obnoviteľných zdrojov stojí rozsiahle využívanie zdrojov vodnej energie a biomasy, zatiaľ čo hrubá spotreba energie na Slovensku rastie veľmi mierne z dôvodu súbežného dosahovania pokroku v energetickej efektívnosti, čo sa prejaví zlepšením energetickej náročnosti HDP. Napriek tomu, že chýbajú dodatočné politiky na podporu



obnoviteľných zdrojov energie, podiel obnoviteľných zdrojov sleduje v priebehu času stúpajúci trend vďaka zvyšujúcim sa cenám uhlíka v EÚ ETS. Ceny uhlíka ETS majú vplyv na energetický sektor, ako aj na priemyselné odvetvie s veľkou energetickou náročnosťou a predstavujú hlavný stimul znižovania uhlíkových emisií.

13. Scenáre politik boli navrhnuté tak, aby obsahovali kontrastujúci mix cieľov na účely posúdenia vplyvov stanovenia rôznych ambícií pre ciele pre obnoviteľné zdroje a energetickú efektívnosť.

Stanovenie cieľov pre obnoviteľné zdroje energie (OZE) a energetickú efektívnosť (EE) spadá do kompetencie národnej politiky. Rozsah možností je väčší pre cieľ OZE než pre cieľ EE. Pre cieľ EE sa musí najdôležitejšie zameranie politiky týkať obnovy budov, ktoré predstavujú najdôležitejší zdroj možných úspor energie do roku 2030. Potenciál úspor v priemysle a doprave, ktoré sú tiež významné, sa dá rozvinúť len v dlhodobejšom horizonte. U obnoviteľných zdrojov existuje v energetickom sektore kompromis medzi rozvíjajúcou sa biomasou a rôznymi OZE. Pokiaľ sa však zvolí cieľ OZE na ambicióznej úrovni, je potrebné, aby sa rozvíjali oboje.

14. Analýza vykonaná naprieč makroekonomickým prostredím a energetickým sektorom, ako aj ďalšie skúmanie, určili možné cesty nízkouhlíkového rastu pre Slovensko, ale tiež stanovili otázky, ktoré si zaslúžia strategické zváženie zo strany tvorcov politiky.

Tieto otázky budú pravdepodobne obsahovať: medzery v údajoch a poznatkoch, neistoty, napríklad rýchlosť technologických zmien a budúceho globálneho a regionálneho rozvoja, a rôzne kompromisy súvisiace s nákladmi na opatrenia na zmiernenie, ťažkosťami pri realizácii, načasovaní a množstvom iných. Energetický model aj makroekonomický model by mali slúžiť ako cenný nástroj pre nepretržité posudzovanie možností zmierňovania pre Slovensko.

15. Novo prijaté ciele EÚ v hodnote 32 % pre obnoviteľné zdroje energie a 32,5 % pre energetickú efektívnosť do roku 2030 sú vyššie, než tie, ktoré boli predpokladané v tejto analýze. Európska únia prijala ciele vo výške 32 % pre OZE a 32,5 % pre EE, vyššie než ciele predpokladané v tu modelovaných scenároch politik. Následne je pravdepodobné, že Slovensko bude potrebovať prijať ambiciózne ciele pre OZE aj EE, napríklad 22 % pre OZE a 30% pre energetickú efektívnosť.





Fotografia: Solárne panely, Ministerstvo zahraničných vecí Spojených štátov (www.state.gov/img/10/39017/Solar_Panels_500_1.JPG).



Kapitola 1 Úvod a okolnosti

Súhrn

16. **Aby sa pripravil priestor na preskúmanie cesty pre nízkouhlíkový rast na Slovensku, stručne boli preskúmané charakteristiky krajiny týkajúce sa emisií skleníkových plynov, jej záväzky na základe Parížskej dohody a ako člena Európskej únie, a potreba nízkouhlíkového rastu.** Slovensko prispieva ku globálnym emisiám len okrajovo. Jeho emisie v za posledné desaťročia významne klesli a zdanlivo sa odpojili od hospodárskeho rastu. Tak, ako vo väčšine krajín, aj tu profilu dominujú emisie v odvetví energetiky, hoci sú zmiernené významným podielom výroby jadrovej elektriny. Súčasne sa zvýšil význam emisií v oblasti priemyslu a dopravy. Slovensko ako člen EÚ podporuje Rámec politik EÚ v oblasti klímy a energetiky do roku 2030 a príspevok ku globálnej Parížskej dohode. Slovensko je súčasťou trhu EÚ s uhlíkom, systému obchodovania s emisiami EÚ (ETS) a pre jeho emisie mimo systému ETS je stanovený cieľ špecifický pre Slovensko. Na základe „Zimného balíka“ opatrení z roku 2016 na podporu cieľov do roku 2030 Slovensko čelí rozhodnutiam, ako skombinovať politické nástroje zamerané na obnoviteľné zdroje energie a energetickú efektívnosť. Vzhľadom na vplyv znižovania emisií v celom hospodárstve je potrebné, aby tvorcovia politik na Slovensku definovali pre krajinu cestu nízkouhlíkového rastu. Všimnite si, že nie sú zahrnuté niektoré možné lokálne spoločné prínosy (keďže by si vyžadovali dodatočné zložité modelovanie), ale mohli by znížiť celkové náklady na cestu nízkouhlíkového rastu.

Emisie skleníkových plynov Slovenska

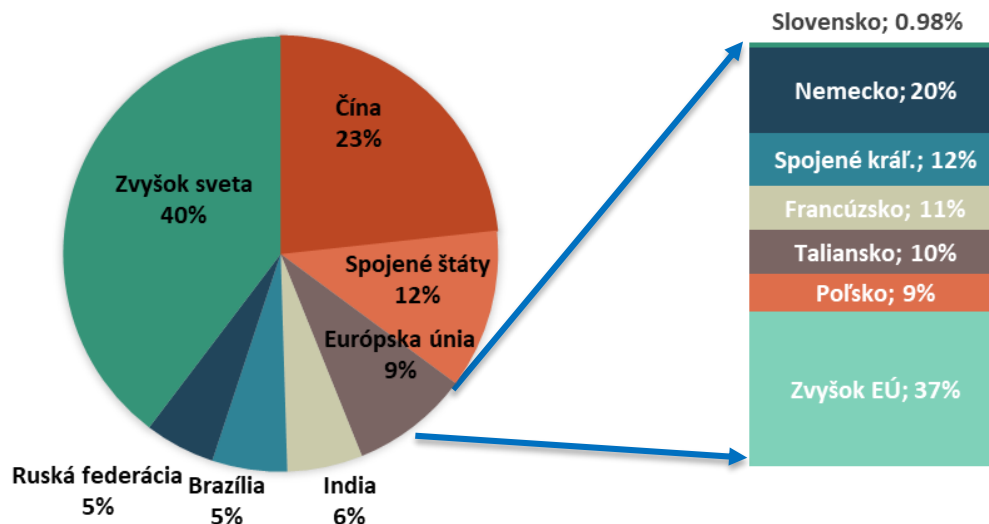
17. **Pred zvážením cesty pre napredovanie sa oplatí pozrieť na niektoré hlavné fakty o emisiách skleníkových plynov Slovenska, jeho sektor energetiky a hospodárstvo.** Slovensko je malá krajina a len okrajovo prispieva ku globálnej uhlíkovej stope, emisie skleníkových plynov dosiahli v roku 2016 objem 41 Mt CO_{2e} (miliónov ton ekvivalentu oxidu uhličitého), alebo menej ako 0,1 % globálnych emisií.¹ Európska únia ako celok prispieva ku globálnym emisiám ôsmimi percentami (alebo 4 441 Mt CO_{2e} v roku 2016), z čoho predstavujú emisie Slovenska menej ako 1%. Čo je dôležitejšie, emisie Slovenska na jedného obyvateľa sú taktiež mierne. S hodnotou 6,8 tony ekvivalentu oxidu uhličitého na osobu v roku 2016 Slovensko dosahuje priemer Európskej únie (hoci svetový priemer je menší, 4,8 tony na obyvateľa).² Napriek tomu Slovensko prijalo regionálne a globálne záväzky na zníženie svojich emisií. (Obr. 1).

¹ Celkové emisie skleníkových plynov Slovenska za rok 2016 bez LULUCF (sektor využívania pôdy, zmien vo využívaní pôdy a lesného hospodárstva) sú prevzaté z UNFCCC. Emisie krajiny za rok 2016 vrátane LULUCF boli 34 Mt CO_{2e}, zatiaľ čo emisie Európskej únie v roku 2016 vrátane LULUCF boli 4 002 Mt CO_{2e}. Globálne emisie skleníkových plynov za rok 2016 bez LULUCF sú odhadovanou hodnotou z EDGAR (Databáza emisií pre globálny výskum atmosféry Spoločného výskumného centra Európskej komisie).

² Spoločné výskumné centrum, Databáza emisií pre globálny výskum atmosféry, 2016. edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=CO2andGHG1970-2016&dst=CO2pc.



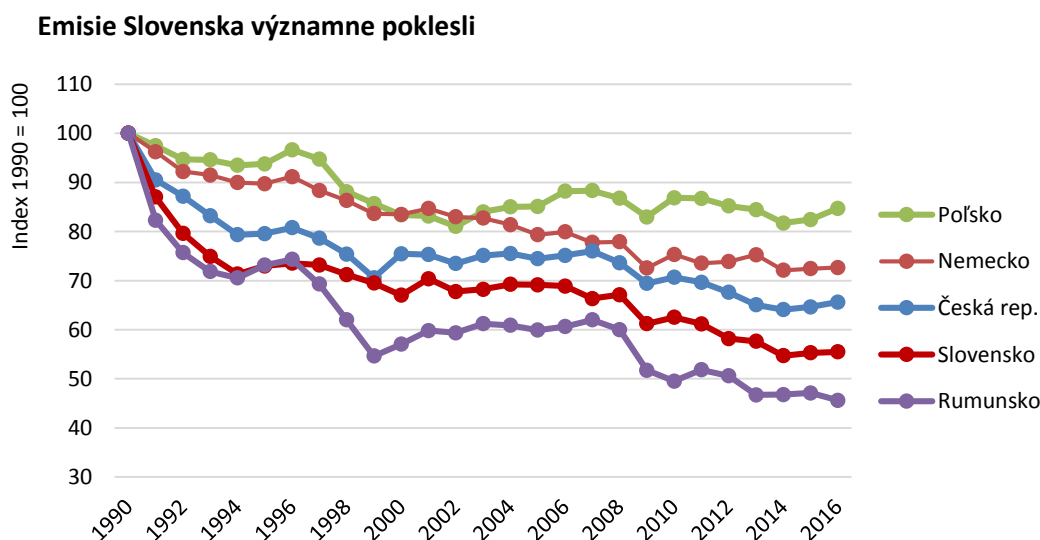
Obr. 1. Globálne emisie vo vybraných krajinách a emisie členských štátov EÚ, % z celku
Emisie skleníkových plynov Slovenska predstavujú malý podiel globálnych emisií a emisií EÚ



Poznámky: Emisie skleníkových plynov bez LULUCF od roku 2012.
 Zdroj: Ukazovatele svetového rozvoja.

18. **Tak, ako spravidla vo všetkých bývalých socialistických hospodárstvach, aj prechod Slovenska na trhové hospodárstvo mal vedľajší prínos prudkého zníženia uhlíkových emisií.** Emisie skleníkových plynov Slovenska za posledných niekoľko desaťročí prudko klesli. Zo 74 miliónov ton ekvivalentu oxidu uhličitého v roku 1990 klesli emisie skleníkových plynov Slovenska do roku 2016 o 45 percent. Bol to veľký úspech dokonca aj v rámci východnej Európy, kde zatvorenie neefektívnych, vysoko energeticky náročných priemyselných závodov počas prechodu na trhové ekonomiku spôsobilo prudký pokles emisií. (Obr. 2).

Obr. 2. Zmeny emisií skleníkových plynov na Slovensku a v štyroch ďalších krajinách EÚ, 1990 až 2016, index

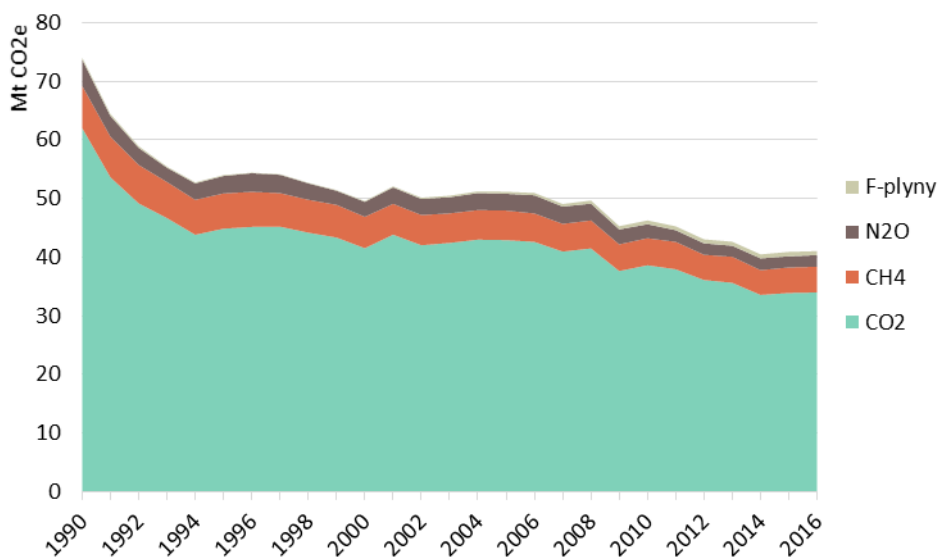


Zdroj: Výpočty pracovníkov Svetovej banky na základe databázy EEA.



19. V rámci klesajúcich emisií Slovenska naďalej dominuje energetický sektor, ale vzrástla dôležitosť emisií z priemyslu a dopravy. Emisie krajiny naďalej väčšinou pozostávajú z CO₂. (Obr. 3). Sektorový trend profilu emisií Slovenska bol poháňaný dramatickým znížením emisií z energetického sektora, zatiaľ čo emisie v ostatných sektoroch zostali relatívne nezmenené, spolu so stláčaním podielu emisií z energie (okrem dopravy) z dvoch tretín celkových emisií v roku 1990 na asi polovicu v roku 2016. V rámci energetických emisií pochádza asi 60% z výroby elektriny a tepla z uhlia. Priemyselné procesy zodpovedajú asi za jednu štvrtinu dnešných emisií. Vznikajú hlavne pri výrobe kovových produktov (asi polovica priemyselných emisií) a nerastov (asi jedna štvrtina) (Obr. 4).

Obr. 3. Emisie skleníkových plynov podľa plynu, 1990 až 2014, v Mt CO₂e
CO₂ je dominantný skleníkový plyn Slovenska

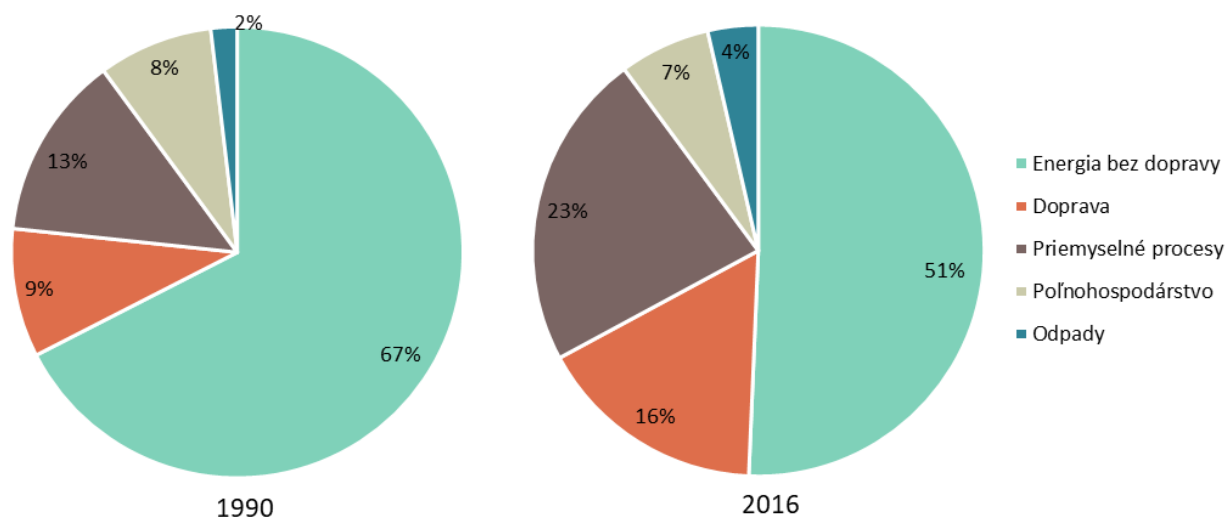


Poznámky: F-plyny sú fluórované plyny; N₂O je oxid dusný; CH₄ je metán; CO₂ je oxid uhličitý.

Zdroj: Výpočty pracovníkov Svetovej banky na základe databázy EEA.



Obr. 4. Emisie skleníkových plynov podľa sektora, 1990 a 2016, v % z celku
Zvýšil sa význam emisií z priemyslu a dopravy



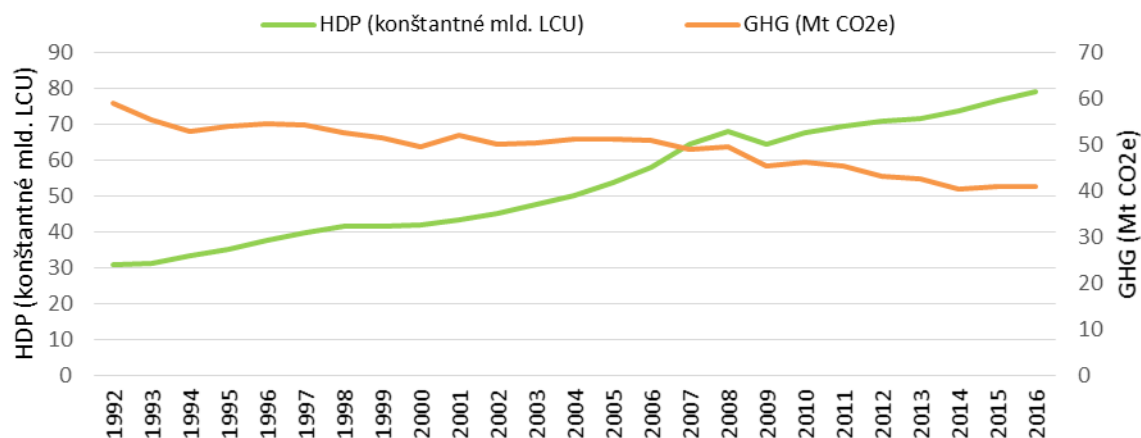
Zdroj: Výpočty pracovníkov Svetovej banky na základe databázy EEA.

20. **Dôležité je, že Slovensko dosiahlo významný pokrok pri oddelení hospodárskeho rastu od emisií skleníkových plynov.** Z asi 60 miliónov ton ekvivalentu CO₂ v roku 1992 sa emisie Slovenska znižovali nízkou, ale stabilnou rýchlosťou, zatiaľ čo výkon a príjmy rástli rýchlejšie. Súčasne sa sektor výroby Slovenska do roku 2010 rozšíril asi na jednu tretinu hrubej pridanej hodnoty, čo je od roku 1995 nárast asi o 10%. Ďalej podiel hrubej pridanej hodnoty služieb finančného sprostredkovania a realitných služieb klesol z 20 percent v roku 1995 na 15 percent v roku 2010.³ Tieto trendy by mali tendenciu zvýšiť emisie skleníkových plynov Slovenska, ale emisie Slovenska ďalej stabilne klesali, čím sa preukázalo odpojenie rastu od emisií, ktorý sa nezmenšoval, čo bolo neobvyklé aj vo východnej Európe (IObr. 5).

³ Gill, Indermit S.; Raiser, Martin. 2013. *Golden growth: restoring the lustre of the European economic model (Zv. 3): Country benchmarks (v angličtine)*. Europe and Central Asia Studies. Washington DC: Svetová banka. <http://documents.worldbank.org/curated/en/394981468251372492/Country-benchmarks>.



Obr. 5. HDP a emisie skleníkových plynov, 1992-2016, v konštantných LCU a Mt CO₂e
Slovensko rozdelilo emisie a ekonomický rast



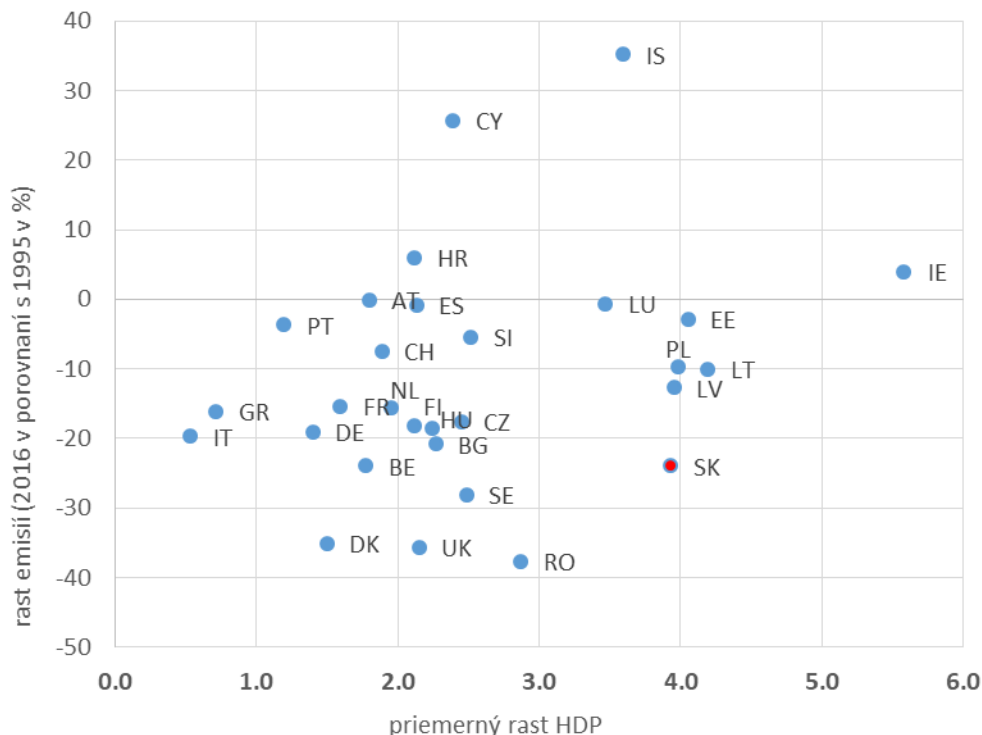
Zdroj: HDP - Databáza WDI, skleníkové plyny - databáza EEA.

21. **Pokrok Slovenska pri odpojení je medzi jeho európskymi partnermi výnimočný.** Zatiaľ čo rast reálneho ročného HDP v krajinách Európskej únie bol v rokoch 1995 až 2016 priemerne vo výške 2,5 %, Slovensko zaregistrovalo priemerný rast 3,9 %. Ostatné krajiny EÚ vypúšťali v roku 2016 asi o 17% skleníkových plynov menej ako v roku 1995, ale emisie Slovenska klesli o 24 percent (Obr. 6).



Obr. 6. Rast emisií a HDP, EÚ a iné, 1995-2016 v %

Rast Slovenska bol o dosť vyšší ako priemer v rámci EÚ, zatiaľ čo jeho emisie sa zvyšovali relatívne mierne



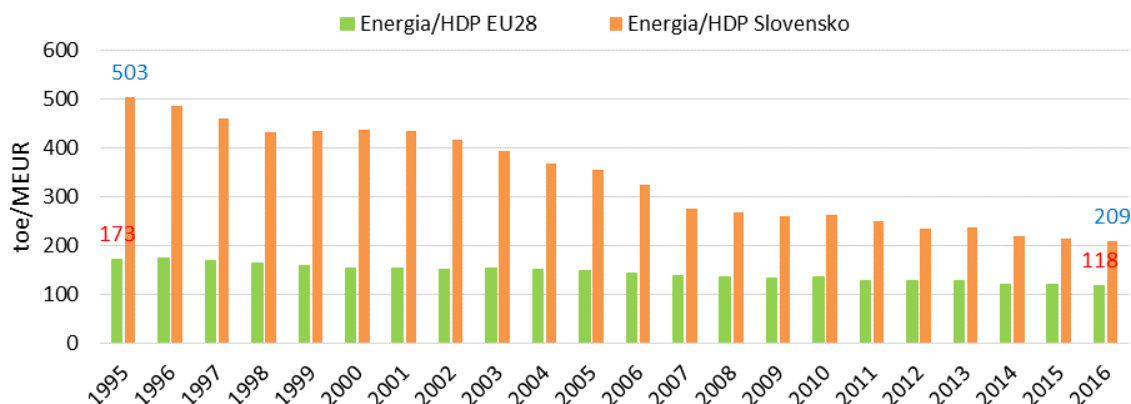
Poznámky: Krajiny sú členské štáty EÚ plus Island a Švajčiarsko a bez Malty. Rast emisií je celková zmena v % od roku 1995 do roku 2016. Rast HDP je priemerná ročná zmena reálneho HDP od roku 1995 do roku 2016.

Zdroje: Údaje o emisiách vychádzajú z údajov EEA (UNFCCC); HDP z údajov Eurostatu.

22. **Slovensko dosiahlo od roku 1995 značný pokrok v oblasti energetickej efektívnosti.** V roku 1995 bolo potrebných viac ako 500 ton ropného ekvivalentu na každých sto miliónov eur výkonu, v roku 2016 energetická náročnosť už bola nižšia o viac ako polovicu, na hodnote takmer 200. Medzitým Európska únia ako celok dosahovala za rovnaké obdobie stabilný, hoci menej dramatický pokrok a energetickú náročnosť zlepšila o asi jednu tretinu. Z úrovne energetickej náročnosti, ktorá bola trikrát vyššia než je priemer EÚ, pokročilo Slovensko na úroveň menej ako dvojnásobku hodnoty EÚ. Pred Slovenskom je však ešte stále cesta k dosiahnutiu priemernej energetickej náročnosti EÚ (Obr. 7).



Obr. 7. Energetická náročnosť v EÚ a na Slovensku, 1995-2016, v toe na mil. EUR HDP
Pokrok Slovenska v energetickej náročnosti stále zaostáva za priemerom EÚ



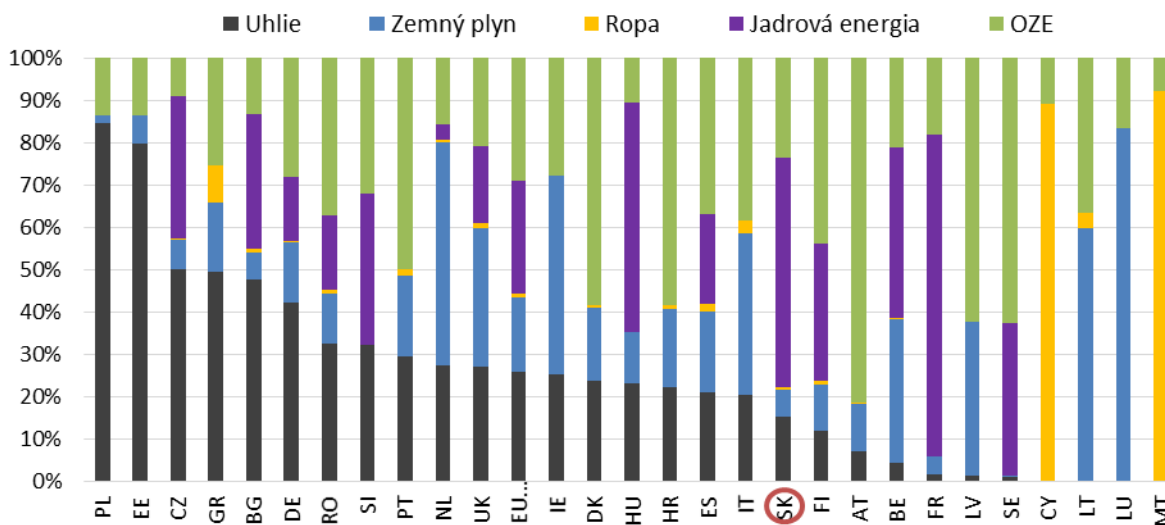
Poznámky: Energetická náročnosť je mierou energetickej efektívnosti, informuje o energii potrebnej na dosiahnutie hospodárskeho výstupu. Je to pomer medzi hrubou domácou spotrebou energie (v tonách ropného ekvivalentu) a hrubým domácim produktom (HDP) v konštantných miliónoch eur.

Zdroj: Databáza Eurostatu.

23. **Čo sa týka výroby elektriny, Slovensko závisí v prevažnej miere od jadrovej energie, a značne prekračuje priemerné hodnoty EÚ.** Slovensko vyrába 54 percent svojej elektriny z jadrovej energie, 24 percent z obnoviteľných zdrojov, 15 percent z uhlia a šesť percent zo zemného plynu. V rámci obnoviteľných zdrojov vodná energia predstavuje takmer 18 percent, asi 4 percentá sú biomasa a asi dve percentá je solárna energia. Poľsko má sektor elektrickej energie s najväčším objemom emisií, kde 85 percent pochádza z elektrární spaľujúcich uhlie. Francúzsko má najväčší podiel jadrovej energie, 76 percent elektriny pochádza z jadra, zatiaľ čo Rakúsko má najväčší podiel obnoviteľných zdrojov - 81 percent. Európska únia vyrába v priemere 29 percent elektriny z obnoviteľných zdrojov, 27 percent z jadrovej energie a 26 percent z uhlia (Obr. 8).



Obr. 8. Hrubá výroba elektrickej energie podľa zdrojov, Slovensko a členovia EÚ, 2015, % z GWhe celkom
Vo výrobe elektriny závisí Slovensko väčšinou od jadrovej energie



Poznámka: GWhe je ekvivalent gigawatthodiny. Medzi obnoviteľné zdroje patrí biomasa - odpad; voda (bez prečerpávania); vietor, slnečná energia, geotermálna energia a ďalšie obnoviteľné zdroje.
 Zdroj: Referenčný scenár EÚ 2016.

Parížska dohoda a opatrenia na ochranu klímy v Európskej únii

24. **V októbri 2014 Európska rada prijala ambiciózný Rámec politik EÚ v oblasti klímy a energetiky do roku 2030, aby pomohla vydláždíť cestu pre Parížsku dohodu.** Balík politik stanovuje záväzný cieľ znížiť do roku 2030 vnútroštátne emisie skleníkových plynov EÚ aspoň o 40 % oproti úrovni v roku 1990. Tento cieľ má zabezpečiť, aby EÚ smerovala hospodárnym spôsobom k splneniu svojho cieľa znížiť emisie do roku 2050 aspoň o 80 %. Okrem cieľa celkových znížení Rámec tiež stanovuje ciele dosiahnuť aspoň podiel 27 percent obnoviteľných energií a aspoň 27 percentné zlepšenie energetickej efektívnosti. Celkový cieľ EÚ na zmiernenie na základe rámca v oblasti klímy a energetiky do roku 2030 bol v roku 2015 predložený UNFCCC ako národne určený príspevok na základe Parížskej dohody.

25. **Systém obchodovania s emisiami Európskej únie (ETS) je základným kameňom záväzku EÚ k zmierneniu a jej hlavným nástrojom na hospodárne znížovanie emisií.** Je to prvý veľký svetový trh s uhlíkom a zostáva najväčší. Na dosiahnutie celkového 40% cieľa stanoveného v Rámci do roku 2030 by sektory patriace do EÚ ETS, ktoré predstavujú asi 45 percent emisií EÚ, museli v porovnaní s rokom 2005 znížiť svoje emisie o odhadovaných 43 percent (zatiaľ čo emisie zo sektorov, ktoré nespádajú pod EÚ ETS, by sa v porovnaní s rokom 2005 museli znížiť asi o 30 percent). Cieľ 43% zníženia skleníkových plynov v roku 2030 v ETS sa prevádza na obmedzenie emisných kvót v ETS, ktoré budú klesať o 2,2 percent ročne počnúc rokom 2021, a to namiesto percentuálnej miery 1,74 do roku 2020, ktorú stanovil balík do roku 2020 (Box 1).



Box 1. Systém obchodovania s emisiami EÚ (EÚ ETS)

Vrcholom politiky EÚ v oblasti klímy je európske obchodovanie s emisiami

ETS zabezpečuje limit na emisie skleníkových plynov v rámci celej EÚ. EÚ ETS bol zavedený v roku 2005,⁴ a je to regionálny systém (pre mnoho krajín) obchodovania s kvótami na emisie skleníkových plynov. Je to prvý a najväčší systém obchodovania so skleníkovými plynmi na svete; v súčasnosti zahŕňa asi 45 percent emisií skleníkových plynov EÚ. Systém pracuje na princípe „stropu a obchodovania“, v ktorom sa stanoví limit celkového množstva emisií skleníkových plynov a okolo 11 000 zariadení s vysokými nárokmi na energie (výroba elektriny a energeticky náročné odvetvia priemyslu), od ktorých sa vyžaduje účasť, musí zabezpečiť, aby emisné kvóty pokryli ich vlastné emisie, a môžu medzi sebou podľa potreby obchodovať. ETS pokrýva emisie oxidu uhličitého z výroby elektriny a tepla, energeticky náročné odvetvia priemyslu vrátane ropných rafinérií, oceliarní a výroby železa, hliníka, kovov, cementu, vápna, skla, keramiky, celulózy, papiera, lepenky, kyselín a sypkých organických chemikálií a z civilného letectva. Zahrnutý je aj oxid dusný z produkcie kyseliny dusičnej, kyseliny adipovej, glyoxalu a kyseliny glyoxylovej a perfluorouhlík z výroby hliníka.

EÚ ETS je rozdelený na tri etapy obchodovania. Prvá etapa zahŕňala obdobie 2005-2007 a bola procesom „učenia sa praxou“, kedy sa stanovili národné stropy a kvóty boli pridelované väčšinou zdarma. V druhej etape (2008- 2012), ktorá sa zhodovala s prvým záväzným obdobím Kjótskeho protokolu, sa pripojili ďalšie tri krajiny (Island, Lichtenštajnsko a Nórsko). Boli pridané ďalšie skleníkové plyny, takže boli zahrnuté všetky hlavné skleníkové plyny. Systém sa rozšíril aj na sektor letectva (v roku 2012). Prebiehalo viac dražieb kvót, hoci pokračovalo aj pridelovanie kvót zdarma. Tretia etapa EÚ ETS trvá od roku 2013 do roku 2020 a znižuje kvóty, aby sa emisie skleníkových plynov v porovnaní s rokom 2005 znížili do roku 2020 o 21 %. Boli zavedené harmonizované pravidlá, najmä:

- i) jeden strop emisií pre celú EÚ (nahradza národné stropy);
- ii) pre každý rok po roku 2013 klesne celkový strop ročne o 1,74 % priemerného celkového množstva kvót vydaných ročne počas obdobia 2008-2012;
- iii) dražby (namiesto pridelovania zdarma) ako štandardná metóda na pridelovanie kvót (a počas tretej etapy sa predpokladá, že až polovica kvót bude ponúknutá na dražbe) a
- iv) asi 90 percent kvót bude distribuovaných členským štátom EÚ (na základe podielov emisií v roku 2005), a aspoň polovicu výnosov z dražieb musia členské štáty využiť na účely súvisiace s klímou a energetikou, napríklad na energetickú efektívnosť, obnoviteľné zdroje energie, výskum a udržateľnú dopravu.

Zdroje: Európska komisia (2015), „Systém obchodovania s emisiami EÚ (EÚ ETS)“, Opatrenia na ochranu klímy, http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm.

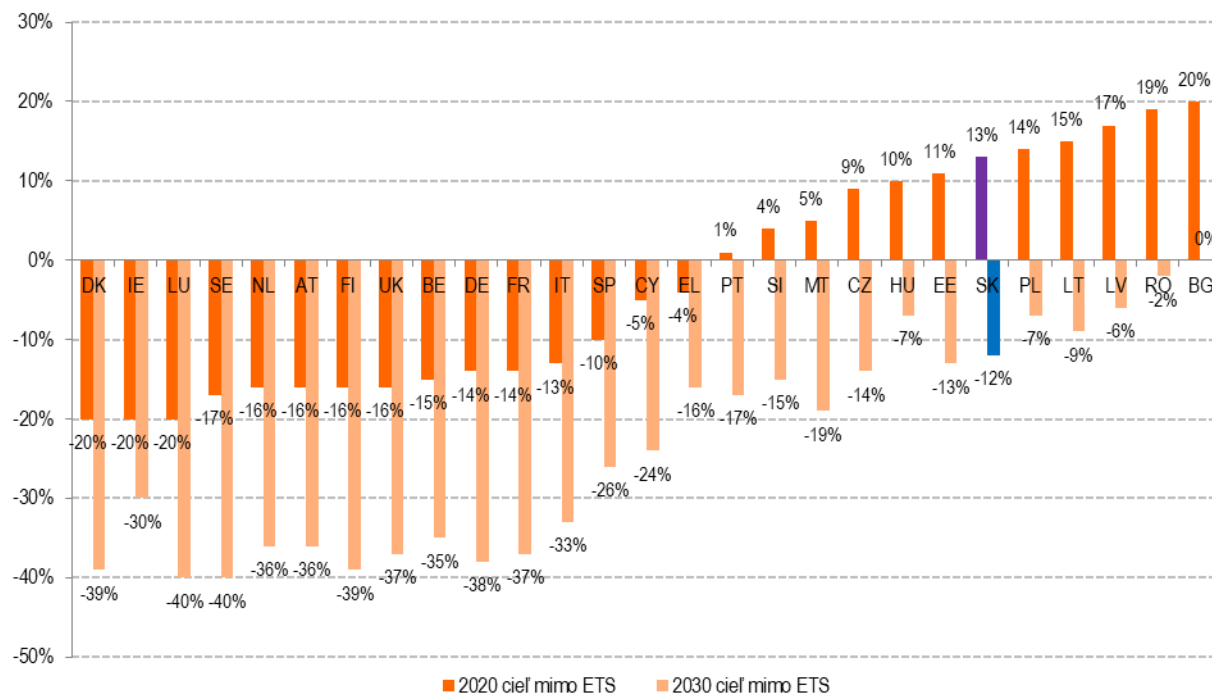
26. Členské štáty EÚ majú individuálne záväzné ročné ciele pre emisie skleníkových plynov na roky 2021- 2030 pre tie sektory hospodárstva, ktoré spadajú mimo rozsah EÚ ETS. Sektory mimo ETS zahŕňajú malých energetických alebo priemyselných pôvodcov emisií a sektory dopravy, poľnohospodárstva, služieb a obytných a komerčných budov. Táto časť hospodárstva je dôležitá pre znižovanie emisií, keďže sektory mimo ETS zodpovedajú za približne 55 percent celkových emisií EÚ. Zatiaľ čo 43 % cieľ ETS (v porovnaní s úrovňami emisií v roku 2005) je jednotný pre celú EÚ, 30 % cieľ mimo ETS (v porovnaní s úrovňami emisií v roku 2005) je u 28 členských štátov rozlíšený. V máji 2018 prijal Európsky parlament predpis, ktorý prevádza záväzok mimo ETS na záväzné ciele pre každý

⁴ ETS bol zriadený v *Smernici 2003/87/ES Európskeho parlamentu a Rady z 13. októbra 2003, o vytvorení systému obchodovania s emisnými kvótami skleníkových plynov v spoločenstve.*



členský štát za obdobie 2021–2030 na základe princípov spravodlivosti, hospodárnosti a environmentálnej integrity. Ciele pre emisie mimo ETS na rok 2030 v porovnaní s rokom 2005 sú od nula percentnej zmeny emisií pre Bulharsko na -40 percent pre Švédsko. Slovensko má cieľ -12 percent⁵ (Obr. 9).

Obr. 9. Ciele mimo ETS pre členov EÚ na rok 2020 a 2030 vo vzťahu k roku 2005, v percentách



Zdroj: Svetová banka na základe údajov EEA a EK (máj 2018).

27. **„Zimný balík“ opatrení z roku 2016 má za cieľ napomôcť prechodu ku čistej energii a pomôcť EÚ splniť celkový cieľ emisií, ako aj ciele týkajúce sa obnoviteľných zdrojov a energetickej efektívnosti.** Európska komisia zaviedla balík opatrení „Čistá energia pre všetkých Európanov“ s prezývkou „Zimný balík“ v novembri 2016. Zimný balík obsahuje legislatívny rámec, ktorý má napomáhať čistej energii a umožniť EÚ splnenie jej záväzkov v rámci Parížskej dohody. Jeho hlavné ciele sú: uprednostniť energetickú efektívnosť, dosiahnuť celosvetové vedenie EÚ v oblasti obnoviteľných zdrojov a zabezpečiť poctivý obchod pre spotrebiteľov energie. Zahŕňa osem legislatívnych návrhov pokrývajúcich energetickú hospodárnosť budov (prijaté do zákona v júni 2018), obnoviteľnú energiu, energetickú efektívnosť, správu vecí verejných, návrh trhu s elektrinou a regulačné pravidlá.⁶

⁵ Nariadenie Európskej únie o spoločnom úsilí pre obdobie do roku 2030, máj 2018.

data.consilium.europa.eu/doc/document/PE-3-2018-INIT/en/pdf.

Rozhodnutie Európskej únie o spoločnom úsilí pre obdobie do roku 2020, apríl 2009. eur-lex.europa.eu/eli/dec/2009/406/oj.

⁶ Európska komisia, „Čistá energia pre všetkých Európanov.“ ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/clean-energy-all-europeans



28. **Na základe Zimného balíka majú štáty určité povinnosti.** Balík stanovuje ciele do roku 2030--ciele pre emisie, efektívnosť a obnoviteľnú energiu--definované na úrovni EÚ. Legislatíva Zimného balíka vyžaduje, aby členské štáty definovali vlastné ciele pre efektívnosť a obnoviteľné zdroje energie, za podmienky, že tieto ciele budú dostatočne ambiciózne vzhľadom na zdroje a schopnosti členského štátu a že národné ciele prijaté pre všetky členské štáty budú kompatibilné s celkovými cieľmi prijatými pre EÚ ako celok. Preto sú možné rôzne úrovne a kombinácie národných cieľov v súlade s celkovými cieľmi EÚ. Členské štáty musia EÚ predložiť svoje ciele a súvisiace politické nástroje, ktoré by stimulovali dosiahnutie týchto cieľov. Okrem toho musia členské štáty predložiť aj posúdenie vplyvov týchto politických nástrojov.

29. **Z dlhodobého hľadiska vytýčila Európska únia víziu na zmierňovanie až do roku 2050.** V marci 2011 zverejnila Európska komisia „Plán prechodu na konkurencieschopné nízkouhlíkové hospodárstvo v roku 2050”.⁷ Boli vytvorené scenáre na základe kombinácie štyroch hlavných možností dekarbonizácie – energetická efektívnosť, obnoviteľná energia, jadro a zachytávanie a ukladanie uhlíka. Plán stanovuje dlhodobé ciele pre zmierňovanie v rámci EÚ: celkové emisie EÚ majú poklesnúť o 79 až 82 percent, zatiaľ čo emisie v energetickom sektore majú zmiznúť (zníženia -93 až -99 percent). Plán zostáva dlhodobou víziou, nie návrhom politiky, ale tento cieľ EÚ opakovane zdôraznila v kontexte ponuky pre UNFCCC z marca 2015 a balík opatrení do roku 2030 je zhodný s cestou pre emisie, ktorá by mohla zabezpečiť -80 percent pre EÚ do roku 2050 (Tabuľka 1).

Tabuľka 1. Navrhované zníženie emisií pre EÚ podľa Plánu do roku 2050

EÚ stanovila dlhodobý cieľ dramatického zníženia emisií do roku 2050

Zníženia GHG v porovnaní s rokom 1990	2005 (skutočné)	2030	2050
Celkom	-7%	-40 až -44%	-79 až -82%
Podľa sektorov:			
Energetika (CO ₂)	-7%	-54 až -68%	-93 až -99%
Priemysel (CO ₂)	-20%	-34 až -40%	-83 až -87%
Doprava (vrátane CO ₂ z letectva, bez námorných)	30%	+20 až -9%	-54 až -67%
Bývanie a služby (CO ₂)	-12%	-37 až -53%	-88 až -91%
Poľnohospodárstvo (iné než CO ₂)	-20%	-36 až -37%	-42 až -49%
Iné emisie okrem CO ₂	-30%	-72 až -73%	-70 až -78%

Zdroj: Európska komisia (2011).

Výzva nízkouhlíkového rastu

30. **Ciele znižovania skleníkových plynov pre Slovenskú republiku sú súčasťou balíka EÚ do roku 2030.** Tak, ako každý členský štát, aj Slovensko sa zúčastňuje na ETS. Vysoká intenzita emisií slovenského hospodárstva znamená, že náklady na ekonomické úpravy v energeticky náročných (alebo ETS) sektoroch budú pravdepodobne vysoké, ale táto intenzita môže tiež naznačovať, že krajina má vysoký potenciál hospodárneho znižovania emisií (ak budú implementované adekvátne a dobre podložené politiky a

⁷ Európska komisia (2011). Plán prechodu na konkurencieschopné nízkouhlíkové hospodárstvo v roku 2050. COM/2011/0112 final. Brusel. K dispozícii na: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52011DC0112>.



investície). Ďalej pred Slovenskom stoja ciele mimo ETS. Podľa posúdenia vplyvu EK z júla 2016,⁸ ciele Slovenska mimo ETS sú relatívne vysoké. Napriek tomu, že Slovensko má jedno z najvýkonnejších hospodárstiev v EÚ od globálnej finančnej krízy, očakáva sa od neho, že splní a prekročí svoj cieľ mimo ETS vo výške 13 percent do roku 2020 s veľkou rezervou. (V roku 2017 sú emisie mimo ETS o 23 percent nižšie v porovnaní s rokom 2005). Istú výzvu môže predstavovať cieľ zníženia mimo ETS do roku 2030, a to zníženie emisií skleníkových plynov v porovnaní s rokom 2005 o 12 percent.

31. Slovensko musí navrhnúť, ako splní svoj cieľ mimo ETS, stanoviť ciele pre energetickú efektívnosť a obnoviteľnú energiu a navrhnúť spôsob ich plnenia. Jeho cieľ mimo ETS pre rok 2030 je - 12 percent v porovnaní s rokom 2005, ale dosiahnutie tohto cieľa si bude vyžadovať úsilie. Nedávny výhľad Európskej únie pre hospodárstvo Slovenska stanovil emisie mimo ETS pod hodnotou požadovaného zníženia o 12 percent do roku 2030, ale iné posúdenia (napríklad to, ktoré je uvádzané v tejto správe) navrhujú vyššie emisie mimo ETS bez dodatočných opatrení.⁹ Tvorcovia politiky musia ďalej stanoviť ciele pre energetickú efektívnosť a obnoviteľnú energiu v zmysle Zimného balíka. Musia tiež rozhodnúť o nástrojoch národnej politiky, ktoré zabezpečia, aby Slovensko splnilo svoje ciele, podložené dôkazmi z posúdenia vplyvu.

32. Všeobecnejšie povedané, tvorcovia politik na Slovensku musia definovať pre krajinu cestu nízkouhlíkového rastu. Pri prijímaní vnútroštátnych rozhodnutí v oblasti energetiky a klímy musia tvorcovia politiky chápať pravdepodobný vplyv trhu s uhlíkom v rámci ETS, s požadovaným znížením emisií o 40 percent do roku 2030, na celkovú výrobu, príjmy a konkurencieschopnosť Slovenska. Musia rozumieť interakciám s voľbami politiky, ktoré môžu urobiť pre sektory mimo ETS a pre energetickú efektívnosť a obnoviteľné zdroje. Aké sú hospodárne (najlacnejšie) politiky na znižovanie emisií? Aký by bol vplyv na celkovú výrobu a zamestnanosť v rôznych sektoroch? Aké by boli celkové náklady takého prechodu? Táto správa sumarizuje zistenia rozsiahleho energetického a makroekonomického modelovania, ktorého cieľom je pomôcť s týmito záväzkami poskytnutím technických nástrojov na posúdenie balíkov opatrení a ich vplyvov na emisie, sektor energetiky a celkové hospodárstvo Slovenska.

33. Analýza sumarizovaná v tejto správe sa zameriava na ekonomické vplyvy cesty nízkouhlíkového rastu, ale vzhľadom na zložitosť a neistoty bez zahrnutia niekoľkých možných lokálnych spoločných prínosov, ktoré by mohli celkové náklady znížiť. Takéto prínosy môžu znížiť náklady niektorých možností nízkouhlíkovej politiky. Napríklad ekologická daňová reforma navrhuje, aby sa vyššie príjmy z daní z uhlíka mohli použiť na zníženie daní z pracovných príjmov, čo potom môže znížiť neformálnosť, rozšíriť základ dane a dokonca posilniť rast. Ďalej politiky, ktoré znižujú využívanie fosílnych palív, môžu zabezpečiť prínosy z hľadiska zdravia, preťaženia dopravy a cestnej bezpečnosti. Takéto prínosy, ktoré by si vyžadovali významné a zložité dodatočné modelovanie na vyčíslenie ich vplyvu pre Slovensko, nie sú do tejto analýzy zahrnuté, ale na koncepcnej úrovni budú pravdepodobné tvorcami politiky známe.

⁸ Európska komisia, Posúdenie vplyvu, júl 2016.

⁹ Referenčný scenár EÚ 2016 predpokladá v roku 2030 emisie skleníkových plynov Slovenska o 12,5 % nižšie ako úrovne v roku 2005. Energetický model v tejto správe predpokladá do roku 2030 emisie CO₂ mimo ETS z energetiky o viac ako 10 % nižšie v porovnaní s rokom 2005, čo naznačuje potrebu väčšieho úsilia.





Fotografia: Vysoké Tatry, Pleso, Slovensko, autor Max Pixel, N.D. [Creative Commons Zero - CC0.]





Fotografia: Architektúra mosta Apollo, Bratislava, Slovensko [<https://www.goodfreephotos.com/> Good Free Photos]



Kapitola 2 Modely na určenie cesty k nízkouhlíkovému rastu

Súhrn

34. **Na riešenie otázok o politikách EÚ v oblasti klímy a energetiky pre Slovensko bol vypracovaný energetický model a makroekonomický model.** Tieto modely sa líšia pokrytím a prístupom, ale spolu poskytujú výkonný nástroj na hodnotenie politik pre klímu a zobrazovanie vplyvu rôznych balíkov politik. Oba modely čerpajú z viacerých zdrojov údajov a vychádzajú z informácií, ktoré využíva EÚ na vypracovanie scenárov. Spoločne používajú mnohé exogénne predpoklady a návrh zobrazenia je u oboch zhodný.

35. **Energetický model pre Slovensko zachytáva podrobnosti o ponuke a dopyte v oblasti energií, ktoré sú kritické pri návrhu nízkouhlíkovej cesty.** Energetický model na úrovni krajiny nazvaný Compact-PRIMES pre Slovensko (CPS) zabezpečuje vzostupnú analýzu bohatú na technológie pre kľúčové prvky odvetvia energetiky a bol navrhnutý na účely hodnotenia nízkouhlíkových možností pre odvetvie energetiky. Model CPS je model čiastočnej rovnováhy pre jednu krajinu pre energetický sektor, ktorý bilancuje ponuku a dopyt v oblasti energie. Keďže je to hybridný model s podrobnosťami o technológiách a technike spolu s mikroekonomickými a makroekonomickými interakciami a dynamikou, odvetvové rozhodnutia CPS zvažujú technológie a náklady. Na strane ponuky je zachytené zásobovanie elektrinou a teplom a dodávky biomasy, zatiaľ čo modelovanie dopytu po energii obsahuje samostatné spracovanie priemyselného sektoru (a 10 subsektorov), dopravy a ďalšieho dopytu. Návrh modelu CPS je vhodný pre kvantifikovanie dlhodobého plánovania v energetike a politik na zníženie emisií skleníkových plynov súvisiacich s energetikou.

36. **Makroekonomický model pre Slovensko dopĺňa energetický model, pričom využíva podrobné výsledky energetického systému z modelu CPS a posudzuje vplyvy v rámci celého hospodárstva.** Má všetky vlastnosti štandardného modelu všeobecnej vypočítateľnej rovnováhy, ale s ďalšími podrobnosťami o energetike, výrobe elektriny a emisiách, takže je užitočný na hodnotenie politik v oblasti klímy. Makroekonomický model s názvom Model aplikovanej všeobecnej rovnováhy ENVISAGE-Slovakia (model Slovak-CGE) je na mieru upravený tak, aby odrážal konkrétne vlastnosti slovenského hospodárstva. Dôležité je, že dopyt po energetických komoditách v domácnostiach a firmách je citlivý na ceny a sú zachytené rôzne možnosti výroby elektriny. Explicitne sú modelované emisie. S použitím modelu Slovak-CGE možno analyzovať rôzne politiky zmierňovania. V porovnaní s energetickým modelom CPS je cieľom modelu Slovak-CGE simulovať širšie ekonomické vplyvy posunu smerom k nízkouhlíkovému hospodárstvu.

Zameranie na energetiku za posúdenia vplyvov v rámci celého hospodárstva

37. **Na zváženie dôsledkov politik EÚ v oblasti klímy a energetiky pre Slovensko bol vytvorený energetický model a makroekonomický model.** Energetický model a makroekonomický model sa vzájomne dopĺňajú a pokiaľ sa použijú spolu, dokážu posúdiť vplyvy dekarbonizácie na sektor energetiky aj na zvyšok hospodárstva. Oba vytvárajú výhľady do budúcnosti, teda scenáre. Výsledkom porovnania výhľadov v jednotlivých scenároch sú závery posúdenia vplyvu a vyhodnotenia politiky. U oboch modelov sú výhľady vytvorené až do roku 2050. Energetický model poskytuje podrobné výhľady v rámci rôznych možností dekarbonizácie pre dopyt po energii, ponuku energie, ceny energií, investície do energetickej



efektívnosti v podnikoch a domácnostiach, investície do výroby elektriny a emisie CO₂ z energetiky. Makroekonomický model preberá vybrané výstupy z CPS na určenie vplyvov politík dekarbonizácie na celé hospodárstvo. Čo je dôležité, model Slovak-CGE zvažuje vplyvy týchto politík na medzinárodnú konkurencieschopnosť Slovenska, vplyvy vytlačania investícií mimo energetiky a vplyvy na spotrebu domácností.

Návrh energetického modelu

38. **Energetický model na úrovni krajiny zabezpečuje vzostupnú analýzu bohatú na technológie pre kľúčové prvky odvetvia energetiky.** Model zachytáva európsky rámec politík v oblasti klímy a energetiky do roku 2030 a (návrh) 2050, takže možno posúdiť vplyvy politických rozhodnutí na Slovensko. Energetický model je navrhnutý na podporu vypracovania energetickej stratégie, vrátane posúdenia politických nástrojov, plánovania dopytu po energii a ponuky energie a hodnotenia politík na zmiernenie vplyvov zmeny klímy. Model zahŕňa hlavnú metriku energetického sektora na podrobnejšej úrovni: dopyt po energii podľa sektorov a palív, modelovanie možností energetickej efektívnosti, kapacity technológií, mix výroby elektriny, kombinovaná výroba elektrickej energie a tepla a iné technológie na dodávky energie, ceny palív a systémové náklady, investície podľa sektorov a emisie CO₂ súvisiace s energetikou.

39. **Model Compact-PRIMES pre Slovensko (CPS) bol navrhnutý na vyhodnotenie nízkouhlíkových možností pre sektor energetiky.** Energetický model je kompaktnou alebo zjednodušenou verziou PRIMES, ktorá bola zostavená pre Slovensko, ale ponecháva si hlavné vlastnosti kompletného modelu PRIMES. (Box 2). Model je plnohodnotným modelom dopytu po energii a ponuky energie navrhnutý ako kompaktný nástroj pre jednu krajinu. Je zameraný na výhľady energetického systému, plánovanie výroby elektriny, predpovedanie cien energií, výhľady pre emisie CO₂ a politiky energetickej efektívnosti. CPS v zásade obsahuje dva hlavné moduly: jeden z výhľadmi ponuky energie a druhý pre dopyt po energii (Obr. 10). Výsledkom je, že model dokáže poskytnúť odhady:

- (i) dopytu po energii podľa sektorov a podľa energetického produktu stimulovaného činnosťou, príjmami a cenami energií;
- (ii) ponuky energií podľa energetického nosiča stimulovanej dopytom a nákladmi;
- (iii) cien energií vyplývajúcich z explicitnej rovnováhy trhu a
- (iv) investícií v sektore dopytu a ponuky stimulovaných nákladmi, technologickým pokrokom a dynamickým obratom energetického kapitálu v rôznych sektoroch.

Box 2. (Energetický) model Cenovo-stimulovaného systému trhovej rovnováhy: PRIMES

Energetický model pre Slovensko je odvodený z dobre známeho modelu PRIMES

Dobre známy energetický model PRIMES je systém modelovania čiastočnej rovnováhy, ktorý simuluje energetický systém a trhy Európskej únie. Poskytuje výhľady do roku 2050 pre podrobnú energetickú bilanciu v rámci dopytu aj ponuky, emisie CO₂, investície do dopytu aj ponuky, prienik energetických technológií, ceny a náklady. Model PRIMES simuluje riešenie rovnováhy pre viaceré trhy pre ponuku a dopyt po energii a pre ETS a iné potenciálne trhy explicitným výpočtom cien, ktoré udržiavajú v rovnováhe dopyt a ponuku. PRIMES simuluje správanie dopytu a ponuky podľa zástupcu (sektora) na základe rôznych predpokladov týkajúcich sa ekonomického vývoja, obmedzení týkajúcich sa emisií a iných politických obmedzení, zmien technológií a iných stimulov.

PRIMES je hybridný model – zachytáva technologické a konštrukčné podrobnosti spolu s mikro a makro interakciami a dynamikou. Takto integruje technologické/konštrukčné podrobnosti a obmedzenia do ekonomického modelovania fungovania. Mikroekonomické základy sú rozlišovacou vlastnosťou modelu PRIMES a platia pre všetky sektory. Modelovanie rozhodnutí čerpá z ekonomiky, ale obmedzenia a možnosti odrážajú

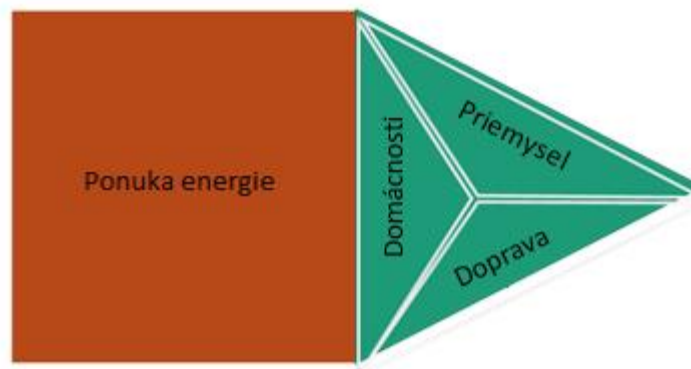


konštrukčnú realizovateľnosť a reštrikcie. Model teda kombinuje ekonomiku s inžinierstvom, pričom zabezpečuje súlad z hľadiska konštrukčnej realizovateľnosti a je transparentný z hľadiska prevádzky systému a schopný zachytiť vlastnosti jednotlivých technológií a politík, ktoré majú vplyv na ich vývoj. Model zabezpečuje analytické odhady nákladov a výhľadov podľa sektorov v dopyte aj ponuke, ako aj pre infraštruktúru. Moduly na strane ponuky určujú ceny komodít a infraštruktúry prostredníctvom sektora konečnej spotreby (taríf) na základe uplatnenia rôznych metodík podľa sektorov, primerane pre úhradu nákladov v závislosti od podmienok trhu a prípadnej regulácie.

Zdroj: E3MLab (2014). Model PRIMES 2013-2014: podrobný popis modelu. E3MLab/ ICCS pri Národnej technickej univerzite v Aténach.
ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/strategies/analysis/models/docs/primes_model_2013-2014_en.pdf.

Obr. 10. Zjednodušená schéma Compact PRIMES pre Slovensko (model CPS)

Modelovanie energetického sektora Slovenska: ponuka a dopyt podľa sektorov sú uvedené do rovnováhy



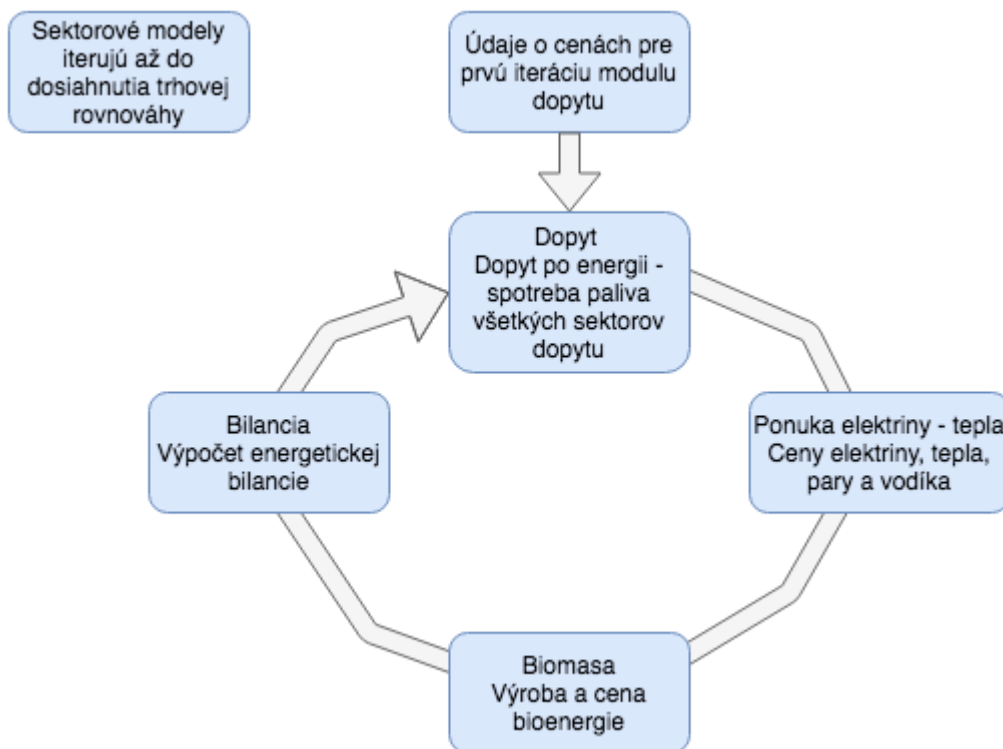
Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.

40. **Model CPS je model čiastočnej rovnováhy pre jednu krajinu pre energetický sektor, ktorý bilancuje ponuku a dopyt v oblasti energie.** Model využíva kolísajúce ceny energie u komodít na dosiahnutie rovnováhy trhu medzi dopytom po energii a ponukou energie. Celkový model CPS iteračne spracúva čiastkové modely (Obr. 11). Čiastkové modely zastupujú jednotlivé sektory, simulujú rozhodnutia jednotlivých aktérov v ponuke energie a dopyte po energii a vyvažujú ich rozhodnutia na paralelných trhoch vyčistených cenami. Týmto spôsobom model explicitne plánuje sektor energetiky do budúcnosti odvodením z minimalizácie nákladov na strane ponuky a cenovo pružného správania dopytu po energii. Simultánne čistenie trhu za dokonalých konkurenčných podmienok vedie k celkovému optimu hospodárskeho blaha, čo sa zhoduje s minimálnymi nákladmi na energiu pre konečných spotrebiteľov. V sektoroch ponuky energií model vykonáva podrobný rozklad kategórií nákladov, napríklad nákladov investičných, prevádzkových, týkajúcich sa emisií a nákladov na údržbu.

Obr. 11. Schéma fungovania modelu CPS



Energetický model využíva ceny energie na dosiahnutie rovnováhy na trhoch



Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.

41. **Keďže je to hybridný model s podrobnosťami o technológiách a konštrukcii spolu s mikroekonomickými a makroekonomickými interakciami a dynamikou, odvetvové rozhodnutia CPS zvažujú technológie a náklady.** Každý sektor (ktorý v modeli zastupuje zástupca) si musí zvoliť množstvo používanej energie, investície do nových zariadení, úspory energie a využitie zariadení. Sú zahrnuté charakteristiky konštrukcie, rovnako aj rok investície (aby bolo možné prepojiť tempo investície a mieru technologického pokroku). Na účely výberu nových zariadení je vo všetkých sektoroch k dispozícii pre aktérov rozhodovania veľké množstvo technológií, s dynamikou učenia sa praxou. Vo všeobecnosti tento model berie do úvahy krátkodobé hraničné náklady na určenie využívania existujúcich zariadení s obmedzením v dôsledku existujúcich zásob a dlhodobé hraničné náklady na určenie výberu nového zariadenia. V závislosti od relatívneho ekonomického výkonu je možná aj predčasná výmena starých zariadení. Sektory alebo čiastkové modely v modeli CPS sú uvedené v *Tabuľke 2*. Dopyt po energii zahŕňa priemysel, bývanie, služby, poľnohospodárstvo a dopravu. Ponuka energie zahŕňa sektor energetiky, diaľkové kúrenie, dodávky biomasy, rafinérie, dodávky plynu a primárnu produkciu fosílnych palív.



Tabuľka 2. *Sektory dopytu po energii a ponuky energie*

Energetický model podrobne berie do úvahy sektory dopytu a ponuku energie

Sektory dopytu	Sektory ponuky
Priemysel	Zásobovanie elektrinou a teplom
Železo a oceľ	Zásobovanie biomasou
Farebné kovy	Zvyšok energetického sektora
Chemikálie	
Stavebné materiály	
Papier a celulóza	
Potraviny, nápoje a tabak	
Strojárstvo	
Textil	
Iné odvetvia priemyslu	
Neenergetické	
Domáci	
Bývanie (domácnosti)	
Terciárny	
Poľnohospodárstvo	
Služby	
Doprava	
Osobná doprava (okrem letectva)	
Nákladná doprava	
Letectvo	

Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.

42. **Cieľom modelu CPS je zachytiť základné prvky rozhodovania týkajúceho sa slovenskej energetiky a súvisiacich sektorov.** Rozhodnutia firiem v sektore o používaní existujúcich zariadení a výber nových zariadení závisia od vonkajších faktorov vrátane daní, dotácií, emisných nákladov a technologických noriem a od subjektívnych faktorov vrátane skrytých nákladov, netrhových prekážok, nákladov obetovaných príležitostí kapitálu (diskontné sadzby a jednotkové náklady kapitálu) a predvídanie budúcich podmienok. Politické nástroje a všeobecné podmienky, predpokladané pre scenár, ovplyvnia subjektívne nákladové faktory, zatiaľ čo technologický pokrok, politické predpoklady a dynamika učenia sa konaním ovplyvňujú priame náklady. Cieľom modelu aj návrhu scenára je odrážať skutočné podmienky rozhodovania. Rozhodnutia o dodávkach energie zohľadňujú obmedzenia týkajúce sa využívania zdrojov, ako sú obnoviteľné zdroje energie, domáce palivá a lokality vhodné na výstavbu elektrární, lokality využívané na skladovanie energie alebo CO₂, sklady biomasy, odpadu a iných. Model predstavuje obmedzenie takýchto zdrojov pomocou kriviek potenciálnych nákladových kriviek so stúpajúcou trajektóriou, ktoré odrážajú zvýšenie jednotkových marginálnych nákladov zdroja pri približovaní sa k maximálnemu potenciálu.

43. **Hlavné exogénne predpoklady riadia výsledky modelu a možno ich meniť ako súčasť rôznych scenárov.** Model CPS si ako vstupné predpoklady vyžaduje rozsiahle údaje a informácie. Sú potrebné makroekonomické hnacie sily, ako je HDP, aktivita podľa sektorov, počet obyvateľov a príjmy. Musia byť k dispozícii ceny fosílnych palív, ako aj dane a dotácie pre palivá a zariadenia. Úrokové a diskontné sadzby sa vkladajú ako vstupy. Sú potrebné obmedzenia dostupnosti palív a zdrojov a krivky nákladov a potenciálu (napr. potenciál obnoviteľných zdrojov, domáce rezervy fosílnych palív, dovozné obmedzenia, potenciál lokalít pre nové elektrárne), ako aj ekonomické a technické charakteristiky súčasných a budúcich energetických technológií (efektívnosť, miera využitia, kapitálové, fixné a



variabilné náklady okrem nákladov na palivo, možnosti učenia sa praxou). A nakoniec, model potrebuje normy pre technológie, emisné normy, normy energetickej efektívnosti, ako aj náklady na emisie (napr. cena CO₂ v ETS), ciele energetickej efektívnosti a ciele obnoviteľných zdrojov podľa sektorov.

44. Návrh modelu CPS je vhodný pre kvantifikovanie dlhodobého plánovania v energetike a politik na zníženie emisií skleníkových plynov súvisiacich s energetikou. Model CPS je schopný poskytnúť rôzne dôležité výsledky pre sektor energetiky a ponuku a dopyt v oblasti energií. K týmto výstupom patria:

- (i) Podrobné energetické bilancie, konečný dopyt po energii podľa sektorov, procesov a podľa energetických komodít, straty pri distribúcii, spotreba energetického odvetvia, hrubá domáca spotreba, primárna produkcia a čistý dovoz podľa typu energie
- (ii) Ponuka energie podľa nosiča energie a cien energie
- (iii) Emisie CO₂ podľa sektorov a komodít, indikátory znižovania emisií v rámci a mimo ETS¹⁰
- (iv) Indikátory úspor energie a energetickej efektívnosti
- (v) Využívanie obnoviteľných zdrojov energie a podiely OZE (celkový podiel OZE a podiely konkrétnych technológií obnoviteľných zdrojov)
- (vi) Ďalšie ukazovatele politik (napr. energetická a uhlíková náročnosť podľa sektorov, závislosť od dovozu, úspory energie, zabezpečenie systémových požiadaviek)
- (vii) Investície do riadenia dopytu po energii a ponuky energie podľa sektorov a technológií
- (viii) Náklady na celkový systém a podľa sektorov.

Návrh makroekonomického modelu

45. Model všeobecnej vypočítateľnej rovnováhy na globálnej úrovni je schopný poskytnúť analýzu vplyvov nízkouhlíkových politik v rámci celého hospodárstva. Modely CGE zachytávajú zjednodušeným spôsobom interakcie medzi zástupcami v hospodárstve (napr. domácnosti, firmy, vláda a externý sektor). Sú veľmi vhodné na odhad dlhodobých vplyvov politik, pretože zahŕňajú obmedzenia hospodárstva na strane ponuky, napríklad veľkosť pracovnej sily. Model CGE na globálnej úrovni je schopný poskytnúť analýzu vplyvov nízkouhlíkových politik v rámci celého hospodárstva. Modely CGE zachytávajú zjednodušeným spôsobom interakcie medzi zástupcami v hospodárstve (napr. domácnosti, firmy, vláda a zvyšok sveta). Na simuláciu toho, ako by hospodárstvo mohlo reagovať na zmeny v politike alebo iné externé otrasy, využívajú podrobné ekonomické údaje. Čo je dôležité, sú schopné zachytiť priame aj nepriame vplyvy politickej reformy. (Napríklad, priamym vplyvom uhlíkovej dane by mohol byť nárast výrobných nákladov v priemyselných odvetviach, ktoré využívajú fosílna palivá. Naopak nepriamym vplyvom by mohol byť pokles výroby spôsobený umrtnou stratou z dane.) Tieto modely sa zameriavajú na dlhodobú štruktúru hospodárstva a sú užitočné pre politickú analýzu, pretože vládne politiky by sa mali posudzovať na základe ich trvalých vplyvov. Poskytujú vyhovujúci rámec na účely analýzy predností rôznych možností politik. Preto predstavujú doplnok k modelom čiastočnej rovnováhy, ako je napríklad model trhu s energiou rozoberaný vyššie.

46. Makroekonomický model pre Slovensko má všetky vlastnosti štandardného modelu CGE. Tak, ako v akomkoľvek štandardnom modeli CGE, domácnosti maximalizujú blahobyť v rámci príjmových

¹⁰ CPS je energetický model, ktorý zahŕňa len emisie CO₂ súvisiace s energetikou. Emisie iné ako CO₂ (napr. NO_x, F-plyny, CH₄) sa neberú do úvahy. CPS zahŕňa výlučne emisie CO₂ zo spaľovania fosílnych palív, zatiaľ čo emisie z procesov (alebo priemyselné) zahrnuté nie sú. Emisie z procesov spôsobené chemickou premenou materiálu a nie spaľovaním fosílnych palív, nespádajú do rozsahu tohto modelu.



obmedzení, firmy maximalizujú zisky v rámci dostupných technológií a vlády vyberajú dane na financovanie kúpy tovaru a služieb v mene domácností (napr. v oblasti zdravotníctva a školstva). Ako u všetkých modelov CGE, trhy výrobných faktorov a produktov sa čistia úpravami cien. Firmy pri rozhodovaní o výrobe reagujú na náklady vrátane množstva použitej energie. Vyššie náklady na energiu podporujú investovanie do technológií s vyššou energetickou efektívnosťou. Interakcie medzi regiónmi (skupinami krajín) je zachytená prostredníctvom bilaterálneho obchodu.

47. **Model aplikovanej všeobecnej rovnováhy ENVISAGE-Slovakia (Slovak-CGE) vychádza z osvedčeného globálneho modelu a ako tento model, tiež má pridané podrobnosti týkajúce sa energetiky, výroby elektriny a emisií, teda je užitočný na hodnotenie politík pre oblasť klímy.** Model CGE vyvinutý pre Slovensko čerpá z modelu ENVISAGE (Aplikovaná všeobecná rovnováha vplyvov na životné prostredie a udržateľnosti), Verzie 10, vyvinutého v Svetovej banke.¹¹ ENVISAGE je globálny dynamický model všeobecnej vypočítateľnej rovnováhy osobitne navrhnutý na analyzovanie vplyvov politík v oblasti klímy na celé hospodárstvo. Je navrhnutý tak, aby analyzoval rôzne otázky týkajúce sa ekonomiky zmeny klímy, vrátane emisií CO₂ a iných skleníkových plynov (metán, oxid dusný a fluórované plyny), vplyvu politík zmierňovania na hospodárstvo a niektorých distribučných dôsledkov politík zmierňovania. Makroekonomický model pre Slovensko sa nazýva model aplikovanej všeobecnej rovnováhy ENVISAGE-Slovakia (Slovak-CGE) (Obr. 12).

48. **V každom sektore v modeli Slovak-CGE si reprezentatívna firma vyberá úroveň vstupu každého faktora na vytvorenie výstupu v rámci svojej výrobných technológií.** Vstupy faktorov rozlišované v modeli Slovak-CGE sú: kvalifikovaní pracovníci, nekvalifikovaní pracovníci, kapitál, pozemky a prírodné zdroje, plus prechodné vstupy, vrátane energetických komodít a iných tovarov a služieb. Technológia výroby je vnorená konštantná elasticita substitúcie (CES). Technológia CES zachytáva nahraditeľnosť medzi faktormi výroby. Rozhodnutie firiem o tom, ktoré faktory majú použiť, závisí od relatívnych cien faktorov: napríklad, zvýšenie miezd by viedlo k substitúcii prečo od pracovnej sily smerom ku kapitálu. Čo je dôležité, model zachytáva zmeny technológií v jednotlivých odvetviach priemyslu. To znamená, že pre niektoré odvetvia je ľahšia substitúcia faktorov výroby než pre iné. Napríklad, pre výrobné firmy môže byť ľahšie nahrádzať pracovnú silu kapitálom, zatiaľ čo pre firmy poskytujúce služby by to bolo ťažšie.

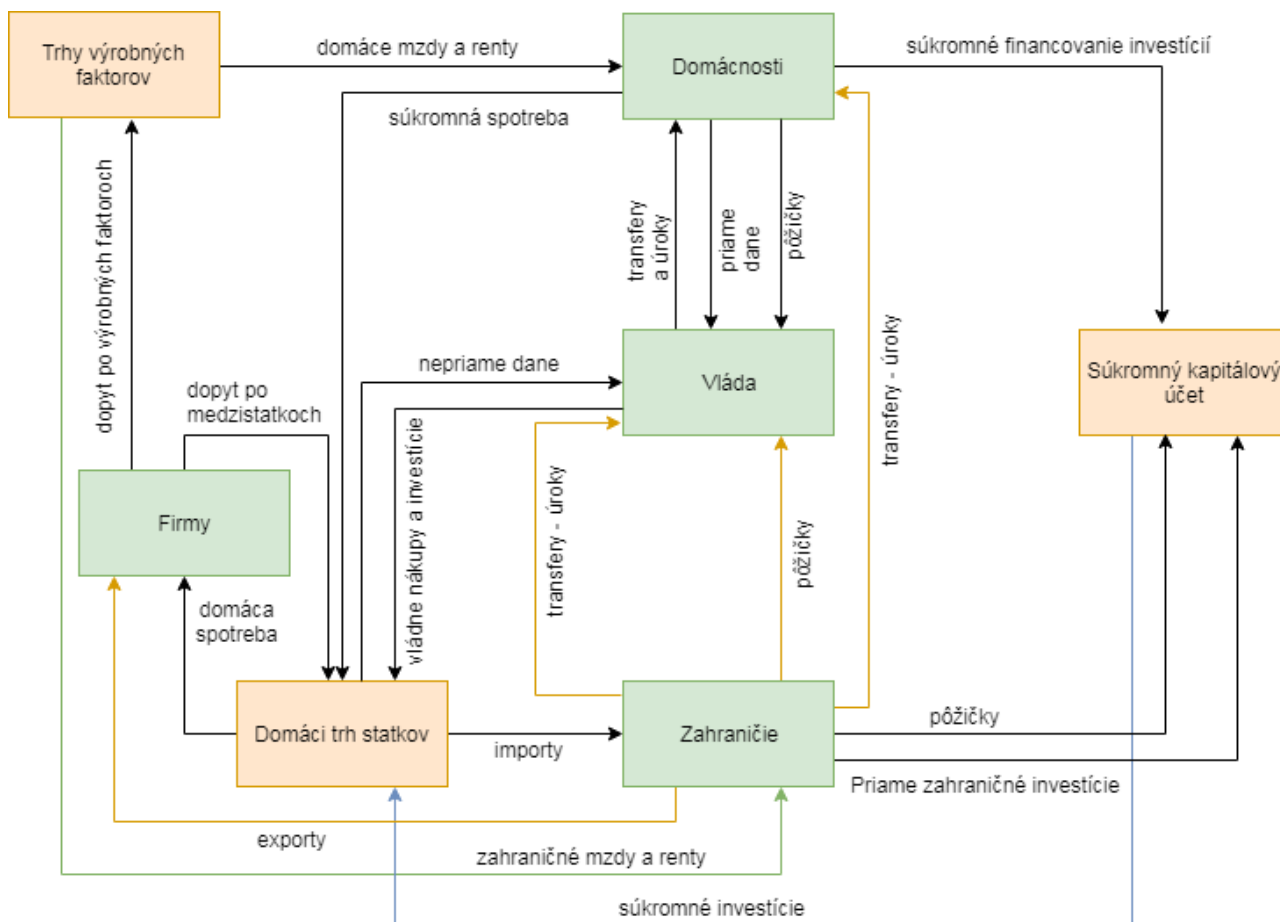
49. **Model Slovak-CGE bol upravený tak, aby odrážal konkrétne vlastnosti slovenského hospodárstva.** Model obsahuje 39 odvetví priemyslu, vrátane ťažkého výrobného priemyslu, napríklad výroby železa a ocele. V týchto 39 odvetviach priemyslu sa vyrába 31 komodít a súhrnné ekonomické výsledky, napríklad HDP, sa odvodzujú sčítaním výsledkov na úrovni odvetvia/komodity. Model funguje v globálnom meradle, pričom samostatne určuje štyri regióny: Slovensko, ostatné krajiny Vyšehradskej skupiny (Česká republika, Maďarsko a Poľsko), ostatné krajiny EÚ a zvyšok sveta. Vývoz Slovenska do ostatných troch regiónov a dovoz z nich je podrobne uvedený podľa komodít a upravujú sa ako reakcia na zmeny cien. Model simuluje základný scenár a alternatívne scenáre politiky vrátane rôznych štrukturálnych a klimatických politík pre Slovensko. Model ukazuje, ako sa využíva energia v rôznych formách ako vstupy pre výrobu (podľa priemyslu) a spotrebu a teda ako sa pripočítava k nákladom na výrobu alebo spotrebu. Model CGE poskytuje komplexné dlhodobé výhľady hlavných ekonomických ukazovateľov až do roku 2050. Model CGE vysvetľuje vplyvy politických otrasov v rámci celého

¹¹ Van der Mensbrugghe, Dominique (2008). Model ENVISAGE aplikovanej všeobecnej rovnováhy vplyvov na životné prostredie a udržateľnosti. Spracovaný, Svetová banka.



hospodárstva, vrátane priemyselnej výroby, cien komodít, vývozu a dovozu, investícií a spotreby domácností, vládnych príjmov z rôznych druhov daní a zamestnanosti a miezd.

Obr. 12. Zjednodušená schéma Modelu aplikovanej všeobecnej rovnováhy ENVISAGE-Slovakia (Slovak-CGE)
Makroekonomický model zachytáva vplyvy v celom hospodárstve



Zdroj: Svetová banka, dokumentácia k modelu Slovak-CGE.

50. **Dopyt po energetických komoditách v domácnostiach a firmách je v Slovak-ENVISAGE citlivý na ceny a sú zachytené rôzne možnosti výroby elektriny.** K energetickým komoditám v modeli patria: uhlie, olej, ropa, plyn a elektrina. Model tiež určuje niekoľko spôsobov výroby elektriny: jadro, uhlie, plyn, olej, vietor, voda, slnko a iné obnoviteľné zdroje. (Čo je dôležité, počas vývoja Slovak-ENVISAGE bol blok výroby energie zosúladený s výrobou energie v energetickom modeli.) V modeli CGE je reprezentatívna firma v každom priemysle schopná určiť množstvo každej energetickej komodity použitej v jej výrobe a toto rozhodnutie závisí od cien. Výber technológie na výrobu elektriny u dodávateľa elektriny je tiež citlivý na ceny. Politiky v oblasti zmeny klímy, ktoré zvyšujú náklady na tradičné technológie výroby, by viedli k substitúcii preč od týchto technológií, napr. k náhrade výroby na báze uhlia za veternú energiu.

51. **Explicitne sú modelované emisie.** Skleníkové plyny zachytávané v modeli sú: uhlík, metán, oxid dusný a fluóvané plyny. Slovak-ENVISAGE rieši emisie, ktoré produkuje spotreba palív, poľnohospodárska výroba a domáce zvieratá a tiež emisie z priemyselných procesov. Modul energie a



emisií umožňuje modelu odhadnúť vplyvy vládnych politík na energetickú a emisnú náročnosť hospodárstva.

52. **Všimnite si, že rozdelenie na ETS a mimo ETS je v modeli Slovak-CGE zjednodušené.** Keďže model neobsahuje podrobnosti na úrovni zariadení, zaradenie medzi ETS alebo mimo ETS bolo založené skôr na priemysle než na charakteristikách zariadenia. Do sektora ETS boli v modeli Slovak- CGE zaradené nasledujúce energeticky náročné odvetvia priemyslu: výroba elektriny a tepla; papier a celulóza; ropa a koks; železo a oceľ; farebné kovy; chemikálie, guma a plasty; nekovové nerasty; ďalšie odvetvia priemyslu, na základe predpokladu, že väčšina ich emisií spadá pod ETS: ťažba, potraviny, nápoje a tabak, vyrábané kovové produkty, výroba motorových vozidiel, ďalšie dopravné zariadenia, letecká doprava (okrem CO₂ pokrýva ETS aj emisie fluórovaných plynov z výroby hliníka a emisie oxidu dusného z chemickej výroby). Emisie z ostatných odvetví priemyslu a domácností boli zaradené k emisiám mimo ETS.

53. **Dynamika v modeli je rekurzívna.** Je stimulovaná rastom počtu obyvateľov, technologickými zmenami a akumuláciou kapitálu. Rast počtu obyvateľov je exogénnym vstupom do modelu, využíva scenáre počtu obyvateľov z Medzinárodného inštitútu pre aplikovanú systémovú analýzu (IIASA), ktoré sú súčasťou ich databázy Spoločné sociálno-ekonomické cesty. Tempo technologickej zmeny v jednotlivých odvetviach priemyslu je pre model taktiež exogénne. Akumulácia kapitálu je pre model endogénna a sleduje proces zosúladenia dlhu a deficitu: každý rok sa po započítaní odpočtov investícia pripočíta k existujúcemu základnému akciovému kapitálu.

54. **Model Slovak-CGE dokáže sám analyzovať rôzne politiky zmierňovania.** Podrobné spracovanie energetiky a emisií modelu ho umožňuje použiť ako samostatný nástroj pre posúdenie politík v oblasti klímy. Model Slovak- CGE je schopný analyzovať politiky zmierňovania, napríklad uhlíkové dane, systémy stropov a obchodovania na regionálnej alebo národnej úrovni, investície do energetickej efektívnosti a reguláciu mixu výroby elektriny (napr. cieľ obnoviteľnej energie). Model potom odhaduje vplyvy týchto politík na kľúčové ekonomické ukazovatele, napríklad: HDP, spotreba, investície, obchod, objem výroby a zamestnanosť sektorov, ako aj emisie skleníkových plynov. Model Slovak-CGE napríklad dokáže odhadnúť vplyv rastúcej ceny ETS CO₂ na hospodárstvo Slovenska ako aj na iné krajiny (ostatné Vyšehradské krajiny, zvyšok EÚ a zvyšok sveta).

Spoločné využitie energetického a makroekonomického modelu

55. **CPS je plnohodnotný energetický model.** Poskytuje podrobné výhľady dopytu po energii, ponuky energie, cien a investícií v budúcnosti, pričom pokrýva celý energetický systém vrátane emisií CO₂. CPS zachytáva hlavné informačné kanály na účely zodpovedania otázok týkajúcich sa energetiky, dopravy a priemyslu, napríklad:

- (i) Aká je veľkosť a typ investícií požadovaných na posun k nízkouhlíkovej výrobe elektriny? Aké sú dôsledky takýchto politík pre ceny elektriny?
- (ii) Aké opatrenia dokážu dosiahnuť zlepšenia energetickej efektívnosti v domácnostiach? Za aké náklady? Aká je úroveň obnovy potrebnej na dosiahnutie určitej úrovne zníženia emisií v sektoroch mimo ETS?



- (iii) Ako sa musí vyvíjať vozový park osobnej dopravy, aby splnil požiadavky v sektore mimo ETS? Za aké náklady? Ktoré politiky sú potrebné?
- (iv) Aké opatrenia môže prijať priemyselný sektor na zníženie spotreby palív? Aká je úroveň úspor, ktorú môže dosiahnuť každý subsektor? (Obr. 13).

56. **Cieľom modelu Slovak-CGE je simulovať ekonomické vplyvy posunu smerom k nízkouhlíkovému hospodárstvu.** Zachytáva hlavné informačné kanály na zodpovedanie nasledujúcich otázok:

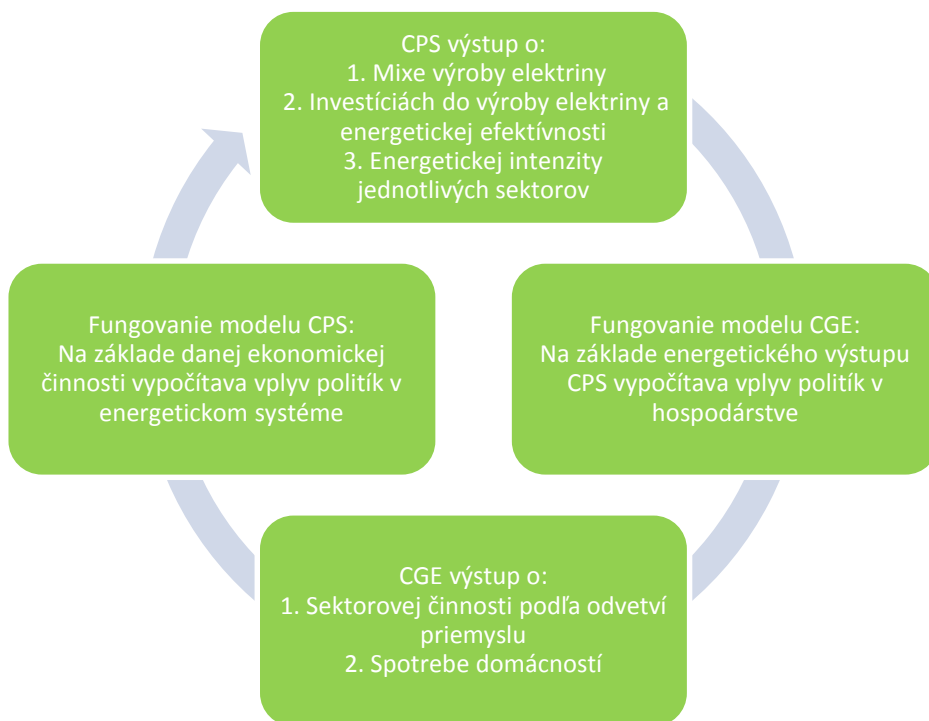
- (i) Aké sú náklady stratenej príležitosti pri investovaní do „ekologickejších“ technológií v porovnaní s ostatnými investičnými príležitosťami („vytláčanie“)?
- (ii) Ktoré sektory hospodárstva sú stimulované týmito „ekologickými“ investíciami (výstavba, poľnohospodárstvo, výroba zariadení)?
- (iii) Aké sú vplyvy zmien cien energie/elektriny na ceny výroby a dopyt (vrátane zahraničného dopytu)? (Obr. 13).

57. **Modely CPS a Slovak-CGE spoločne umožňujú rozsiahlejšie posúdenie politík, pričom každý prispieva presnosťou a podrobnosťami na základe svojho návrhu.** Podrobné výhľady dopytu po energii a ponuky energie modelu CPS sa používajú ako vstupy pre simulácie modelu Slovak-CGE pre výkonnosť hospodárstva Slovenska. Posúdenie politík sa posilní, keď sa podrobné výsledky energetického systému z modelu CPS použijú ako vstup pre model Slovak-CGE, ktorý potom posúdi vplyv rovnakých klimatických politík v celom hospodárstve. Je dôležité poznamenať, že model Slovak-CGE využíva vlastné energetické výstupy na posúdenie výsledkov pre ostatné tri regióny, ale pre Slovensko využíva podrobné výsledky CPS. Aj režimy prepojenia medzi modelmi sú rôzne pre referenčný (alebo základný) scenár a scenáre dekarbonizácie (alebo politík). Medzi dvoma modelmi možno starostlivo vyšetriť hlavné prvky cesty nízkouhlíkového rastu a porovnať a posúdiť možnosti politík.



Obr. 13. Základné väzby a poradie fungovania modelov CPS a Slovak-CGE

Prepojenie modelov CPS a Slovak-CGE umožňuje rozsiahlejšie posúdenie politík



Poznámka: Spojenie medzi výstupom z modelu Slovak-CGE a fungovaním modelu CPS sa použije, ak budú potrebné iterácie modelov na účely ich zblíženia na podobných úrovniach ekonomickej aktivity.

Zdroj: Pracovníci Svetovej banky.

Hlavné zdroje údajov a exogénne predpoklady

58. **Model CPS čerpá z viacerých zdrojov údajov a vychádza z informácií, ktoré využíva EÚ na vypracovanie scenárov.** Model CPS čerpá z údajov Eurostatu, IEA, databáz elektrární (napr. od Platts) a z modelu PRIMES, ktoré dopĺňajú a aktualizujú slovenské orgány. Model je kalibrovaný pomocou údajov Eurostat do roku 2015 a krátkodobý výhľad do roku 2020 odráža informácie o pravdepodobných trendoch poskytnuté zo strany slovenských orgánov. Hlavné vstupné údaje modelu CPS sú:

- (i) Makroekonomické premenné, ako je HDP, aktivita podľa sektorov, počet obyvateľov a príjmy
- (ii) Ceny fosílnych palív, dane a dotácie pre palivá a zariadenia
- (iii) Úrokové a diskontné sadzby¹²
- (iv) Obmedzenia dostupnosti palív a zdrojov a krivky nákladov a potenciálu (napr. potenciál obnoviteľných zdrojov, domáce rezervy fosílnych palív, dovozné obmedzenia, potenciál lokalít pre nové elektrárne)
- (v) Technicko-ekonomické charakteristiky súčasných a budúcich energetických technológií (efektívnosť, miera využitia, kapitálové, fixné a variabilné náklady okrem nákladov na palivo, možnosti učenia sa praxou)

¹² Na základe diskusií s vládou sa predpokladá, že náklady na financovanie jadrovej energie budú rovnaké ako u ostatných energetických technológií—8,5 %.



- (vi) Technologické normy, emisné normy, normy pre energetickú efektívnosť
- (vii) Emisné náklady (cena CO₂ v Systéme obchodovania s emisiami EÚ), ciele pre energetickú efektívnosť a ciele obnoviteľných zdrojov podľa sektorov.
- (viii) Údaje Eurostatu (na účely kalibrácie výstupov modelu k základnému roku 2015).

59. **Model Slovak-CGE závisí od kľúčovej globálnej databázy a údajov Svetovej banky.** Model je postavený na databáze ekonomických informácií pre viac ako 140 krajín, ktorú vypracovalo a vedie Centrum pre analýzu globálneho obchodu (GTAP). GTAP je trvalá globálna databáza tabuliek vstupov a výstupov, ktorá sa vo veľkej miere využíva pre globálne modelovanie CGE.

60. **Model Slovak- CGE a model CPS spoločne používajú rovnaké exogénne predpoklady** pre nasledujúce premenné:

- (i) Výhľady počtu obyvateľov pre Slovensko;¹³
- (ii) V referenčnom scenári pre Slovensko, výhľady HDP pre Slovensko, z referenčného scenára EÚ 2016;¹⁴
- (iii) Výhľady cien palív. Svetové ceny fosílnych palív sú prevzaté z výhľadov použitých v referenčnom scenári EÚ. Ceny ropy majú rásť rýchlejšie než ceny zemného plynu alebo uhlia, z dôvodu trvalého rastu globálneho dopytu v rozvojových regiónoch (*Obr. 14*).
- (iv) Cena emisných kvót ETS pre CO₂.

Okrem toho model Slovak-CGE preberá ako vstupy výhľady CPS pre využívanie energie podľa sektorov a mix výroby elektriny. CPS modeluje energetický sektor podrobnejšie než model CGE, zatiaľ čo model Slovak-CGE má lepšie zastúpenie prepojením medzi energetickým sektorom a širšou ekonomikou.

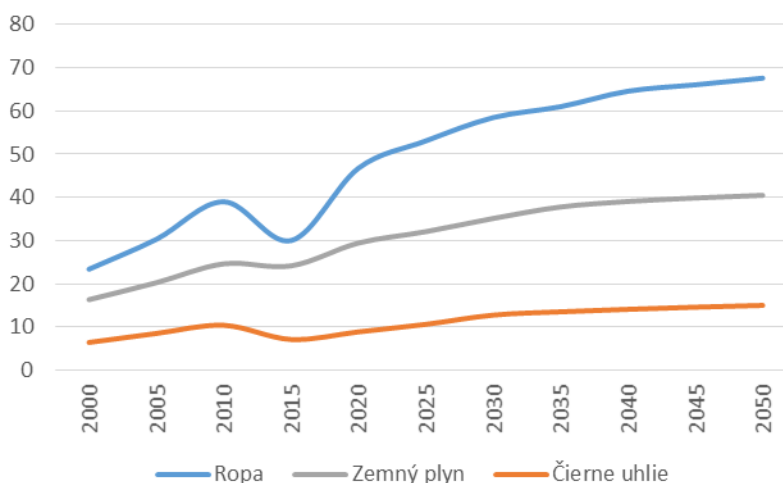
¹³ Pozri diskusiu v kapitole 3 časti 2. Z: Európska komisia (2014), Správa o starnutí obyvateľstva z roku 2015: Základné predpoklady a metodiky odhadovania. European Economy 8/2014. Generálne riaditeľstvo pre hospodárske a finančné záležitosti (DG ECFIN).

ec.europa.eu/economy_finance/publications/european_economy/ageing_report/index_en.htm.

¹⁴ Capros, P., De Vita, A., Paroussos, L., *et. al.* 2016. Referenčný scenár EÚ 2016. Luxemburg: Európska komisia. ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ref2016_report_final-web.pdf.



Obr. 14. Vývoj svetových cien fosílnych palív, €/MWh v ekvivalentnej NCV
V dlhodobom horizonte budú ceny ropy stúpať rýchlejšie než ceny ostatných palív



Poznámky: Výhľady zo svetového modelu energetického systému E3-Modelling Prometheus. NCV je čistá výhrevná hodnota, miera obsahu energie každého paliva.
 Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.

61. **Ostatné exogénne vstupy do modelu Slovak-CGE sú uvedené nižšie a používajú sa hlavne pre výhľady ostatných regiónov špecifikovaných v modeli** (Vyšehradské krajiny, zvyšok EÚ a zvyšok sveta). Tieto výhľady boli prevzaté z údajov Svetovej banky v ročnom výhľade Macro Poverty Outlook, z výhľadov Svetovej banky týkajúcich sa počtu obyvateľov a Správy o starnutí obyvateľstva EÚ:

- (i) Výhľad pre počet obyvateľov pre regióny/zoskupenia krajín mimo Slovenska
- (ii) Miery účasti pracovnej sily
- (iii) Výhľady pre HDP pre regióny/zoskupenia krajín mimo Slovenska
- (iv) Investície ako percento HDP
- (v) Verejná spotreba ako percento HDP
- (vi) Rozpočtové saldo ako percento HDP.





Fotografia: Nočná panoráma mesta, Bratislava [<https://www.goodfreephotos.com/> Good Free Photos]



Kapitola 3 „Vývoj bez zmien“ pre hospodárstvo Slovenska

Súhrn

62. **Priebeh vývoja bez zmien pre Slovensko, ktorý zahŕňa národné záväzky v oblasti opatrení na ochranu klímy do roku 2020, je zostavený ako referenčný scenár, s ktorým možno porovnávať ostatné scenáre.** Tento scenár vychádza z Referenčného scenára EÚ z roku 2016. Referenčný scenár pre Slovensko predpokladá, že po roku 2020 nebudú okrem ETS existovať žiadne ďalšie podporné klimatické politiky, ale že zlepšovanie v oblasti energetickej efektívnosti bude trvalé. Na Slovensku sa do roku 2050 očakáva spomalenie rastu HDP na 0,6 % ročne, čo bude spôsobené poklesom počtu obyvateľov. V rámci spomaľujúceho sa rastu sa budú niektoré sektory a subsektory rozširovať, iné zasa zmenšovať. Napríklad predpokladaný nárast príjmov na osobu podporuje rozširovanie sektora služieb. Referenčný scenár berie do úvahy nepretržité zlepšovanie energetickej efektívnosti. ETS bude v Referenčnom scenári naďalej hlavným vplyvom na výber energií do roku 2050. Dopyt po energii v priemysle sa bude v referenčnom scenári zmiernovať súbežne s využívaním nových efektívnych technológií vo výrobných investíciách v priemysle. Ceny ETS v referenčnom scenári tlačia spotrebu energie v priemysle k palivám s nižším obsahom uhlíka. Počas výhľadového obdobia dopyt po elektrine stúpa. V mixe výroby elektriny Slovenskej republiky zohráva kritickú úlohu jadrová energia, ale rozsah využívania veternej a slnečnej energie sa v referenčnom scenári podstatne nerozšíri. Investície do energetického sektora sa časom v referenčnom scenári presúvajú od jadrových cez PPC k solárnym. Bez podporných politík po roku 2020 nebude cena ETS postačovať ako stimul významného znižovania emisií.

Definícia referenčného scenára

63. **Základný alebo referenčný scenár je východiskom pre pochopenie možností politík.** Referenčný scenár pre Slovensko je výhľad s vývojom bez zmien vrátane národných záväzkov týkajúcich sa klimatických opatrení do roku 2020. Tento scenár je podobný Referenčnému scenáru EÚ zostavenému pre Európsku úniu v roku 2016. Zahŕňa politiky prijaté a realizované do dátumu uzávierky (2017) a ďalšie politiky podľa potreby na splnenie záväzkov krajiny pre obnoviteľné zdroje a efektívnosť v roku 2020.¹⁵ Trajektória cien pre kvóty ETS čerpá z výhľadu cien ETS pre Referenčný scenár EÚ 2016 (Box 3).

¹⁵ Scenár obsahuje aj niektoré novelizácie smerníc EÚ, napríklad ILUC (nepriama zmena využívania pôdy) k smernici o obnoviteľných zdrojoch a smernici o kvalite palív a rozhodnutie o Rezerve stability trhu k smernici ETS.



Posúdenie klimatických politík Európskej únie vychádzalo zo spoločného základného scenára

V súbehu so Zimným balíkom Európska komisia podporila vytvorenie referenčného alebo základného scenára pre Európsku úniu do roku 2050, ktorý predstavuje základ pre porovnanie s opatreniami Zimného balíka. Referenčný scenár EÚ umožnil vytvorenie výhľadu pre energetický systém, dopravný sektor a emisie skleníkových plynov všetkých 28 členských štátov EÚ do roku 2050 a pôsobil ako kritérium pre tvorbu politík. Predpokladal dosiahnutie cieľov pre skleníkové plyny a obnoviteľné zdroje do roku 2020 a pokračovanie súčasných politík (až do začiatku roka 2015). Modelovanie využilo údaje Eurostatu, „Správu o starnutí obyvateľstva z roku 2015“ pre dlhodobé trendy počtu obyvateľov a rastu HDP, a výhľady krátkodobého rastu od DG ECFIN. Modelovanie bolo vykonané pomocou sady vzájomne prepojených ekonomických a technických modelov, vrátane PRIMES

Zdroj: Capros, P., De Vita, A., Paroussos, L., et. al. 2016. Referenčný scenár EÚ 2016. Luxemburg: Európska komisia. ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ref2016_report_final-web.pdf.

64. **Referenčný scenár pre Slovensko predpokladá, že po roku 2020 nebudú okrem ETS existovať žiadne ďalšie podporné klimatické politiky.** Referenčný scenár je zhruba v súlade s výsledkami Referenčného scenára EÚ 2016 pre Slovensko, vrátane exogénnych predpokladov, ako je HDP a cena ETS. Vývoj dopytu po energii a ponuky energie závisí od trhových síl a trhom stimulovaného technologického pokroku. Inými slovami, po roku 2020 nebude existovať žiadna nová politika s dôležitou výnimkou ETS, ktorý bude fungovať z podmienkou mechanizmy Rezervy stability trhu až do roku 2050. Stabilne rastúce ceny CO₂ majú významný vplyv na sektory ETS: výroba elektriny, dodávka tepla a energeticky náročný priemysel, a to až do roku 2050. Vývoj cien ETS v sebe zahŕňa značné zníženie emisií v týchto sektoroch v celom období po roku 2020. Avšak sektory mimo ETS nemajú po roku 2020 nové politiky. (Obr. 25).

65. **V referenčnom scenári sú zlepšenia energetickej efektívnosti trvalé.** Napriek neprítomnosti nových politík po roku 2020 nie je referenčný scenár zmrazeným výhľadom efektívnosti. Zlepšenia energetickej efektívnosti vo všetkých sektoroch pokračujú aj v budúcnosti, hoci pomalším tempom, než by tomu bolo v prípade uzákonenia nových politík. Už zavedené smernice EÚ v oblasti energetickej efektívnosti a predpisy pre ekologické projektovanie domácich spotrebičov, motory a iné elektrické zariadenia budú mať rastúci vplyv. Čo je najdôležitejšie, stimulmi pre pokrok efektívnosti sú trhové sily. V priemysle je pokrok v oblasti energetickej efektívnosti súčasťou snahy o rast produktivity, ktorý je súčasťou trvalého rastu pridanej hodnoty. V sektoroch budov a dopravy sa zlepšenia energetickej efektívnosti dosahujú vďaka komercializácii zariadení a vozidiel s rastúcou efektívnosťou, keďže priemysel považuje zníženie prevádzkových nákladov za marketingový faktor schopný zvýšiť predaj. Preto oddelenie spotreby energie od ekonomického rastu pokračuje aj v budúcnosti ako výsledok technologického pokroku (zahrnutý v hodnotách zodpovedajúcich parametrov modelu zvoleného, aby odrážal trhové sily, stanoveného pod hodnotami, ktoré by boli primerané pre technologický pokrok súvisiaci s politikou).

66. **Energetický aj makroekonomický model vychádza z referenčného scenára zosúladeného so scenárom EÚ.** Pre referenčný scenár modely CPS a Slovak-CGE zdieľajú rovnaké externé predpoklady vychádzajúce z Referenčného scenára EÚ z roku 2016, ktoré sa týkajú rastu HDP, cien fosílnych palív a v širšom ponímaní aj štruktúry výroby. Model Slovak-CGE sa nepoužíva na tvorbu základných výhľadov pre makroekonomické premenné. Oba modely sú skôr kalibrované na spoločný makroekonomický výhľad



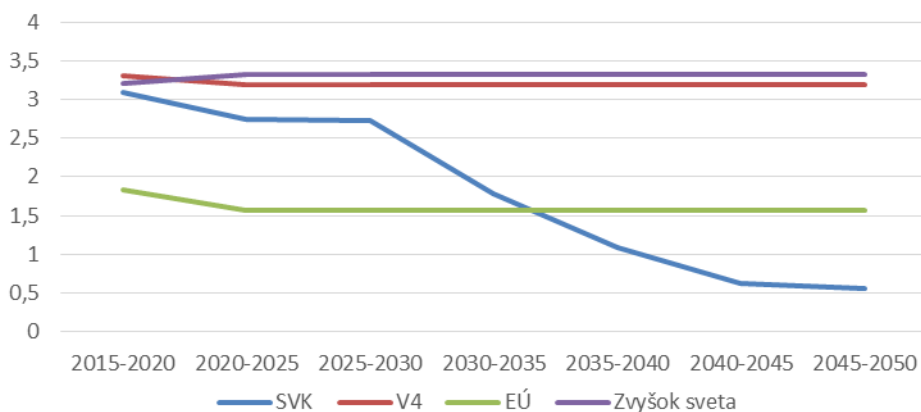
zabezpečený externe. Avšak základné výsledky pre energetické premenné z modelu CPS sú zapracované do základných riešení Slovak-CGE.

Hlavné charakteristiky referenčného scenára

67. **Na Slovensku sa do roku 2050 očakáva spomalenie rastu HDP na 0,6 % ročne, čo bude spôsobené poklesom počtu obyvateľov.** Táto cesta rastu z Referenčného scenára EÚ 2016 sa dá porovnať s cestami pre ostatné regióny v modeli (Vyšehradské krajiny, zvyšok EÚ a zvyšok sveta), z exogénnych zdrojov uvedených vyššie (Obr. 15). Miera celkového hospodárskeho rastu po roku 2030 poklesne, pričom bude nižšia ako priemerné hodnoty vo zvyšku sveta. Avšak pokračujúce zisky v produktivite podporujú rast HDP Slovenska z hľadiska rastu na osobu. Solídny rast príjmov vedie k vyšším úrovňam spotreby, pričom spotreba sa stáva v priebehu času dôležitejším komponentom HDP. Predpokladá sa, že investície sa udržia na historických úrovniach okolo 23 percent HDP (na základe podielov konštantných cien). Export bude pre Slovenské hospodárstvo naďalej dôležitý: vývoz tovarov a služieb predstavuje vo výhľadovom období asi 90 percent HDP (na základe podielov konštantných cien). Celkovo sa očakáva zúženie prebytku bežného účtu, a to vďaka zvýšenému dovozu. (Obr. 16 a Tabuľka 3).

Obr. 15. Ročná miera rastu ekonomiky na Slovensku a v ďalších troch regiónoch v modeli Slovak-CGE, 2015- 2050, rast reálneho HDP v %

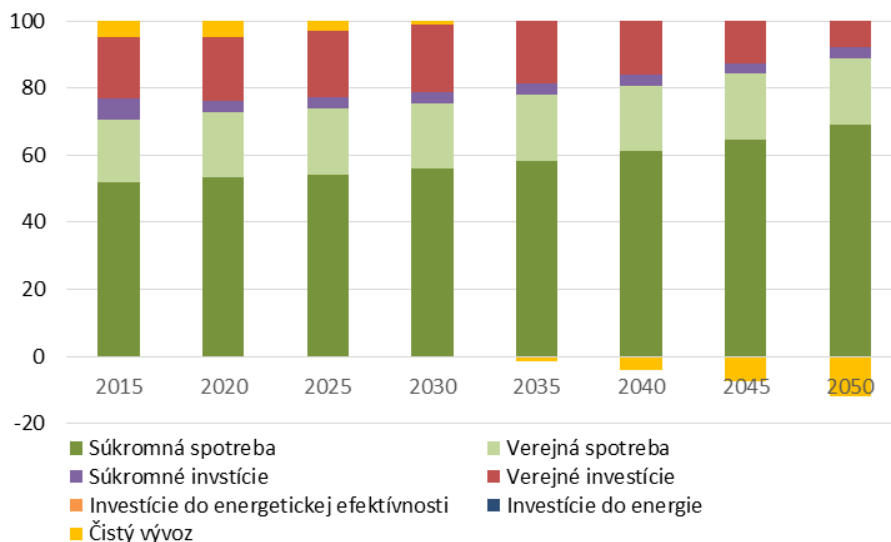
Mierna miera rastu Slovenska má po roku 2030 klesnúť nižšie, ako je u jeho susedov



Zdroj: Referenčný scenár EÚ 2016; Macro Poverty Outlook Svetovej banky.



Obr. 16. Podiely reálneho HDP podľa výdavkov, referenčný scenár, 2015 až 2050, v %
Spotreba by mala vzrásť ako podiel celkového príjmu v referenčnom scenári



Poznámka: Podiely boli vypočítané na základe zložiek výdavkov v konštantných cenách.

Zdroj: Výsledky modelu Slovak-CGE.

68. **V rámci spomaľujúceho sa rastu sa budú niektoré sektory a subsektory rozširovať, iné zmeňovať.** Zvolené sektory orientované na vývoz v rámci výroby, napríklad subsektor motorových vozidiel (v rámci Strojárstva v Tabuľke 3), prechádzajú trvalou expanziou poháňanou externým dopytom. Ostatné sektory spomaľujú. Sektor chemikálií je ovplyvnený silnou konkurenciou z krajín mimo EÚ, napríklad z Číny, Indie a USA, a je medzi sektormi s najnižšími mierami rastu. Čo sa týka textilného sektoru, predpokladaný pokles je taktiež dôsledkom medzinárodnej konkurencie (Tabuľka 3).

Tabuľka 3. Priemerné ročné miery rastu HDP a pridaná hodnota sektora, referenčný scenár, 2020 až 2050, v % za rok

Napriek spomaľujúcemu sa celkovému rastu, vybrané výroby a služby v referenčnom scenári expandujú.

Priemerná ročná miera rastu	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
HDP	3,1	2,7	2,7	1,8	1,1	0,6	0,6
Železo a oceľ	1,7	1,2	0,9	0,6	0,2	-0,5	-0,7
Neželezné	2,1	1,4	1,1	0,9	0,2	-0,4	-0,5
Chemikálie	1,8	1,5	1,6	0,9	0,5	0,2	0,1
Stavebné materiály	2,5	2,4	2,5	1,2	0,5	0,2	0,1
Papier a celulóza	2,0	2,1	2,0	1,3	0,7	0,3	0,2
Potraviny, nápoje a tabak	2,4	2,2	2,1	1,4	0,7	0,1	-0,1
Strojárstvo	3,0	2,5	2,7	1,9	1,0	0,8	0,8
Textil	-0,1	-0,1	0,0	-0,7	-1,1	-1,5	-1,5
Iné odvetvia	2,0	1,8	2,1	1,1	0,4	-0,3	-0,4
Služby	3,3	2,9	2,9	1,9	1,3	0,8	0,7
Poľnohospodárstvo	1,8	1,4	1,8	0,8	0,2	-0,5	-0,6

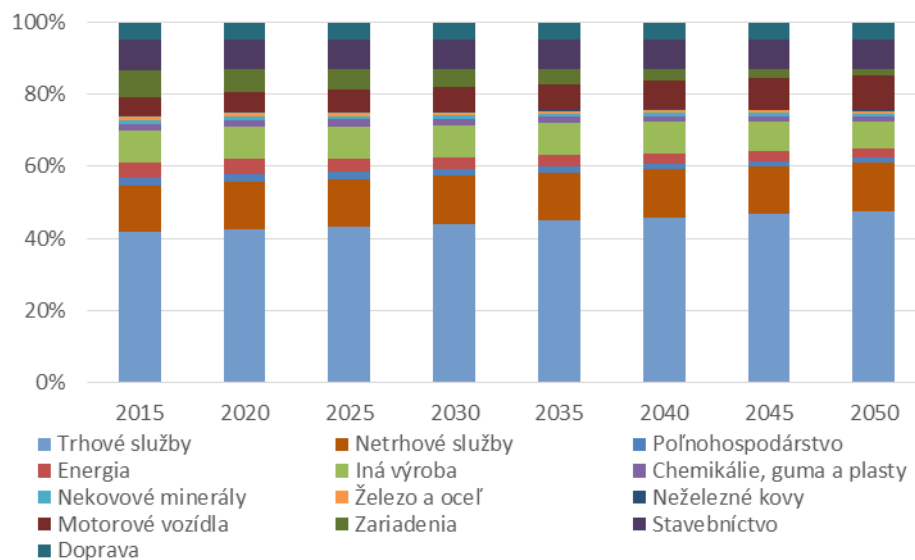
Zdroj: Referenčný scenár EÚ 2016.



69. **Tento nárast príjmov na osobu podporuje rozširovanie sektora služieb.** Trhové služby, kde patria podnikové a osobné služby, expandujú do roku 2050 na asi 48 percent hospodárstva (na základe podielov konštantných cien, z hodnoty asi 42 percent v roku 2015). Sektory orientované na vývoz, napríklad výroba motorových vozidiel, taktiež ďalej expandujú, poháňané trvalými investíciami do sektoru a externým dopytom. Ostatné odvetvia ťažkého výrobného priemyslu, napríklad výroba železa a ocele, farebných kovov (hlavne hliníka) a chemikálií, sa časom znižuje ako podiel hospodárstva z dôvodu silnej konkurencie zo vznikajúcich trhov (Obr. 17 a Obr. 18).

Obr. 17. Podiel pridanej hodnoty podľa sektorov, referenčný scenár, 2015 až 2050

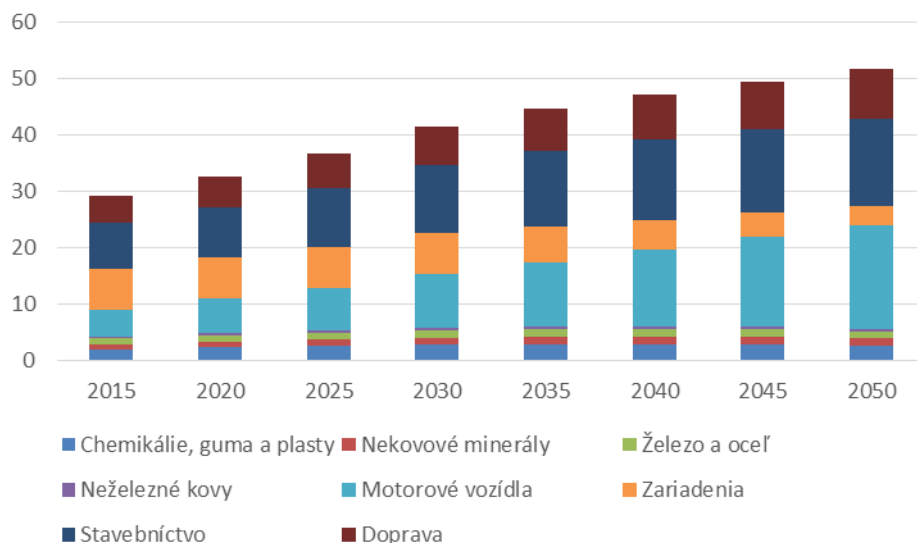
V referenčnom scenári sa súbežne so zvyšovaním príjmov na osobu rozširujú služby



Zdroj: Výsledky modelu Slovak-CGE.



Obr. 18. Podiel pridanej hodnoty podľa priemyselných subsektorov, referenčný scenár, 2015 až 2050
Subsektory orientované na vývoz, napríklad motorové vozidlá, majú v referenčnom scenári expandovať, zatiaľ čo ťažké výrobné odvetvia majú ustupovať zahraničnej konkurencii

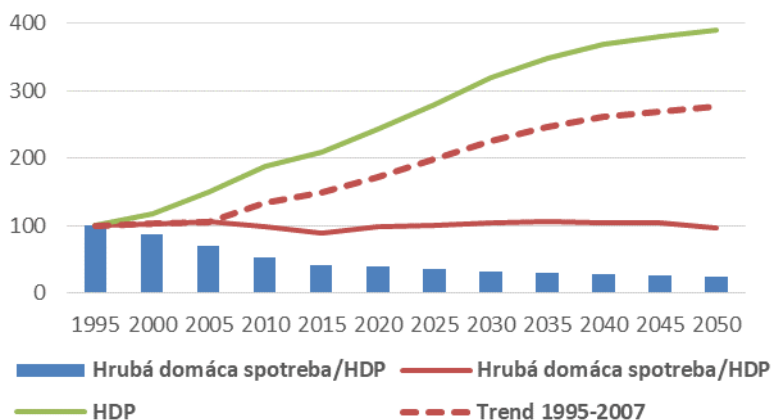


Zdroj: Referenčný scenár EÚ 2016

70. **Referenčný scenár berie do úvahy nepretržité zlepšovanie energetickej efektívnosti.** Tieto zlepšenia sú rýchlejšie než historické trendy do roku 2020 z dôvodu predpokladaných politík pre efektívnosť, ale po roku 2020 spomalia. Zlepšenia energetickej efektívnosti budú mať po roku 2020 pomalé tempo z dôvodu neprítomnosti nových politík na podporu efektívnosti. Energetická náročnosť HDP, meraná pomerom medzi hrubou domácou spotrebou energie a HDP, však celom výhľadovom období poklesne, čím budú pokračovať minulé trendy odpájania dopytu po energii od hospodárskeho rastu. Pokles spotreby energie v priemysle je dodnes najnápadnejším komponentom tohto zlepšenia, keďže energeticky efektívne technológie zahrnuté vo výrobných investíciách sa uchytili a výroba sa presunula od energeticky náročných subsektorov a výrobných procesov. Pokračujúce prenikanie obnoviteľných zdrojov do výroby elektriny a výstavba efektívnych paroplynových elektrární pomáha zrýchľovaniu poklesu energetickej efektívnosti meraného na úrovni primárnej energie, pričom v budúcich rokoch stúpa energetická efektívnosť výroby elektriny. Prijatie noriem na podporu efektívnosti pre vozidlá, predpisov ekologického projektovania, pôsobivý technologický pokrok v osvetlení a renovácia budov patria medzi faktory, ktoré pomohli v minulosti a udržia zlepšovanie energetickej efektívnosti slovenského hospodárstva (Obr. 19).



Obr. 19. Dopyt po energii, energetická náročnosť a HDP v referenčnom scenári, 1995-2050, index Zlepšenia energetickej efektívnosti budú v referenčnom scenári pokračovať, hoci v spomalenom tempe



Poznámky: Dopyt po energii je hrubá domáca spotreba; energetická náročnosť je pomer hrubej domácej spotreby k HDP.

Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.

71. ETS bude v Referenčnom scenári naďalej hlavným vplyvom na výber energií do roku 2050.

Systém obchodovania s emisiami vrátane rozhodnutia o Rezerve stability trhu je prípadom s pozoruhodným dlhodobým vplyvom na výrobu elektriny a na priemysel. Rozhodnutie o Rezerve stability trhu v sebe zahŕňa, že ceny uhlíka v ETS budú v referenčnom scenári pravdepodobne nepretržite stúpať, počnúc rokom 2020 až do roku 2050. Významný odliv kvót z trhu ako súčasť tohto mechanizmu zahŕňa očakávanie nedostatku kvót v budúcnosti z dôvodu predpokladaného silného poklesu v prebytku kvót, ktorý v súčasnosti na trhu ETS pretrváva. Z dôvodu takýchto očakávaní pravdepodobne hráči na trhu ETS zvýšia ukladanie kvót, aby sa v budúcnosti vyhli vysokým cenám. Keďže opatrenia mechanizmu odstránia z trhu väčšie množstvá kvót, než budú množstvá vrátené na trh z rezervy, pravdepodobne sa prebytok bude nepretržite zmenšovať napriek možnému zvýšeniu ukladania. To podporuje očakávanie nedostatku v budúcnosti a zároveň domnienku, že ceny uhlíka budú v budúcnosti pravdepodobne nepretržite rásť. Opatrenia ETS trvajú do roku 2050, kedy má zostať konečná rezerva, čo tiež podporuje argument, že ceny ETS dlhodobo pravdepodobne vzrastú. Vplyvy rastúcich cien uhlíka v ETS na palivový mix v priemysle a v sektoroch elektriny a tepla sú značné (Tabuľka 4).



Tabuľka 4. Kľúčové ukazovatele politik v referenčnom scenári

V referenčnom scenári emisie z energetiky klesajú, najmä v sektoroch ETS, ale obnoviteľné zdroje kolíšu

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Emisie skleníkových plynov (% zmena od roku 1990)	-44,7	-43,7	-43,3	-41,4	-42,1	-43,3	-45,2	-45,6
Emisie CO ₂ (% zmena od roku 2005)	-27,3	-27,8	-28,9	-27,8	-29,9	-31,8	-34,6	-34,9
Sektory ETS	-30,8	-34,9	-38,0	-38,4	-43,0	-44,8	-47,3	-47,3
Sektory mimo ETS	-21,4	-15,7	-13,6	-9,9	-7,6	-9,9	-13,0	-14,1
Celkový podiel OZE (%)	14,0	14,5	15,0	14,3	15,1	15,4	15,8	18,3
Podiel OZE-H&C	14,2	13,3	15,0	14,0	15,5	16,0	16,5	17,7
Podiel OZE-E	19,4	23,4	21,8	21,3	21,7	21,7	21,9	28,5
Podiel OZE-T	8,3	10,1	10,2	10,2	10,6	11,0	11,5	13,2
Úspora primárnej energie (%)	0,0	-20,2	-23,7	-24,9	0,0	0,0	0,0	0,0

Poznámky: Emisie CO₂ pochádzajú len z energetického spaľovania. Primárne úspory energie sa porovnávajú so základnými výhľadmi PRIMES 2007. H&C je kúrenie a chladenie; OZE-E sú obnoviteľné energie v energetickom sektore; OZE-T sú obnoviteľné energie v dopravnom sektore.

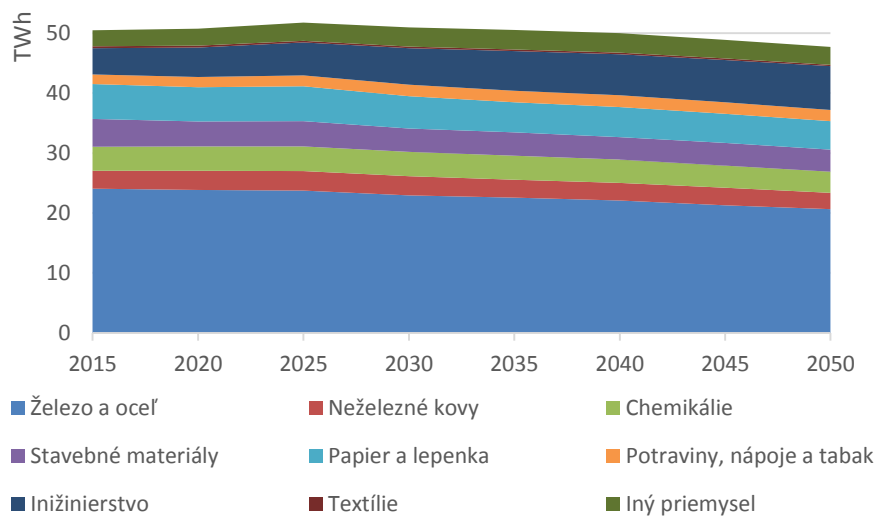
Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.

72. **Dopyt po energii v priemysle sa bude v referenčnom scenári zmiernovať súbežne s využívaním nových efektívnych technológií vo výrobných investíciách v priemysle.** Za posledné desaťročie priniesla hospodárska obnova nové výrobné investície v priemysle, čo prinieslo ďalší pokrok v energetickej efektívnosti prostredníctvom nových technológií, ktoré tieto investície obsahovali. Výhľady ukazujú pokračovanie týchto trendov na spojení cyklov priemyselných investícií a pokroku v energetickej efektívnosti. Trhové sily sú pohonnými silami, najmä snaha o rast vysokej produktivity ako faktor v priemyselnej konkurencieschopnosti. Dvoma hlavnými hnacími silami, ktoré ovplyvňujú tento výhľad, sú energetická efektívnosť zahrnutá v nových investíciách, nahrádzajúcich existujúce a staré zariadenia, spolu so štrukturálnymi zmenami v činnosti, s predpokladom posunu smerom k vyššej pridanej hodnote a menej energeticke náročným výrobným procesom. Referenčný scenár predpokladá, že na Slovensku zostane energeticky náročná priemyselná výroba a bude sa reštrukturalizovať smerom k vyššej konkurencieschopnosti na základe špecializovanej výroby s vysokou pridanou hodnotou. Textilný priemysel bude mať klesajúci trend z dôvodu medzinárodnej konkurencie (napr. Čína). Na Slovensku zostanú a porastú nad priemerné hodnoty ďalšie menej energeticke náročné odvetvia priemyslu, buď z dôvodu domáceho dopytu (napr. potravinársky priemysel), alebo z dôvodu európskeho trhu a špecifickosti slovenského hospodárstva (napr. priemysel tovaru pre zariadenia) (Obr. 20).



73. **Ceny ETS v referenčnom scenári tlačia spotrebu energie v priemysle k palivám s nižším obsahom uhlíka.** Ceny ETS podporujú významný posun spotreby energie priemyselných sektorov počas výhľadového obdobia smerom k menej uhlíkovo náročným palivám. Spotreba pevných a kvapalných palív (ropné palivá) oproti roku 2015 poklesne v roku 2050 o 28 percent a 38 percent v uvedenom poradí. Zlepšenia efektívnosti sú v súlade s prijatím najlepších dostupných techník, ktoré podporuje smernica o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania a smernica o priemyselných emisiách (IED). Zvyšujúce sa ceny ETS a ďalšie faktory, napríklad výhodnosť a technologický pokrok, favorizujú elektrifikáciu v priemysle, ktorá má v referenčnom scenári stúpajúci trend, takže do roku 2050 elektrina pokrýva takmer jednu tretinu celkového dopytu po energii v priemysle. Využívanie plynu je stabilné, čo sa týka množstva aj podielu na trhu. Využívanie biomasy a odpadu krátkodobo stúpa a dlhodobo zostáva stabilné, keďže ceny ETS favorizujú ich používanie, zatiaľ čo obmedzené dodávky a náklady ich obmedzujú.

Obr. 20. Dopyt po energii podľa sektorov, referenčný scenár, 2015 až 2050, TWh
Železo a oceľ v referenčnom scenári naďalej dominujú dopytu po energii v priemyselnom sektore



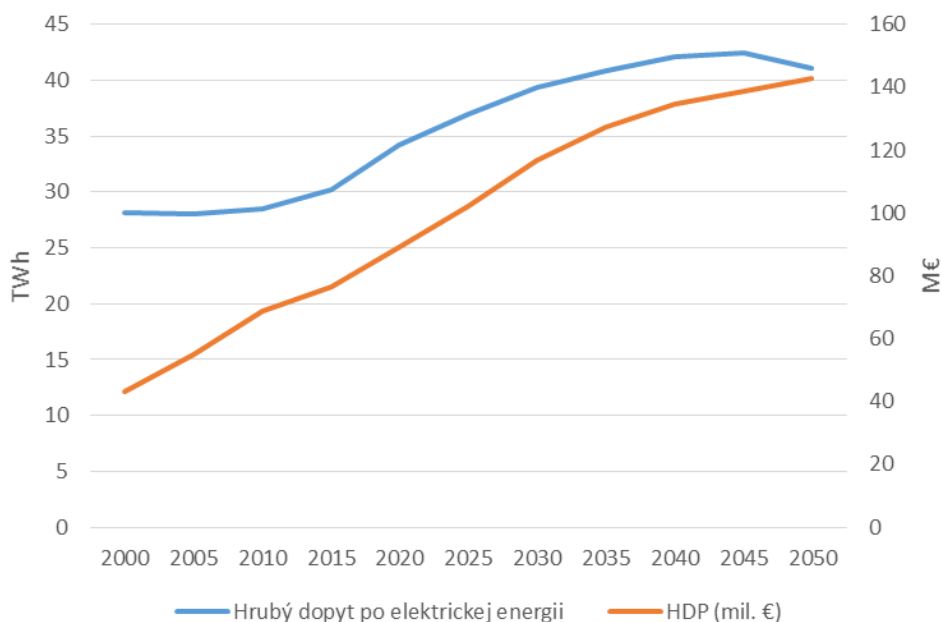
Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.

74. **Počas výhľadového obdobia dopyt po elektrine stúpa.** Hrubý dopyt po elektrine zahŕňa spotrebu elektriny vo všetkých konečných sektoroch dopytu (priemysel, bývanie, terciárny, doprava), straty v sieti, vývoz elektriny a spotrebu v energetickom sektore (rafinérie a ako súčasť primárnej ťažby palív). Ponuka elektriny obsahuje výrobu z tepelných, jadrových, vodných elektrární a elektrární s obnoviteľnými zdrojmi a dovoz elektriny. Využívanie elektriny v rôznych sektoroch dopytu ukazuje stúpajúci trend. Výhľad je potom taký, že celkový hrubý dopyt po elektrine má rásť rýchlejšie než ostatné formy energie; má však rásť v nižšej miere, ako je miera rastu HDP. Zatiaľ čo dopyt po elektrine stúpne medzi rokmi 2015 a 2050 o viac ako jednu tretinu, HDP sa zvýši oveľa viac, takže energetická náročnosť výroby (meraná v TWh elektriny potrebnej na € výroby) o asi jednu štvrtinu v období 2015-2050, po poklese o približne 40 percent v období 2000-2015 (Obr. 21).



Obr. 21. Hrubý dopyt po energii, referenčný scenár, 2000 až 2050, v TWh a reálny HDP v mil. EUR

Dopyt po elektrine v referenčnom scenári stabilne stúpa



Poznámky:

Reálny HDP v EUR roku 2015.

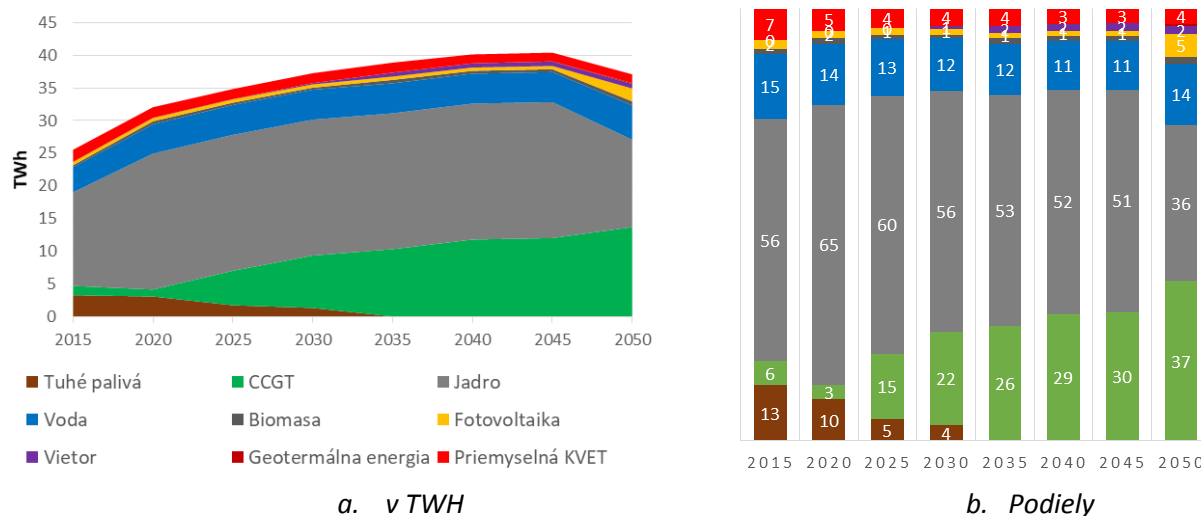
Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.

75. **V mixe výroby elektriny Slovenskej republiky zohráva kritickú úlohu jadrová energia, ale rozsah využívania veternej a slnečnej energie sa v referenčnom scenári podstatne nerozšíri.** Výhľad výroby elektriny a tepla do budúcnosti závisí od dopytu, výhľadu cien palív, cien uhlíka v ETS, zdrojov obnoviteľných energií a vnútroštátne produkovaných palív, ako je lignit, a ich nákladov, technologických nákladov a politických obmedzení. Politické obmedzenia sa týkajú možných obmedzení rozširovania alebo využívania zdrojov výroby elektriny. V roku 2015 pokrývala jadrová výroba 56 percent celkovej čistej výroby elektriny. Referenčný scenár plánuje zvýšenie jadrového podielu v strednodobom horizonte (2020 – 2025) z dôvodu uvedenia do prevádzky dvoch nových jadrových reaktorov v Mochovciach. Teda jadrová výroba zostáva z hľadiska objemu stabilná, keďže scenár predpokladá aj predĺženie životnosti starých reaktorov v Bohuniciach až do roku 2045. Vyradenie starých reaktorov v Bohuniciach po tomto dátume a predpoklad politiky, že do Bohuníc nemožno pridať žiadne nové reaktory, stláčajú z dlhodobého hľadiska podiel jadrovej výroby na 36 percent. Súčasne rýchlo klesá používanie tuhých palív na výrobu elektriny, keďže zvyšujúce sa ceny ETS narúšajú konkurencieschopnosť uhlia. Vodná energia zostáva v priebehu času relatívne stabilná, zatiaľ čo veterná a slnečná energia zostávajú okrajové. Plynové elektrárne zabezpečujú vyváženie a rezervy v systéme a vypĺňajú energetickú medzeru, ktorá zostane po vyradení elektrární na tuhé palivá a nerozšírovaní jadrovej energie po roku 2020. Preto v strednodobom a dlhodobom horizonte výroba elektriny v PPC elektrárňach významne narastie. Rozvoj veterných turbín a solárnej fotovoltaiky (FV) je v referenčnom scenári mierny až do roku 2040, aj napriek stúpajúcim cenám ETS a plánovanému poklesu jednotkových kapitálových nákladov na tieto technológie. Scenár po roku 2020 nepredpokladá žiadnu podporu pre premenlivé obnoviteľné zdroje a Slovensko má obmedzený veterný a slnečný potenciál, najmä čo sa týka intenzity zdrojov vyjadrenej relatívne nízkymi faktormi kapacity. Preto výhľad



ukazuje v energetickom mixe v roku 2050 podiel premenlivých obnoviteľných zdrojov len sedem percent (Obr. 22).

Obr. 22. Čistá výroba elektriny podľa typu zariadenia, referenčný scenár, 2015 až 2050, v TWh a podiely Posun mixu výroby energie v referenčnom scenári z jadrových zdrojov ku PPC a ku solárnym zdrojom

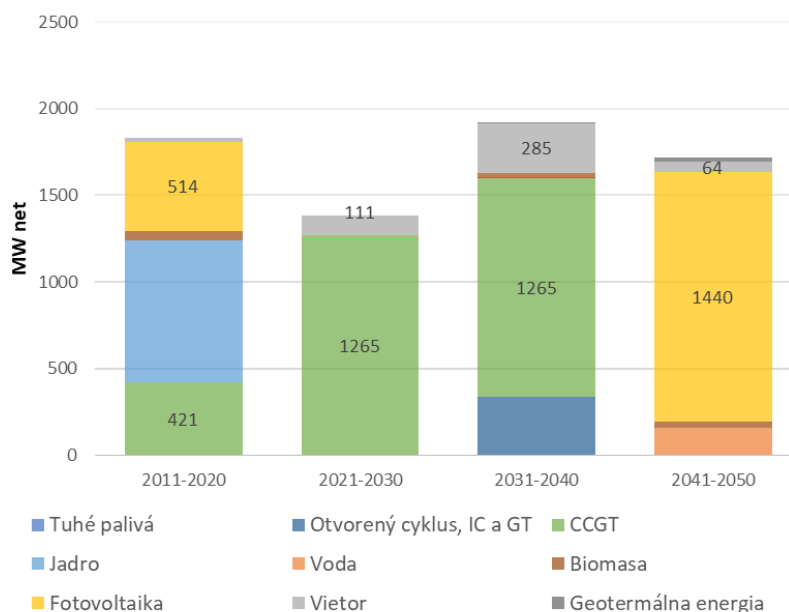


Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.

76. **Investície do energetického sektora sa časom v referenčnom scenári presúvajú od jadrových cez PPC k solárnym.** Investičné výdavky pre závody na výrobu energie sa do roku 2020 významne zvýšia, z dôvodu uvádzania do prevádzky nových jadrových reaktorov v Mochovciach. V strednodobom horizonte si modelom plánované uvádzanie PPC do prevádzky vyžaduje mohutné investície. Na konci výhľadového obdobia spôsobí investičné výdavky prenikanie obnoviteľných zdrojov energie (väčšinou solárnych) (Obr. 23).



Obr. 23. Novo inštalovaný elektrický výkon, referenčný scenár, po desaťročiach do roku 2050, v čistých MW Investície do elektrického výkonu sa v referenčnom scenári sústreďujú v strednodobom horizonte do PPC a v dlhodobom horizonte do solárnej energie



Poznámky: Čisté MW sú maximálnym elektrickým výkonom bez vlastnej spotreby elektrárne.

Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.

77. **Pre referenčný scenár je podrobne analyzované kúrenie.** Model CPS rozlišuje medzi teplom spotrebovaným v sektore bývania, služieb a poľnohospodárstva cez sieť diaľkového kúrenia, a parou spotrebovanou v priemyselných sektoroch a rafinériách. Teplo a paru vyrábajú závody na kogeneráciu, kotly a tepelné čerpadlá. Model CPS predpokladá, že závody na kogeneráciu prevádzkované energetickými závodmi dodávajú teplo do sektora diaľkového kúrenia a že priemyselné závody na kogeneráciu v priemyselnom sektore produkujú priemyselnú paru. Priemyselné závody na kogeneráciu sú samostatné v jednotlivých sektoroch a neprevádzkujú ich verejné energetické závody. Podobne aj kotly na teplo sú prevádzkované systémom diaľkového kúrenia a kotly na paru sú rozlíšené podľa sektorov a prevádzkujú ich príslušné odvetvia priemyslu. Inými slovami, závody na kogeneráciu a priemyselné kotly sa nachádzajú v priemyselných lokalitách a môžu dodávať paru len do priemyselného sektora, do ktorého patria. Priemyselné odvetvia môžu nakupovať elektrinu zo siete alebo si ju môžu vyrábať sami. V prvom prípade má priemyselné odvetvie nízke tarify za dodávky, ale v druhom si celkovo zníži náklady na energiu, keďže využíva kogeneráciu pri výrobe priemyselnej pary spolu s vlastnou vyrobenou elektrinou. V niektorých sektoroch existuje aj možnosť využívania priemyselných vedľajších produktov, napríklad plynov pri výrobe železa a ocele, rafinérského plynu v rafinériách, alebo odpadu v celulózovom priemysle, čo nie sú obchodovateľné komodity.

78. **V strednodobom horizonte dopyt po kúrení rastie a potom sa do roku 2050 zmierni súčasne s posilnením energetickej efektívnosti.** Dopyt po distribuovanom teple (diaľkové kúrenie) v referenčnom scenári v strednodobom horizonte mierne stúpa ako súčasť rastúceho trendu celkovej energetickej spotreby v budovách. V dlhodobom horizonte dopyt po distribuovanom teple mierne klesá, keďže pokrok v energetickej efektívnosti znižuje celkový dopyt po energii a časť budov sa v rastúcej miere elektrifikuje na účely vykurovania. V roku 2015 závody na kogeneráciu pokrývali takmer 60 percent dopytu po teple;

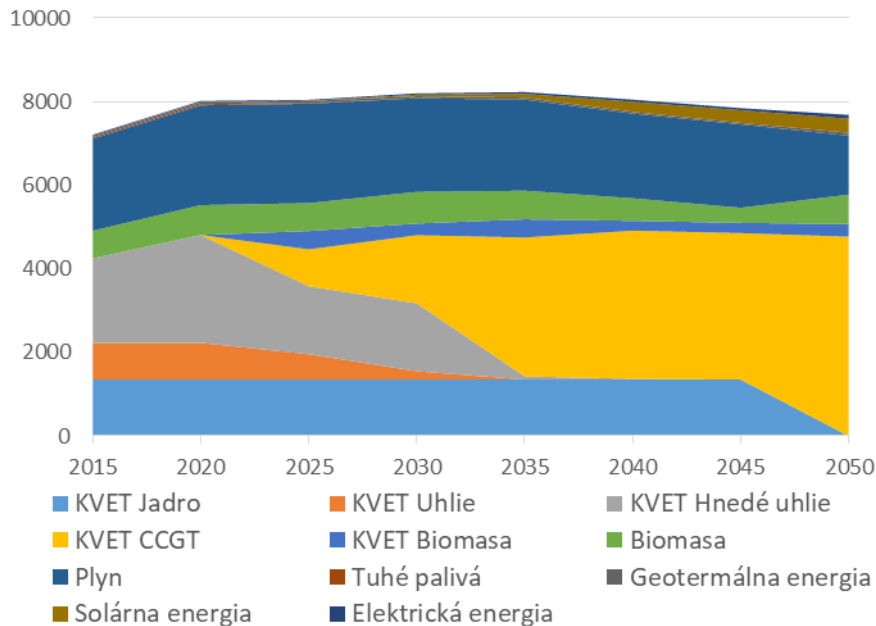


sú konkurencieschopnejšie než kotly vyrábajúce len teplo z dôvodu hodnoty výroby elektriny. Výsledkom je, že trhový podiel kombinovanej výroby elektriny a tepla (KVET) má v referenčnom scenári stúpajúci trend v celom výhľadovom období (Obr. 24).

79. **V období referenčného scenára závody PPC nahrádzajú závody so spaľovaním fosílnych palív.** V roku 2015 sú hlavnými dodávateľmi tepla závody KVET na pevné palivo, kotly využívajúce zemný plyn a jadrová elektráreň Bohunice. Závody na pevné palivo sa vyradujú, ale kombinovaná výroba elektriny a tepla zostáva výnosná a štyri zo šiestich nových závodov PPC majú kogeneráciu. Kotly využívajúce zemný plyn si udržiavajú svoj podiel; kotly na biomasu nevykazujú významný prienik na trh z dôvodu neprítomnosti politik na podporu biomasy. Po roku 2035 sa objavuje výroba solárnych teplární v dôsledku vysokých cien ETS. Súčasne priemyselné závody KVET ďalej vyrábajú paru, po ktorej je vo výhľade dopyt stabilný alebo mierne klesá hlavne z dôvodu investícií do rekuperácie tepla a využívania vysoko účinných zariadení. Po roku 2035 sa stúpajúce ceny ETS taktiež pridávajú k faktorom spôsobujúcim pokles v dopyte po pare v energeticky náročných odvetviach priemyslu. Priemyselné závody KVET pokrývajú v celom výhľadovom období zhruba dve tretiny celkového dopytu po pare. Palivový mix závodov na kogeneráciu a parných kotlov pozostáva hlavne z plynu, biomasy a odpadu. Plynové vstupy zahŕňajú vlastný produkovaný plyn v niektorých odvetviach priemyslu. Výhľad zobrazuje významný nárast používania biomasy a odpadu na výrobu pary v priemysle z dôvodu zvyšujúcich sa cien ETS (Obr. 24).

Obr. 24. Výroba tepla podľa typu zariadenia, 2015-2050, v GWh

Celkový dopyt po kúrení stúpa a potom sa zmierňuje, zatiaľ čo závody PPC nahrádzajú iné palivá

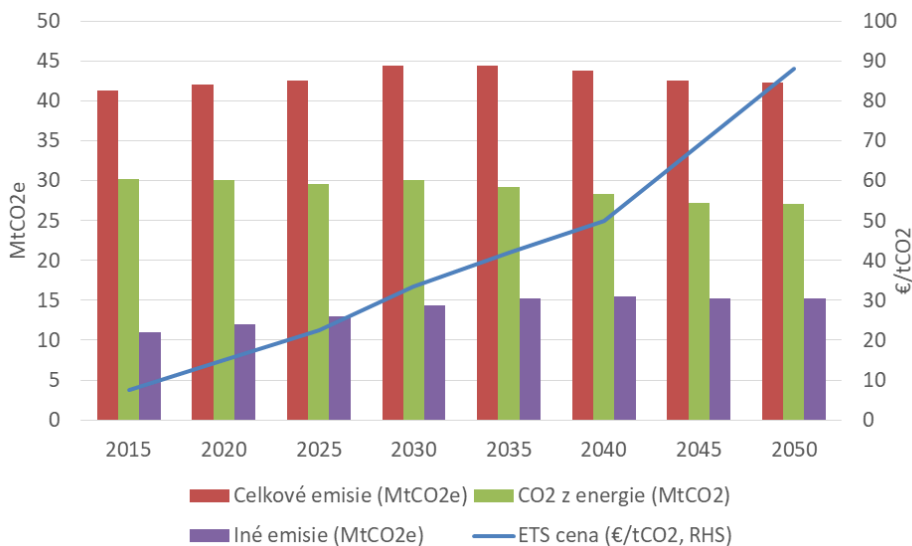


Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.



80. **Bez podporných politík po roku 2020 nebude cena ETS postačovať ako stimul významného znižovania celkových emisií skleníkových plynov.** ETS funguje za podmienky mechanizmu Rezervy stability trhu až do roku 2050 a trvalo rastúca cena ETS má silný vplyv na sektory ETS (výroba elektriny, dodávky tepla a energeticky náročné odvetvia priemyslu). Vývoj cien ETS spôsobuje značné zníženie emisií v týchto sektoroch v celom období po roku 2020. Avšak zatiaľ čo emisie zo sektorov ETS ďalej klesajú, emisie zo sektorov mimo ETS vo výhľadovom období rastú, čím spôsobujú, že do roku 2050 sa celkové emisie zmenia len málo (v roku 2050 o sedem percent nižšie v porovnaní s rokom 2015);¹⁶ kde kumulatívne emisie v období 2015-2050 sú asi 1000 Mt CO_{2e} (Obr. 25).

Obr. 25. Emisie a cena ETS, referenčný scenár, 2015 až 2050, v Mt CO_{2e} a EUR na tonu
Samotná cena ETS stimuluje v referenčnom scenári len malé zníženie celkových emisií



Poznámky: Všetky emisie sú celkové emisie skleníkových plynov bez LULUCF.

Zdroj: Výsledky modelu Slovak-CGE a výsledky modelu CPS.

¹⁶ Referenčný scenár EÚ 2016 predpokladá pokles v období 2015 až 2050 o 11 percent.



Kapitola 4 Scenáre politiky na splnenie klimatických záväzkov Slovenska

Súhrn

81. **„Zimný balík“ Európskej únie z roku 2016 na podporu prechodu na čistú energiu vyžaduje od členských štátov, aby si zvolili ciele pre energetickú efektívnosť a obnoviteľné zdroje energie a tieto ciele obhájili.** Slovensku môžu v tejto úlohe pomôcť modely CPS a Slovak-CGE. Pre Slovensko boli navrhnuté štyri scenáre dekarbonizácie ako kontrastujúce kombinácie cieľov energetickej efektívnosti a obnoviteľných zdrojov, ktoré reprezentujú kompromisy medzi cieľmi. Všetky štyri scenáre dekarbonizácie sa nevyhnutne zameriavajú na sektor energetiky a všetky zahŕňajú výstavbu nových kapacít na jadrovú výrobu energie pre Slovensko, s udržaním kľúčovej úlohy jadrovej energie vo výrobnom mixe. Na dosiahnutie zníženého dopytu po energii sú potrebné značné investície do energetickej efektívnosti v podnikoch aj domácnostiach.

82. **V dlhodobom horizonte môže prechod na nízkouhlíkové hospodárstvo podporiť o niečo vyšší HDP.** Môže však tiež viesť k nižšej spotrebe domácností, najmä pri prechode, kedy sú investície vyššie. Znížený dopyt po fosílnych palivách znižuje dovozné výdavky Slovenska. V rámci investícií, keď sa krajina bude snažiť urýchliť investovanie do dekarbonizácie, môže prísť k istému vytláčaniu neenergetických investícií. Štruktúra úhrnného dopytu sa v rámci všetkých scenárov mení a ovplyvňuje priemyselné výstupy; pritom zmeny v priemyselnej štruktúre hospodárstva spôsobujú prerozdelenie pracovnej sily a kapitálu v jednotlivých odvetviach. Predpokladá sa, že vláda zvýši dane alebo zníži transfery na zabezpečenie udržateľnosti vládneho rozpočtu počas prechodu na nízkouhlíkové hospodárstvo.

83. **Do roku 2050 sa predpokladá, že emisie ETS na Slovensku klesnú o asi dve tretiny oproti referenčnému scenáru, zatiaľ čo emisie mimo ETS klesnú približne o jednu štvrtinu.** Dekarbonizácia zahŕňa osobitné politiky. Vo všetkých scenároch je významný tlak sektora dopravy na zlepšenie energetickej efektívnosti. Boli posúdené štyri kombinácie politík (vytvorenie štyroch scenárov dekarbonizácie). Až do roku 2030 je najdôležitejšou oblasťou pre politiku na Slovensku obnova budov. Všetky scenáre politiky preukazujú zhruba rovnakú úroveň zníženia emisií. Spotreba energie v scenároch politiky v porovnaní s referenčným scenárom významne klesá a klesajúci trend sleduje aj v priebehu času. Od scenára politiky Dkarb4 až po Dkarb1 sa postupne zintenzívňuje znižovanie konečného dopytu po energii, v dôsledku zavádzania dodatočných politík podporujúcich zlepšenia v oblasti energetickej efektívnosti. V strednodobom horizonte sa dopyt po elektrine zvyšuje nižšou rýchlosťou než v referenčnom scenári. V strednodobom horizonte politiky obnoviteľných zdrojov umožňujú prienik závodov na biomasu do energetického mixu, čím sa nahrádza výroba s využitím PPC. Scenáre sa líšia svojím vplyvom na energetický systém Slovenska, ale ich makroekonomické vplyvy sú v priebehu času podobné okrem odlišných investícií v neskorších rokoch. V rokoch 2025-2035 stúpne HDP oproti základu o približne 0,5 až 1,0 % a v období 2040-2050 o 3-4%. Okrem toho budú prítomné významné vplyvy na štruktúru hospodárstva. Všetky štyri scenáre zahŕňajú zníženie spotreby (o tri až šesť percent v porovnaní s referenčným scenárom v období 2040-2050). Nakoniec má dekarbonizácia rôzne vplyvy na odvetvia priemyslu.

Definície scenárov

84. **Na základe „Zimného balíka“ z roku 2016 si Slovensko musí zvoliť ciele pre energetickú**



efektívnosť a obnoviteľné zdroje a tieto ciele obhájiť a v tejto úlohe môžu pomôcť modely CPS a Slovak- CGE. Členské štáty musia EÚ predložiť svoje ciele a súvisiace politické nástroje, ktoré by stimulovali dosiahnutie týchto cieľov. Okrem toho musia členské štáty predložiť aj posúdenie vplyvov týchto politických nástrojov. Na národnej úrovni je možné prijať rôzne kombinácie cieľov, so zodpovedajúcimi politickými nástrojmi. Tieto kombinácie cieľov tvoria scenáre, ktoré možno analyzovať pomocou modelov CPS a Slovak- CGE, čo sú nástroje špecificky vyvinuté na podporu budúcich národných podaní v rámci balíka. Scenáre politik zahŕňajú spôsoby dosiahnutia rôznych kombinácií cieľov efektívnosti, obnoviteľných zdrojov a znižovania emisií v roku 2030. Scenáre politik taktiež zvažujú dosiahnutie cieľa EÚ zníženia emisií do roku 2050.

85. Pre Slovensko boli navrhnuté štyri analyzované scenáre dekarbonizácie ako kontrastujúce kombinácie cieľov energetickej efektívnosti a obnoviteľných zdrojov, ktoré reprezentujú kompromisy medzi cieľmi. Všetky scenáre zahŕňajú účasť Slovenska v ETS, pričom každý scenár rozlišuje ich ciele pre obnoviteľnú energiu a energetickú efektívnosť. Na účely ilustrácie kompromisov sa ambiciózny cieľ energetickej efektívnosti kombinuje s nízkym cieľom obnoviteľných zdrojov (Dekarbonizácia 1); tiež sa analyzujú stredné ciele pre obnoviteľné zdroje a energetickú efektívnosť (Dekarbonizácia 2); nízky cieľ energetickej efektívnosti a ambiciózny cieľ obnoviteľných zdrojov (Dekarbonizácia 3) a mierny cieľ energetickej efektívnosti a veľmi ambiciózny cieľ obnoviteľných zdrojov (hlavne pre elektrinu) (Dekarbonizácia 4). V rámci návrhu každý scenár dosahuje podobné zníženie emisií skleníkových plynov (Tabuľka 5) a podobné celkové náklady energetického systému. (Pozri Prílohu 1, kde je uvedené netechnické vysvetlenie scenárov politik).

Tabuľka 5. Kľúčové ciele politik a výsledky podľa scenárov politik

Scenáre dekarbonizácie sa líšia cieľmi pre obnoviteľné zdroje a energetickú efektívnosť

Ukazovateľ	2015	2020	2030				
			Referenčný	Dkarb1	Dkarb2	Dkarb3	Dkarb4
Celkové emisie CO ₂ zo spaľovania (% zmena oproti roku 2005)	-27,29	-27,75	-27,81	-39,02	-40,80	-40,59	-41,48
Sektory ETS, emisie CO ₂ z energetiky (% zmena oproti roku 2005)	-30,78	-34,88	-38,40	-50,58	-53,46	-53,51	-54,99
Sektory mimo ETS, emisie CO ₂ z energetiky (% zmena oproti roku 2005)	-21,39	-15,71	-9,91	-19,49	-19,42	-18,77	-18,66
Celkový podiel OZE (%)	14,03	14,49	14,34	16,33	18,91	19,83	21,85
Podiel OZE-H&C (%)	14,16	13,24	14,04	16,89	20,65	22,07	19,55
Podiel OZE-E (%)	19,43	23,38	21,28	22,62	24,81	25,32	36,79
Podiel OZE-T (%)	8,26	10,05	10,20	11,49	11,74	11,80	13,12
Primárne úspory energie (%)	0,00	-20,16	-24,91	-30,32	-28,36	-27,25	-28,88

Poznámky: OZE-H&C sú zdroje obnoviteľnej energie pre kúrenie a chladenie. OZE-E sú obnoviteľné zdroje na výrobu elektriny. OZE-T sú obnoviteľné zdroje v doprave. Primárne úspory energie sa porovnávajú so základnými výhľadmi PRIMES 2007.

Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.

86. Modelovanie politik dekarbonizácie pre zvyšok EÚ sa realizuje podobným spôsobom. Pre zvyšok EÚ nie je možná rovnaká úroveň podrobného modelovania politik dekarbonizácie ako pre Slovensko



(pretože model CPS pokrýva len Slovensko). Náklady na politiky sú vkladané prostredníctvom ceny ETS CO₂, spoločnej pre všetky krajiny EÚ. Rozdiel je ten, že odozva na takúto uhlíkovú daň sa modeluje menej explicitne a podrobne než v modeli CPS, t.j. s použitím prístupu k modelovaniu zhora nadol pre náhradu medzi palivami alebo kapitálom a energiou. Boli zavedené zníženia emisií v sektoroch mimo ETS pre krajiny iné ako Slovensko, v modeli boli použité zjednodušeným spôsobom zavedením emisnej dane pre tieto sektory (so sadzbou určenou endogénne modelom Slovak-CGE). Predpokladané zníženia emisií oproti referenčnému scenáru vychádzali z porovnania simulácií politik, ktoré vykonala Európska komisia s Referenčným scenárom EÚ 2016.¹⁷

87. **Uvádzané dva modely sú uplatnené koordinovaným spôsobom, pričom CPS poskytuje podrobné energetické výstupy pre model CGE.** Najprv sa rieši model CPS, aby preukázal vplyvy politik dekarbonizácie na sektor energetiky. Potom model CGE využíva výsledky CPS o energetickej náročnosti podľa sektorov a typov energie (kde sa náročnosť meria buď ako využívanie energie na jednotku pridanej hodnoty sektora alebo na jednotku HDP), o investíciách do výroby elektriny a tepla, o výrobnom mixe elektriny a tepla, o priemerných jednotkových nákladoch výroby elektriny a tepla, o investíciách do energetickej efektívnosti a využívaní energie podľa palív a podľa sektorov. Model Slovak-CGE taktiež využíva predpoklady CPS týkajúce sa ceny ETS CO₂, ktoré sú rovnaké vo všetkých scenároch dekarbonizácie, ale významne vyššie než tie v referenčnom scenári. Simulácia CGE ukazuje, ako sa mení celková výroba podľa sektora, ale tieto zmeny výroby sa neprenášajú späť do modelu CPS (pretože výsledky už boli podobné). V dôsledku toho úrovne dopytu po energii v modeloch CPS a CGE nie sú rovnaké, hoci je energetická náročnosť rovnaká (a to isté platí pre emisie). Týmto spôsobom simulácie CGE ukazujú, ako hospodárstvo reaguje na otrasy v dôsledku zmien nákladov na energiu a výberu energetických technológií (stimulované cenami uhlíka a inou reguláciou).

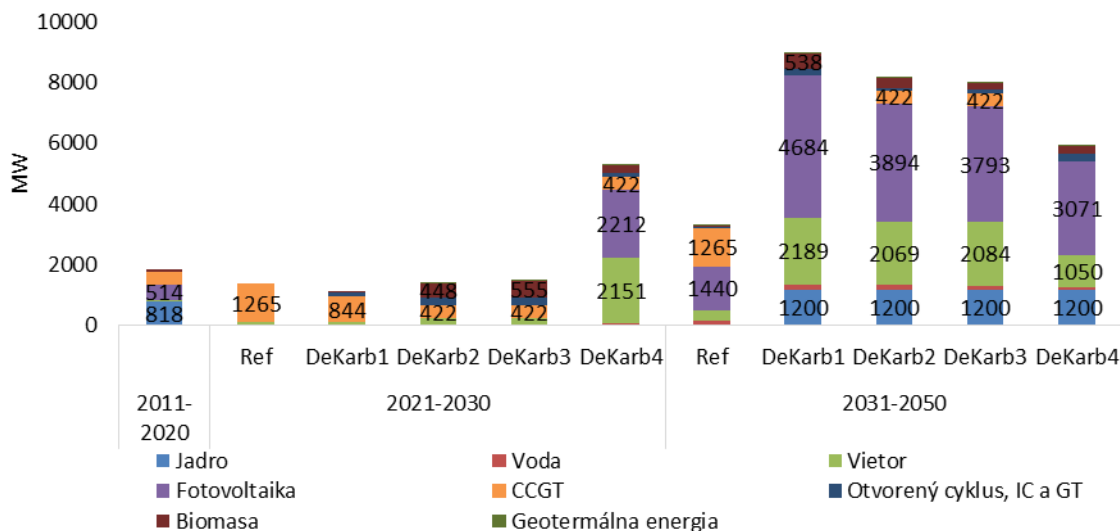
Hlavné zistenia

88. **Všetky štyri scenáre dekarbonizácie zahŕňajú výstavbu nových kapacít na jadrovú výrobu energie pre Slovensko, s udržaním dôležitosti jadrovej energie vo výrobnom mixe.** V porovnaní s referenčným scenárom, tieto investície do jadra vytlačujú investície do PPC. Štyri scenáre dekarbonizácie sa líšia rozsahom, v akom do výrobného mixu vstupujú obnoviteľné zdroje energie. Dôležitosť obnoviteľných zdrojov energie sa od Dekarbonizácie 1 po Dekarbonizáciu 4 zvyšuje. Najmä Dekarbonizácia 4 sa zameriava na dosahovanie cieľa obnoviteľných zdrojov prostredníctvom sektora elektrickej energie a výsledkom je väčší prienik obnoviteľných zdrojov energie, najmä vetra. (Obr. 26).

¹⁷ Simulácie politik, ktoré boli použité pre zvyšok EÚ, boli scenáre EUCO. Európska komisia vytvorila v roku 2016 dva základné scenáre politik, EUCO27 a EUCO30, s použitím modelu PRIMES, kde východiskom bol Referenčný scenár EÚ 2016. Scenáre EUCO zahŕňajú dosiahnutie cieľov v oblasti energetiky a klímy pre rok 2030 a 27 % alebo 30 % cieľ energetickej efektívnosti. ec.europa.eu/energy/en/data-analysis/energy-modelling.



Obr. 26. Novo inštalovaný elektrický výkon, podľa scenára, 2011-2050, v čistých MW
Investície do elektrického výkonu v scenároch politik sa odlišujú od referenčného scenára veľkosťou a skoršou solárnou FV



Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.

89. **Na dosiahnutie zníženého dopytu po energii sú potrebné značné investície do energetickej efektívnosti v podnikoch aj domácnostiach.** V priemysle, napríklad v ťažkej priemyselnej výrobe, to zahŕňa zameranie na najlepšie dostupné techniky prostredníctvom investovania do rekuperácie tepla, spracovania a nových zariadení. U terciárneho sektoru (napr. sektor služieb) to hlavne zahŕňa obnovu budov (t.j. zlepšená izolácia). Domácnosti realizujú významnú obnovu budov na dosiahnutie cieľov pre rok 2030, zatiaľ čo v období po roku 2030 je tu silný nástup elektromobilov a áut s palivovými článkami, ktoré nahrádzajú autá so spaľovacím motorom. Vo všetkých scenároch je prítomná hlavne elektrifikácia sektoru dopravy, keďže je stimulovaná politikami na úrovni EÚ. Ambiciózny cieľ energetickej efektívnosti Dekarbonizácie 1 v porovnaní s ostatnými scenármi sa odrazí na vyššej úrovni investícií do obnovy budov domácnosťami a terciárnym sektorom, ako aj na vyššej úrovni investícií do rekuperácie tepla v priemysle (*Tabuľka 6*).



Tabuľka 6. Investície podľa subsektora alebo typu, podľa scenárov, 2015, 2030 a 2050, v mil. EUR a tis. vozidiel

Obnova, priemyselná rekuperácia tepla a elektrifikácia dopravy umožnia Slovensku splniť jeho ciele energetickej efektívnosti

	2015	2030					2050				
		Scenár dekarbonizácie:					Scenár dekarbonizácie:				
		Ref	1	2	3	4	Ref	1	2	3	4
Investície (mil. €)											
Rekuperácia tepla	-	115	954	292	116	85	126	1178	984	847	809
Spracovanie	970	1555	1457	1470	1488	1490	1957	2234	2197	2198	2202
Zariadenia a spotrebiče	3429	7811	7865	7855	7856	7850	9811	9704	9698	9697	9702
Obnova budov domácnosťami	-	205	295	829	485	580	223	6033	2795	1256	1584
Obnova budov v terciárnom sektore	-	257	3971	832	582	727	285	3498	1511	996	813
Osobné autá (tis. vozidiel)											
Elektrické autá	-	37	56	56	56	56	211	1641	1646	1643	1644
Autá s palivovým	-	0	0	0	0	0	73	350	347	350	347
Hybridné autá	-	69	99	99	99	99	263	371	370	371	370
Autá ICE	1754	2409	2357	2357	2357	2357	2561	1211	1211	1209	1212

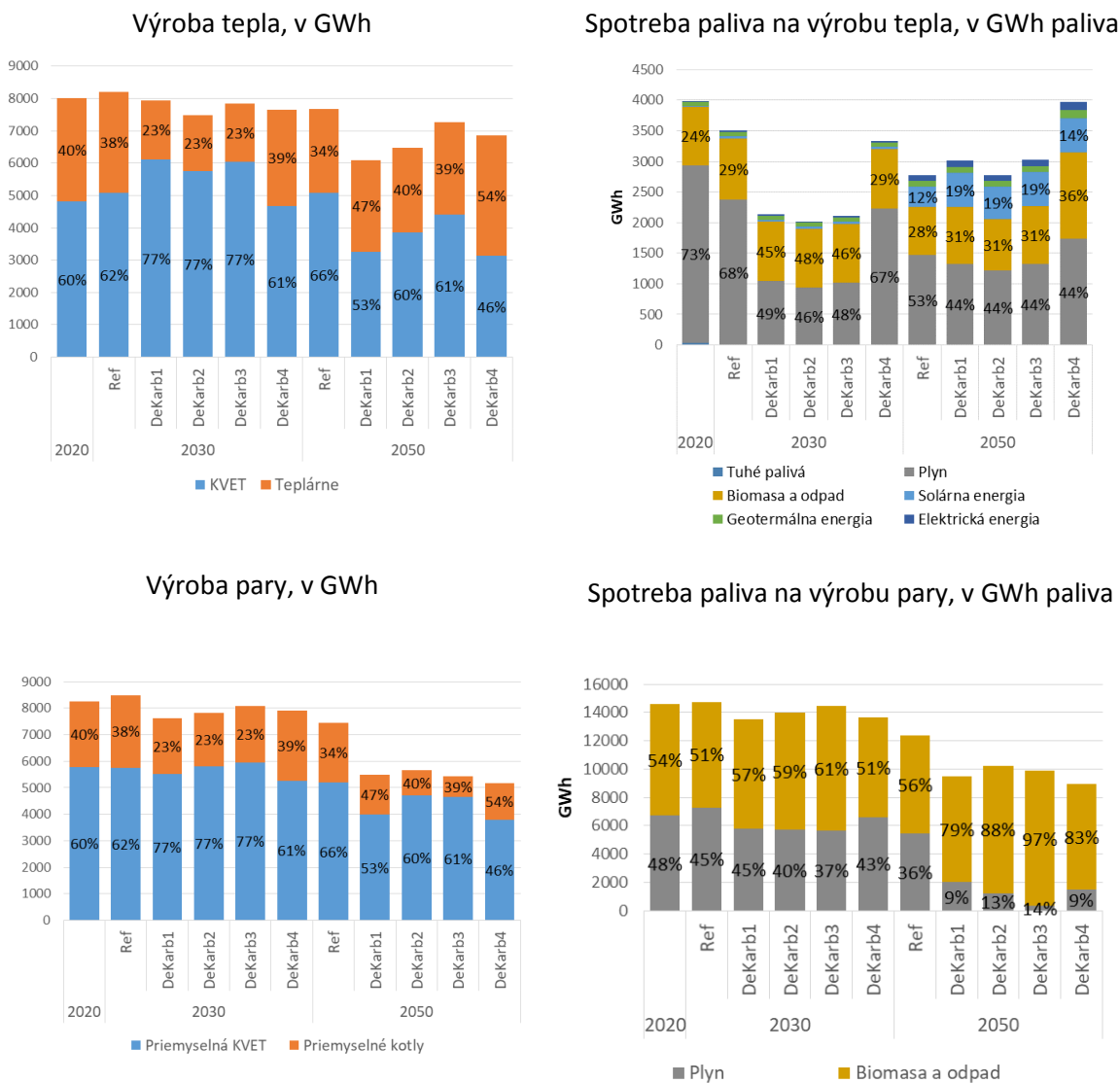
Poznámka: ICE sú osobné autá so spaľovacím motorom. Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.

90. **Vo všetkých scenároch politik dopyt po teple a pare klesá vďaka stále rastúcej energetickej efektívnosti.** Dopyt po distribuovanom teple z hľadiska podielov si udržiava svoju pozíciu. Ponuka distribuovaného tepla musí byť v súlade s rastúcimi cenami uhlíka v ETS a plniť očakávania z hľadiska cieľov obnoviteľných zdrojov. Technológia kogenerácie je efektívnejšia než kotly, preto výhľad v scenároch politik je, že závody KVVET na výrobu tepla budú mať aj naďalej významné miesto v dodávke tepla. V rastúcej miere však zmenia palivá smerom k obnoviteľným zdrojom a najmä biomase. V scenároch sa objavujú nové technológie čistej výroby tepla, napríklad elektrické kotly, vysokoteplotné tepelné čerpadlá a geotermálna energia. Podobne aj pri dodávkach priemyselnej pary si kogenerácia udržiava svoj podiel, ale mení palivo v prospech biomasy. Vlastná výroba elektriny v priemysle je z dlhodobého hľadiska menej konkurencieschopná než za súčasných podmienok, keďže výroba elektriny, ktorá podlieha vysokým cenám ETS, sa transformuje smerom k využívaniu OZE a jadra, pričom tlačí na znižovanie cien priemyselnej elektriny. Takto z dlhodobého hľadiska výroba priemyselnej pary klesá a silne sa posúva smerom ku kotlom na biomasu (Obr. 27).



Obr. 27. Výroba tepla a pary, úrovně a podíly podľa výrobného zdroja a podľa paliva, podľa scenárov, 2020, 2030, 2050

Vo všetkých scenároch sa zvyšuje využívanie biomasy vo výrobných technológiách tepla a pary a nových technológiách čistej výroby tepla



Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.

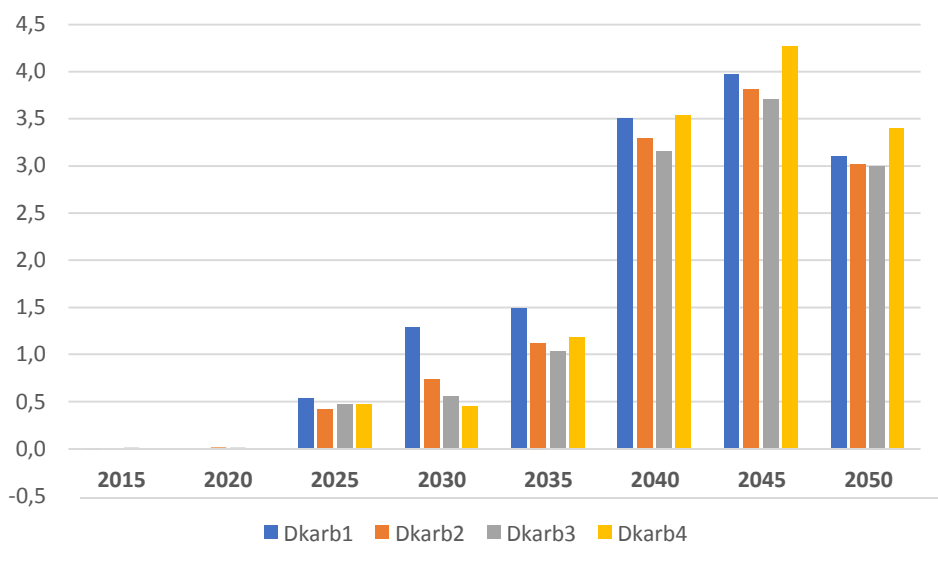
91. **Prechod na nízkouhlíkové hospodárstvo môže z dlhodobého hľadiska potenciálne podporiť vyšší HDP, ale tiež by mohol viesť k nižšej spotrebe domácností.**¹⁸ Investície do energetickej efektívnosti znižujú náklady na energie a vedú k dlhodobým ziskom v produktivite hospodárstva. Tieto investície treba v krátkodobom až strednodobom horizonte financovať. V priemysle a terciárnych sektoroch sa tieto investície do energetickej efektívnosti

¹⁸ Vzhľadom na návrh modelu CGE by sa mali zmeny v reálnej súkromnej spotrebe považovať za zmeny v blahobyte. Ponuka pracovnej sily je exogénna, takže voľný čas explicitne nie je súčasťou funkcie spotreby. Okrem toho je vo všetkých scenároch pevne stanovená verejná spotreba.



prenášajú na spotrebiteľov ich produktov vo forme vyšších cien. Domácnosti efektívne financujú obnovu budov svojich domovov prostredníctvom zníženia spotreby. Domácnosti pocítia aj náklady na elektrifikáciu v sektore dopravy, ale to nevedie priamo k zníženiu spotreby. Domácnosti skôr nahradia svoje vozidlá so spaľovacím motorom (ICE) buď elektromobilmi alebo vozidlami s palivovým článkom (Tabuľka 6). Na domácnosti majú však vplyv aj vyššie ceny prenášané podnikmi na účely náhrady nákladov na investície do energetickej efektívnosti. Preto všetky štyri scenáre zahŕňajú zníženie spotreby (o tri až šesť percent v porovnaní s referenčným scenárom v období 2040-2050). Pokles spotreby domácností je najväčší v Dekarbonizácii 1, keďže tento scenár zahŕňa ambiciózne cieľ pre energetickú efektívnosť, ktorý si vyžaduje najväčšie investície. Investície potrebné na zlepšenie energetickej efektívnosti presahujú najmä objem investícií potrebných vo výrobe elektriny. V rokoch 2025-2035 stúpe HDP oproti základu o približne 0,5 až 1,0 % a v období 2040-2050 o 3-4% (Obr. 28, Obr. 29, Obr. 30).

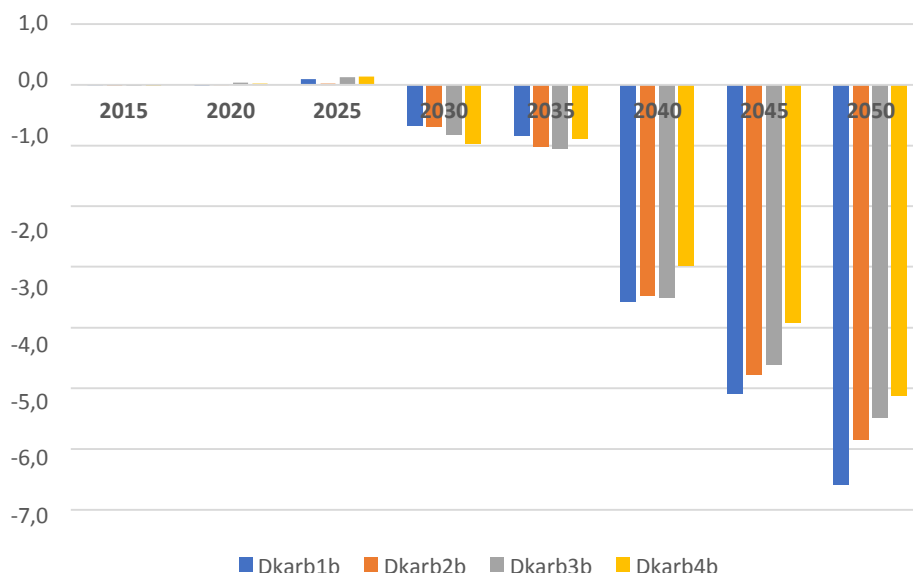
Obr. 28. HDP, podľa scenára politik, 2015-2050, v % zmeny oproti referenčnému scenáru
Vplyv HDP je v strednodobom horizonte pozitívny pre Dekarb1 a v dlhodobom horizonte pre všetky scenáre politik



Zdroj: Výsledky modelu Slovak-CGE.



Obr. 29. Súkromná spotreba, podľa scenára politik, 2015-2050, v % zmeny oproti referenčnému scenáru
Spotreba sa zníži podľa všetkých scenárov politik



Zdroj: Výsledky modelu Slovak-CGE.

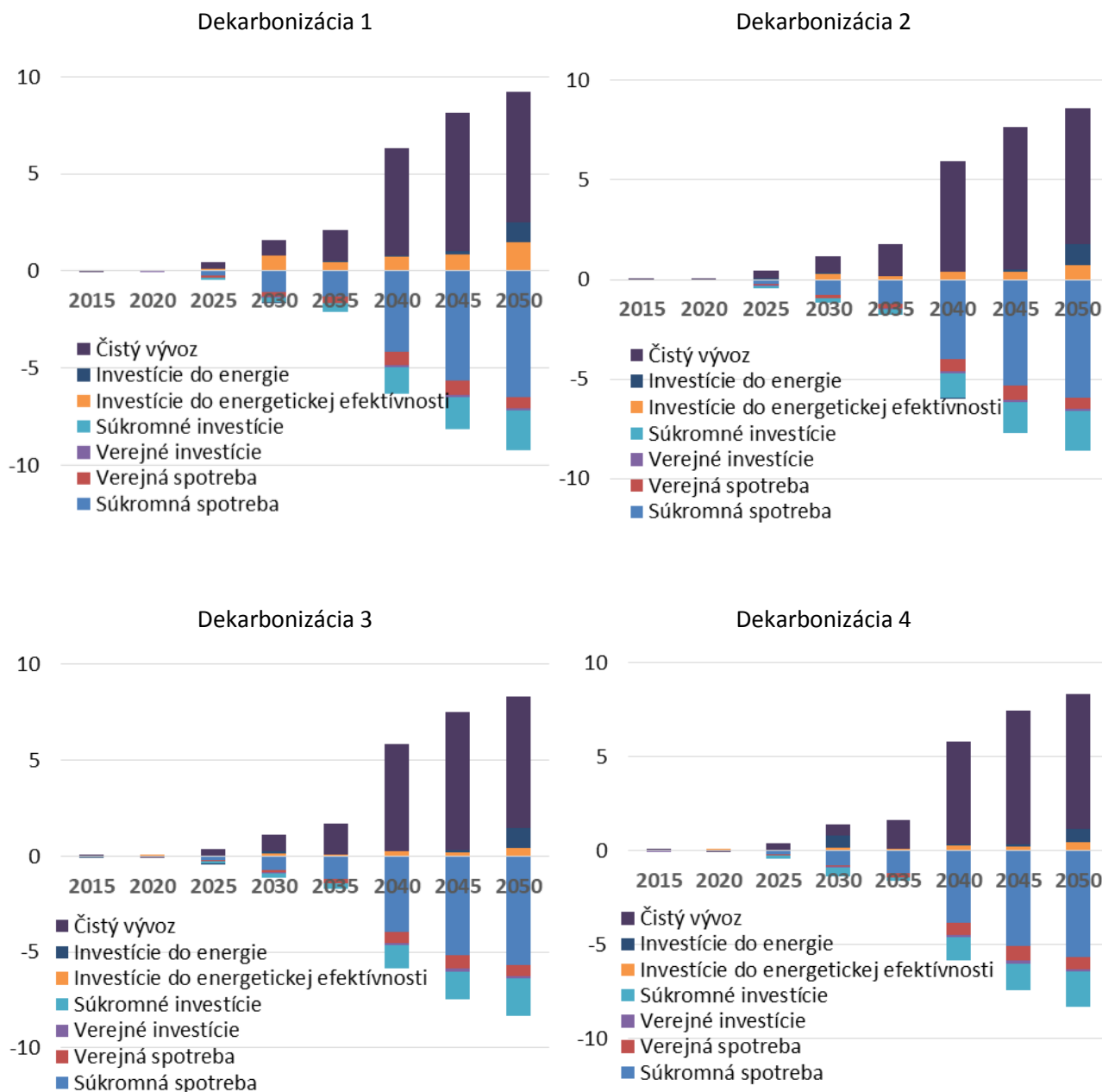
92. **Znížený dopyt po fosílnych palivách znižuje dovozné výdavky Slovenska, avšak zhoršujú sa aj podmienky obchodu.** Zhoršené podmienky obchodu znamenajú, že z makroekonomického hľadiska treba použiť viac faktorových zdrojov pre exportné činnosti na výmenu za dané množstvo dovážaného tovaru. Následne dovoz ďalej klesá, zatiaľ čo vývoz stúpa. Zvýšenie čistého vývozu v súvislosti s podmienkami zhoršenia obchodu „spotrebúva“ zisk HDP pochádzajúci zo zlepšenia produktivity (energetickej efektívnosti) a prispieva k poklesu súkromnej spotreby.

93. **Pokiaľ sa Slovensko zameria na investovanie do dekarbonizácie, môže dôjsť k istému vytlačaniu neenergetických investícií.** Investície do energetickej efektívnosti a do sektoru energetiky sú významné — od 0,3 do viac ako 2,0 percent HDP vo všetkých scenároch a rokoch. Zvýšenie cien v dôsledku kompenzácie nákladov firiem na investovanie do energetickej efektívnosti znižuje konkurencieschopnosť Slovenska a vplýva na ziskovosť firiem. Okrem toho pokles spotreby domácností znižuje dopyt, čím sa ziskovosť taktiež zbrzdí. Zníženie ziskovosti odradí zahraničných investorov od investovania do slovenského hospodárstva. Podobne aj investovanie do výroby elektriny vytlačí niektoré neenergetické investície.



Obr. 30. Podiely výdavkov na HDP, podľa scenára politik, 2015-2050, v % zmeny oproti referenčnému scenáru

Podiely čistého vývozu v dlhodobom horizonte rastú, viac, ako len mierou kompenzácie za zníženú spotrebu



Zdroj: Výsledky modelu Slovak-CGE.



94. **Zmeny v priemyselnej výrobe sú ovplyvnené posunom v štruktúre celkového dopytu.** Pokles spotreby znižuje dopyt po trhových službách (vrátane osobných služieb aj obchodných služieb¹⁹ a po službách dopravy. Podiel pridanej hodnoty trhových služieb je v roku 2050 v scenároch dekarbonizácie o 1,8 až 2,2 percentuálneho bodu nižšie než v referenčnom scenári. Dekarbonizácia nevedie k zníženej dôležitosti niektorých odvetví ťažkého výrobného priemyslu, ako je sektor výroby chemikálií, guma a plastov a železa a ocele. Odvetvie výroby železa a ocele zažíva vysoké extra investičné náklady, ktoré vedú k významnému nárastu cien a ropné rafinérie čelia nižšiemu dopytu po ropných palivách. Na druhej strane, v niektorých iných prípadoch – najmä v sektore farebných kovov – náklady na energetický systém vlastne klesajú v dôsledku politík dekarbonizácie, čo vedie k poklesu cien a zvýšeniu celkovej výroby. Okrem toho, zvýšené náklady na investície do energetickej efektívnosti v ťažkej priemyselnej výrobe sú zmierňované nižšími nákladmi na pracovné sily, ktoré súvisia s nižšími mzdami, alebo všeobecnejšie, s reálnymi odpismi, ktoré budú v slovenskom hospodárstve v dôsledku politík dekarbonizácie. Výroba motorových vozidiel si udržiava dôležitosť v slovenskom hospodárstve vo všetkých štyroch scenároch. Implicitným predpokladom je, že slovenský priemysel výroby motorových vozidiel by sa v súlade s dopytom posunul smerom k výrobe elektrických vozidiel. Domácnosti a sektor dopravy kupujú elektrické vozidlá namiesto tradičných motorových vozidiel, preto podiel pridanej hodnoty tohto priemyslu je v referenčnom scenári a scenároch politík stabilný. Výsledky odvetví priemyslu, ktoré dodávajú tovar pre investície, sú pomerne zmiešané. V scenári dekarbonizácie, ktorý obsahuje podstatné investície do obnovy budov, sa rozširuje sektor výstavby. Výstavba je posilňovaná obnovou budov zo strany domácností aj podnikov. Vo zvyšných scenároch však vytlačanie súkromných investícií preváži vzostup z investícií súvisiacich s dekarbonizáciou (Tabuľka 7).

Tabuľka 7. Podiely pridanej hodnoty v HDP, podľa sektorov a scenárov politík, 2030 a 2050, v % zmeny oproti referenčnému scenáru
Priemysel reaguje na zmenenú štruktúru HDP

Zmena podielu pridanej hodnoty (v p.b.) podľa scenára	2030				2050			
	Dekarb1	Dekarb2	Dekarb3	Dekarb4	Dekarb1	Dekarb2	Dekarb3	Dekarb4
Poľnohospodárstvo	0,01	0,06	0,07	0,03	0,08	0,11	0,11	0,08
Energia	-0,06	0,17	0,26	0,61	0,97	1,02	1,04	1,06
Iná výroba	-0,03	-0,04	-0,05	-0,08	0,75	0,78	0,80	0,84
Chemikálie, guma,	0,08	0,04	0,02	0,10	-0,24	-0,23	-0,22	-0,23
Nekovové nerasty	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	0,11	0,11	0,11
Železo a oceľ	0,03	0,01	0,00	0,04	-0,18	-0,16	-0,14	-0,15
Farebné kovy	0,02	0,02	0,01	0,01	0,15	0,15	0,15	0,14
Motorové vozidlá	-0,07	-0,05	-0,04	-0,11	0,25	0,22	0,22	0,24
Zariadenia	0,00	0,02	0,04	-0,05	0,17	0,17	0,17	0,17
Výstavba	0,38	0,08	0,01	0,06	0,62	0,22	0,06	0,01
Doprava	-0,01	-0,01	-0,01	-0,05	-0,41	-0,39	-0,39	-0,39
Netrhové služby	-0,03	-0,03	-0,03	-0,05	-0,03	-0,02	-0,01	-0,04
Trhové služby	-0,33	-0,28	-0,30	-0,52	-2,22	-1,98	-1,90	-1,83

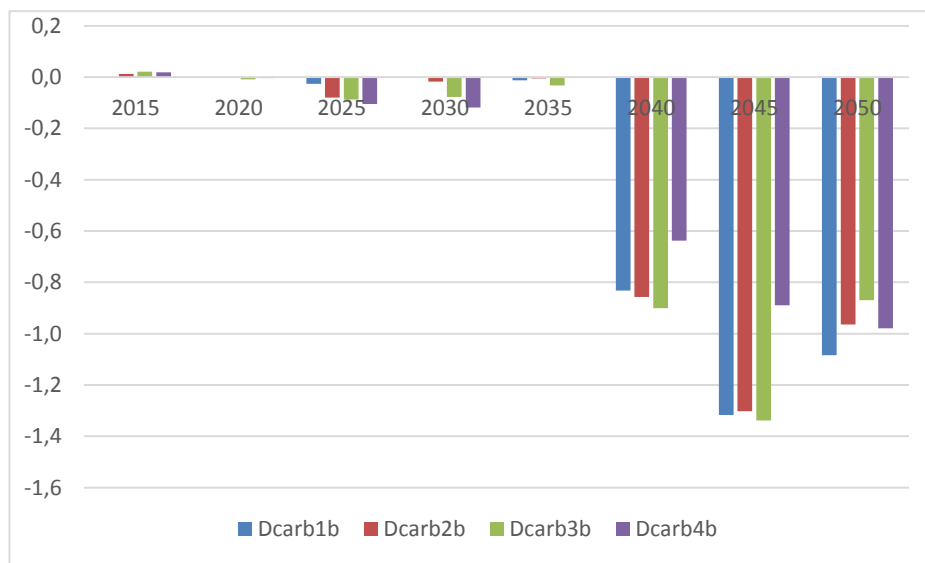
Zdroj: Výsledky modelu Slovak-CGE.

¹⁹ Obchodné služby korešpondujú s maloobchodnými alebo veľkoobchodnými maržami.



95. **Zmeny v štruktúre priemyslu hospodárstva vedú k prerozdeleniu pracovných síl v rôznych odvetviach priemyslu.** Ako možno očakávať, sektory, ktoré sa rozširujú (hlavne priemysel orientovaný na vývoz a odvetvia dodávajúce tovar pre investície), priťahujú ďalšie pracovné sily, zatiaľ čo znižujúce sa sektory (hlavne odvetvia vyrábajúce spotrebný tovar) pracovné sily uvoľňujú. Avšak nie všetci pracovníci, ktorí sa stanú nadbytočnými v znižujúcich sa sektoroch, si dokážu nájsť prácu v rozširujúcich sa sektoroch, čo vedie k rastu nezamestnanosti. Celkovo sa zdá, že štrukturálna zmena hospodárstva ako reakcia na politiky dekarbonizácie bude pre súhrnný dopyt po pracovnej sile negatívna. Z krátkodobej perspektívy (z dôvodu oneskorenej úpravy miezd) sa znížený dopyt po pracovnej sile prevedie hlavne na nižšiu zamestnanosť. Z dlhodobej perspektívy sa to prevedie hlavne na nižšie mzdy. Posledné menované vplyvy sú zásadné a dominujú, hlavne ku koncu výhľadového obdobia (*Obr. 31, Obr. 32*).

Obr. 31. Celková zamestnanosť, podľa scenára politik, 2015-2050, v % zmeny oproti referenčnému scenáru
Pracovné sily sa presúvajú do rozširujúcich sa sektorov, ale nezamestnanosť stúpa

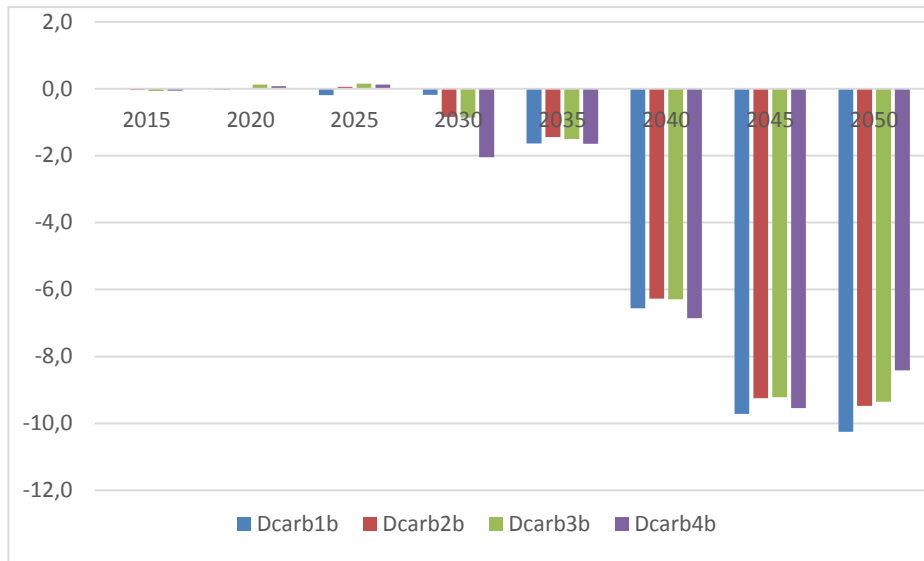


Zdroj: Výsledky modelu Slovak CGE



Obr. 32. Reálne mzdy, podľa scenára politik, 2015-2050, v % zmeny oproti referenčnému scenáru

Mzdy v dlhodobom horizonte klesajú súbežne s úpravou pracovného trhu



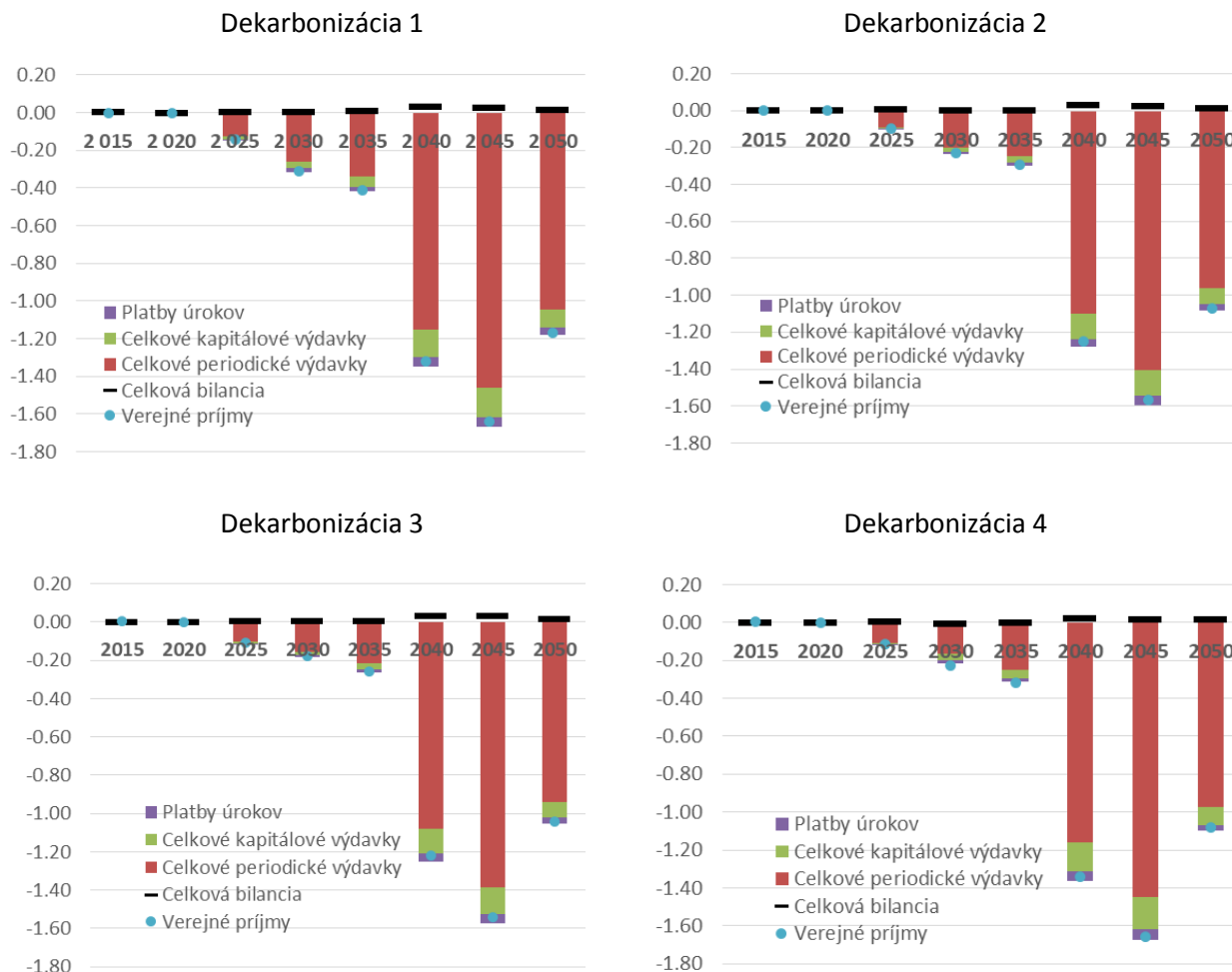
Zdroj: Výsledky modelu Slovak CGE

96. **Predpokladá sa, že vláda zvýši dane alebo zníži transfery na zabezpečenie udržateľnosti vládneho rozpočtu počas prechodu na nízkouhlíkové hospodárstvo.** Výsledkom bude, že celkové saldo rozpočtu verejných financií zostane vo všetkých scenároch zhruba nezmenené. Ďalšou možnosťou by pre vládu bolo financovanie akéhokoľvek schodku prostredníctvom deficitov, ale táto možnosť tu nebola modelovaná. V každom prípade by zvýšenie verejného dlhu nakoniec muselo byť splatené prostredníctvom vyššieho zdanenia alebo nižších výdavkov. Prechod na nízkouhlíkové hospodárstvo vedie k nižšiemu výberu príjmov z nepriamych daní (napríklad DPH) a faktorových daní (vrátane príspevkov na sociálne zabezpečenie). Výber príjmov z nepriameho zdanenia klesá v dôsledku zníženia spotreby domácností, zatiaľ čo príjmy z faktorových daní klesajú v dôsledku nižšieho objemu miezd. Model nedefinuje, aká konkrétna zmena zdanenia alebo transferového systému sa ukladá na neutralizáciu vplyvu na rozpočet, okrem toho, že je to (alebo je to takmer) nedeformujúci nástroj (paušálna suma). Tento aspekt modelu Slovak-CGE je zjednodušujúcim predpokladom, ktorý zabezpečuje, že výsledky modelu sú o politikách zmierňovania a nie o vládnych deficitoch (Obr. 33).



Obr. 33. Saldo vládneho rozpočtu podľa zložiek rozpočtu a scenárov politik, 2015-2050, v % zmeny HDP oproti referenčnému scenáru

Príjmy z nepriamych a faktorových daní klesajú



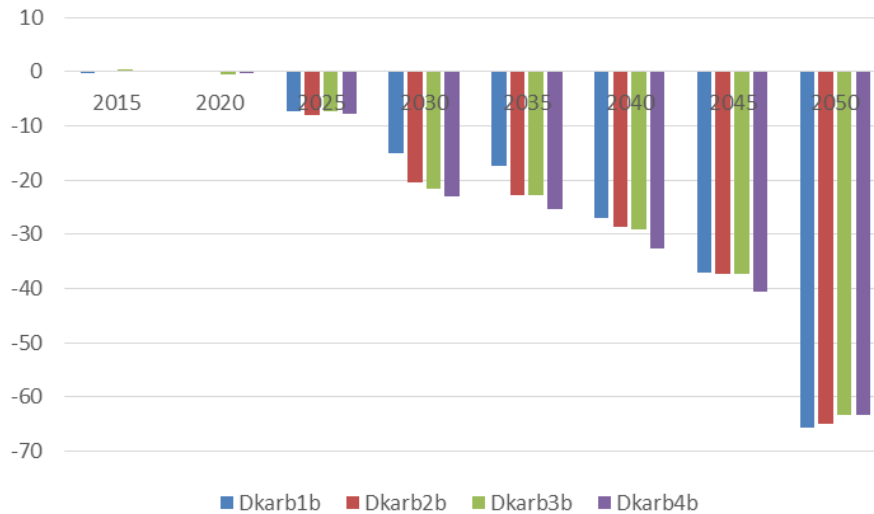
Zdroj: Výsledky modelu Slovak-CGE.

97. **Emisie ETS na Slovensku do roku 2050 klesnú asi o 55 percent v porovnaní so základom, zatiaľ čo emisie mimo ETS klesnú o 28 až 31 percent v porovnaní so základom.** Správa o emisiách skleníkových plynov kombinuje výsledky z energetického modelu CPS a makro modelu CGE. Model CPS má najpodrobnejší prístup k emisiám CO₂ z energetického spaľovania, zatiaľ čo model CGE zahŕňa plyny okrem CO₂ (metán, oxid dusný a fluórované plyny), ako aj emisie CO₂ z iných zdrojov, než je spaľovanie (konkrétne, emisie z procesu pri výrobe cementu). Ani jeden model nezahŕňa iné emisie CO₂ (z priemyselných procesov), preto je na zosúladienie výsledkov modelovania so skutočnými emisiami skleníkových plynov v roku 2015 zahrnutý faktor úpravy pre tieto a iné odchýlky. Emisie ETS sú odhadnuté ako kombinácia energetických emisií CO₂ (z modelu CPS), emisií iných než CO₂ (z modelu CGE) a faktor úpravy na zosúladienie so súhrmi pre rok 2015. Emisie mimo ETS sú odhadnuté ako kombinácia energetických emisií CO₂ (z modelu CPS) a emisií iných než CO₂ (z modelu CGE). Faktor úpravy na započítanie emisií z priemyselných procesov a iných odchýlok je vypočítaný pre rok 2015 na zosúladienie s aktuálnymi úhrmi a do budúcnosti sa odhaduje na základe celkovej výroby chemikálií, kovov a nerastov. Úprava predstavuje 6 až 13 % z



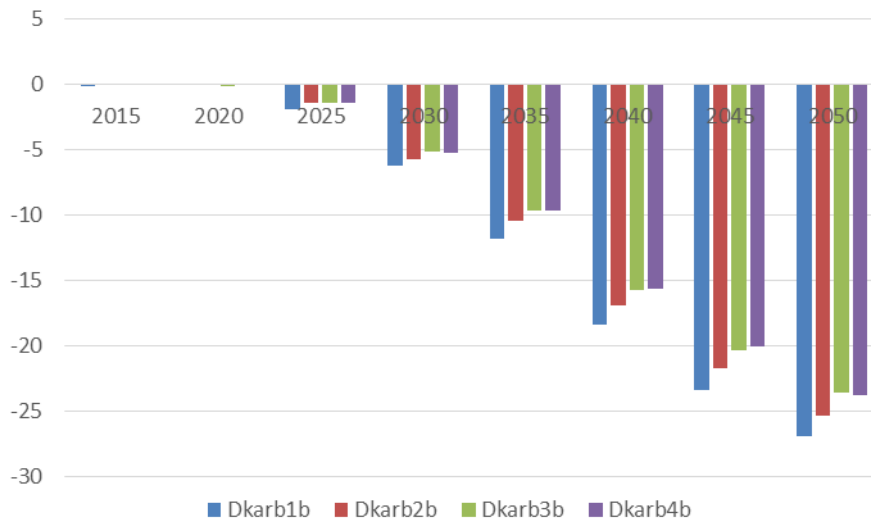
celkových emisií skleníkových plynov. Všimnite si, že CO₂ zodpovedá za takmer 98 zníženia emisií (v porovnaní so základom, v roku 2050) (Obr. 34, Obr. 35).

Obr. 34. Emisie ETS, podľa scenára politik, 2015-2050, v % zmeny oproti referenčnému scenáru
Emisie skleníkových plynov zo sektorov ETS vo všetkých scenároch politik prudko klesajú



Zdroj: Výsledky modelu Slovak-CGE a výsledky modelu CPS.

Obr. 35. Emisie mimo ETS, podľa scenára politik, 2015-2050, v % zmeny oproti referenčnému scenáru
Aj emisie skleníkových plynov zo sektorov mimo ETS sa významne znižujú



Zdroj: Výsledky modelu Slovak-CGE a výsledky modelu CPS.

98. **Veľmi vysoké ceny ETS a podporné politiky zmierňovania spôsobujú zníženie emisií súvisiacich s energetikou, zatiaľ čo ostatné emisie mierne stúpajú až do roku 2050.** (Obr. 36). Kombinovanie informácií z týchto dvoch modelov umožňuje presnejšie pochopenie vývoja v oblasti emisií skleníkových



plynov v rámci scenárov dekarbonizácie. Podľa scenára Dekarbonizácie 4 do roka 2050 klesnú emisie ETS v porovnaní s rokom 2015 o 54 percent, spôsobí to cena ETS, ktorá v roku 2050 dosiahne 380 EUR za tonu ekvivalentu oxidu uhličitého. Za rovnaké obdobie klesnú emisie mimo ETS o 28 percent (Obr. 36).

99. **Dekarbonizácia zahŕňa osobitné politiky a opatrenia na dosiahnutie cieľov energetickej efektívnosti alebo iných obnoviteľných zdrojov.** Energetickú efektívnosť podporuje:

- (i) Obnova (napr. izolácia budov);
- (ii) Predpisy o ekologickom projektovaní;
- (iii) Najlepšie dostupné techniky (BAT) v priemysle, napríklad vo výrobe železa a ocele, cementu a hliníka;
- (iv) Elektrifikácia dopravy a normy energetickej efektívnosti.

Cieľ obnoviteľných zdrojov sa dosiahne prostredníctvom:

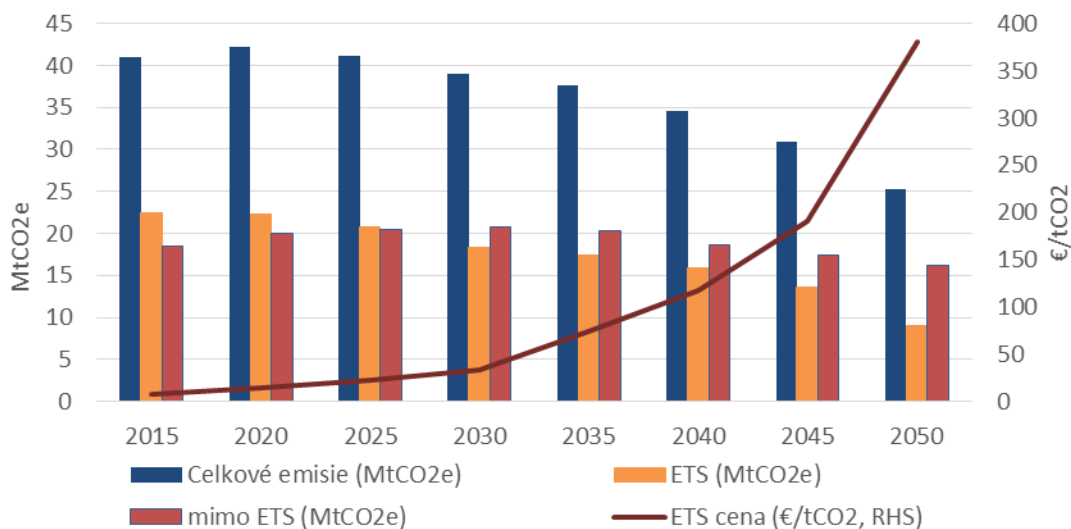
- (i) politík podporujúcich obnoviteľné zdroje v strednodobom horizonte, napríklad záväzné právne predpisy, infraštruktúra, jednoduchý prístup a pripojenia;
- (ii) významný nárast ceny ETS v dlhodobom horizonte.

100. **Vo všetkých scenároch je významný tlak sektora dopravy na zlepšenie energetickej efektívnosti** prostredníctvom:

- (i) noriem o CO₂ pre autá a dodávky, spolu s normami efektívnosti pre nákladné autá
- (ii) elektrifikácie dopravy
- (iii) zvýšeného využívania biopalív.

Obr. 36. Emisie a cena ETS, scenáre politik, 2015 až 2050, v Mt CO₂e a EUR na tonu

Podporné politiky a vysoká cena ETS stimulujú podstatné znížovanie emisií



Poznámka: Scenár Dekarbonizácie 4, ale ostatné scenáre politik sú podobné. Všetky emisie sú celkové emisie skleníkových plynov bez LULUCF.

Zdroj: Výsledky modelu Slovak-CGE a výsledky modelu CPS.

101. **Boli posudzované štyri kombinácie politik.** Stručný popis scenárov politik využíva skutočnosť, že



scenáre možno rozlíšiť podľa úsilia vynaloženého zo strany priemyslu a domácností v oblasti energetickej efektívnosti a prieniku obnoviteľných zdrojov.

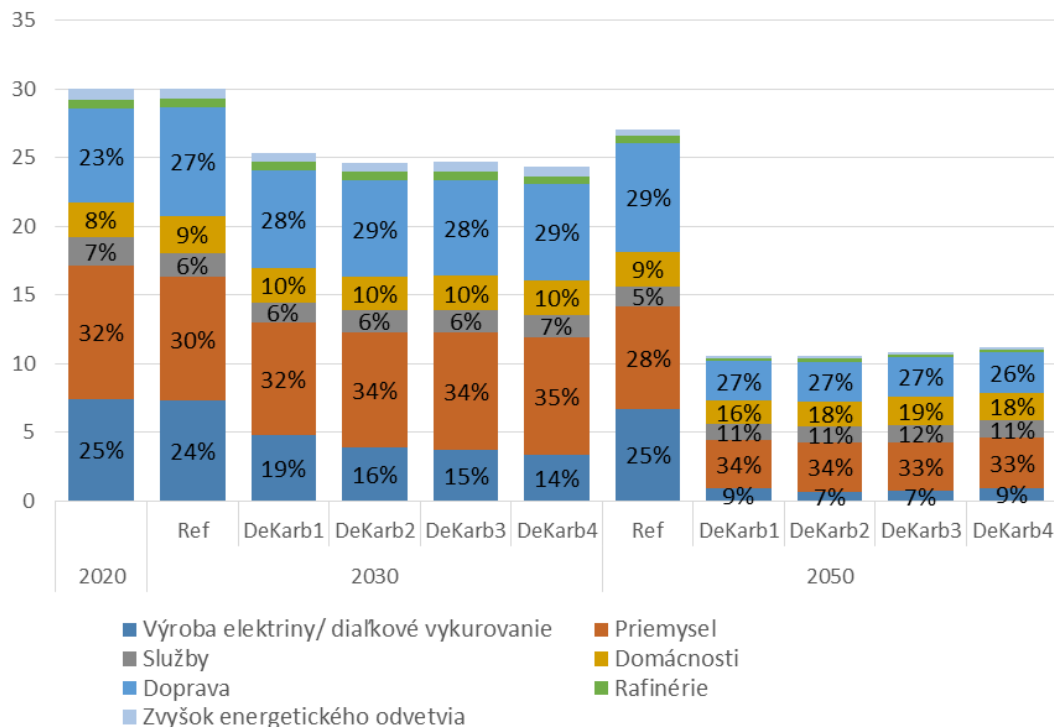
- (i) Dekarbonizácia 1: Zameranie na politiky energetickej efektívnosti, so silným nástupom zlepšenia energetickej efektívnosti zo strany priemyselných odvetví a obnova bývania zo strany domácností
- (ii) Dekarbonizácia 2: Vyvážené ciele pre obnoviteľné zdroje aj energetickú efektívnosť
- (iii) Dekarbonizácia 3: Zameranie na politiky obnoviteľných zdrojov, so silným nástupom biomasy vo výrobe elektriny aj v kúrení a chladení
- (iv) Dekarbonizácia 4: Dosahovanie cieľa obnoviteľných zdrojov prostredníctvom elektriny, čo vedie k vyššiemu prieniku veterných elektrární na pevnine a solárnej fotovoltaiky

102. **Najdôležitejším zameraním politiky do roku 2030 je obnova budov.** Po roku 2030 sa pridáva rekuperácia tepla v priemysle a elektrifikácia dopravy. Celkový počet osobných áut zostáva rovnaký, iba sa vozidlá so spaľovacím motorom nahrádzajú elektrickými vozidlami. Sektor dopravy podlieha hlavne regulácii v rámci celej EÚ, ktorá je v každom scenári rovnaká na základe definície, preto intenzita elektrifikácie bude v scenároch tiež rovnaká. Vo všetkých scenároch dekarbonizácie je prítomná investícia do nového jadrového reaktora, ktorý by mal byť spustený v roku 2050, na rozdiel od investícií do PPC v referenčnom scenári. Preto sú scenáre dekarbonizácie rozlíšené úsilím zo strany priemyslu, domácností v oblasti energetickej efektívnosti a prenikaním obnoviteľných zdrojov.

103. **Všetky scenáre politik vykazujú rovnaké úsilie smerom k zníženiu emisií CO₂ v priebehu času.** Emisie CO₂ na Slovensku majú do roku 2050 v porovnaní s rokom 2015 klesnúť o 65 percent, zatiaľ čo emisie referenčného scenára boli znížené o 11 percent (s použitím modelu CPS). Zníženie emisií je stimulované kombináciou cieľov. Ceny EÚ ETS spôsobujú zníženie emisií v sektoroch ETS, ktoré predstavujú najväčšiu časť celkových emisií CO₂. Výsledkom toho je, že v porovnaní s úrovňami roku 2005 emisie ETS v roku 2030 klesnú o 50-53 percent a v roku 2050 o 86 percent. Dekarbonizácia výroby elektriny zohráva v znižovaní emisií ETS významnú úlohu. V sektoroch mimo ETS je zníženie emisií menej dramatické, hoci je značné, a predstavuje nevyhnutnú súčasť celkového zmiernenia na účely splnenia ambiciózneho celkového zníženia do roku 2050 o 80 percent. Zníženie emisií v sektoroch mimo ETS je stimulované hlavne politikami v oblasti energetickej efektívnosti, ktoré sa v scenári politiky implementujú v celom výhľadovom období. Dosiahnuté zníženie je o 20 percent v roku 2030 a pôsobivých 53-56 percent v roku 2050 (*Obr. 37*).



Obr. 37. Emisie CO₂ podľa sektorov, podľa scenára, 2020, 2030 a 2050, v Mt CO₂ a podieloch
K zníženiu emisií uhlíka najviac prispieva výroba elektriny a priemysel

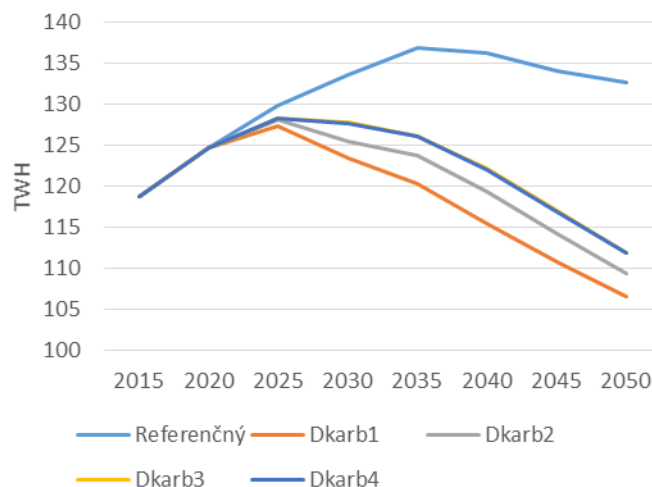


Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.

104. **Spotreba energie v scenároch politik je nižšia než v referenčnom scenári a v priebehu času klesá, celkovo aj v sektore priemyslu, bývania a dopravy.** Zavedeným dodatočným politikám podporujúcim zlepšenia energetickej efektívnosti v scenároch politik sa darí pri kontrolovaní zvyšujúcich sa požiadaviek na energie, čo podporujú aj zlepšenia noriem bývania a pracovných noriem, zvýšenie mobility a priemyselnej činnosti. Dkarb1 dosahuje najvyššie zníženie spotreby energie, keďže zahŕňa najambicióznejšie politiky energetickej efektívnosti spomedzi všetkých scenárov politik. Konečný dopyt po energii klesne v porovnaní s referenčným scenárom v roku 2030 o 8 % a v roku 2050 o 20 %. Pri prechode od Dkarb1 k Dkarb3 má zavádzanie menej ambiciózných politik efektívnosti za následok nižšiu mieru poklesu oproti referenčnému scenáru. Hoci scenár politiky Dkarb4 obsahuje menej ambiciózne politiky efektívnosti, nasadenie premenlivých obnoviteľných zdrojov (solárna FV a veterné elektrárne na pevnine), ktoré nahradia prenikanie biomasy, významne prispieva k úsiliu dosiahnuť úspory energie (Obr. 38, Obr. 39).



Obr. 38. Konečný dopyt po energii, podľa scenárov, v TWh
Všetky scenáre politik dosahujú úspory spotreby energie



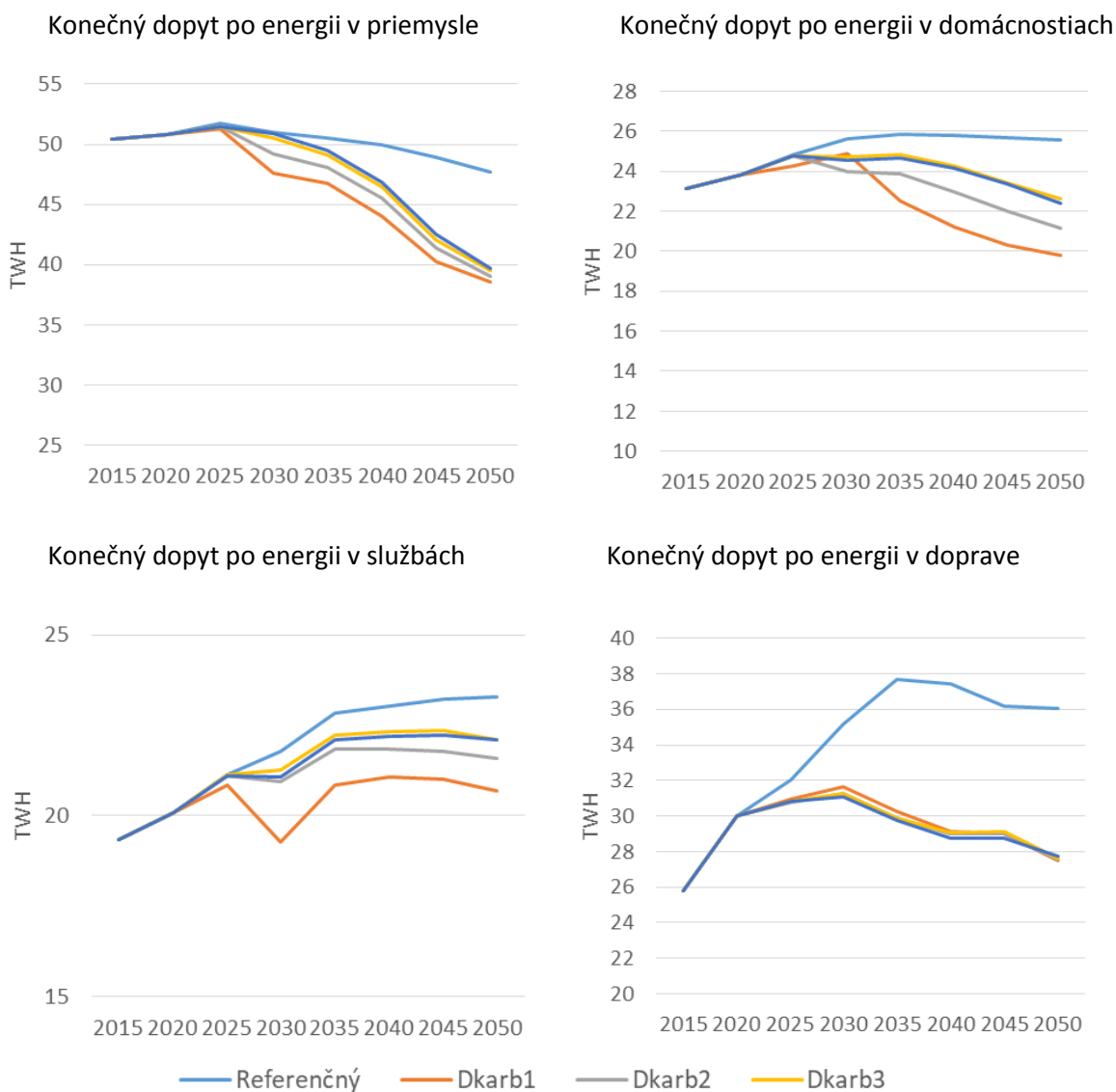
Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.

105. **Hlavné výsledky v scenároch možno zhrnúť:**

- (i) Prísnejšie politiky efektívnosti ďalej stimulujú mieru znižovania konečného dopytu po energii vo všetkých sektoroch dopytu, okrem dopravy
- (ii) Pre sektor dopravy sú dodatočné politiky zavádzané vo všetkých scenároch politik rovnaké; dopyt dopravy tak zostáva vo všetkých scenároch politik takmer stabilný.
- (iii) Z hľadiska celkových úspor energie je úsilie sektoru priemyslu a dopravy najvýznamnejšie spomedzi všetkých sektorov dopytu, keďže predstavuje 60-80 percent celkových úspor energie vo všetkých scenároch politik
- (iv) Normy CO₂ pre autá a dodávky, normy efektívnosti pre nákladné autá, spolu s elektrifikáciou dopravy a zvýšeným využívaním biopalív umožňujú významné zníženie dopytu po energii v sektore dopravy.
- (v) V priemyselných sektoroch sa zníženie dopytu po energii zlepšuje, keďže sa predpokladajú ambicióznejšie politiky efektívnosti, určujúce rozsiahlejšie zlepšenia energetickej efektívnosti v období rokov 2025- 2035. Po roku 2035 úspory energie v priemysle vo všetkých scenároch nevykazujú významné rozdiely, čo naznačuje, že trajektória zvýšenej ceny EÚ ETS sa stáva hlavnou hnacou silou, ktorá umožňuje využívanie efektívnejších technológií a investície do nich.



Obr. 39. Konečný dopyt po energii podľa sektorov, podľa scenárov, 2015 až 2050, v TWh
Všetky sektory znižujú dopyt po energii

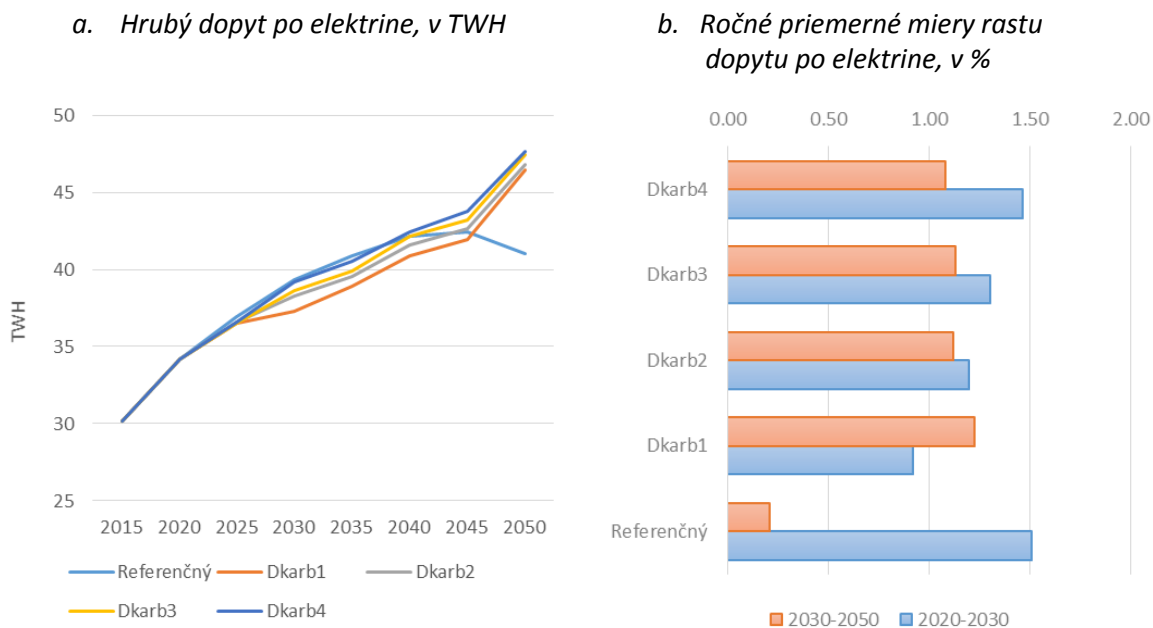


Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.

106. **V strednodobom horizonte sa dopyt po elektrine zvyšuje nižšou rýchlosťou než v referenčnom scenári.** Tento výsledok vyplýva z dodatočných politík efektívnosti, ktoré podporujú zlepšenia energetickej efektívnosti. Preto sa dopyt po elektrine má výhľadovo znížiť. V dlhodobom horizonte je pozorovaný opačný trend. Z dlhodobého hľadiska, vo všetkých scenároch politik raste dopyt vyššou rýchlosťou než v referenčnom scenári. Nové spôsoby využitia elektriny v kúrení (napr. tepelné čerpadlá), nástup elektrifikácie spotrebičov a dopravy nielenže udržiava, ale ešte aj zrýchľuje rast dopytu po elektrine (Obr. 40).



Obr. 40. Dopyt po elektrine, podľa scenárov, 2015 až 2050, v TWH a % priemerného ročného rastu
Dopyt po elektrine po roku 2045 posilnený novými spôsobmi využitia elektriny

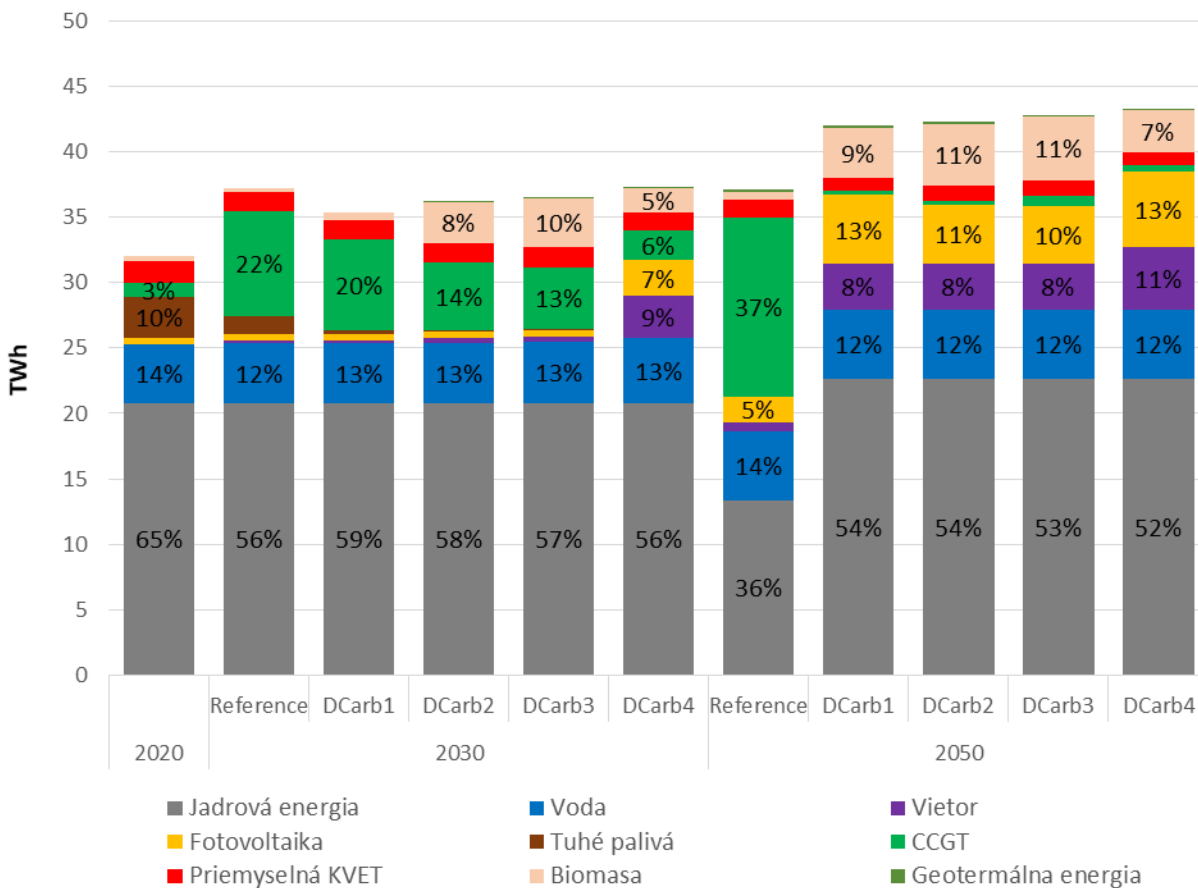


Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.

107. **V strednodobom horizonte politiky obnoviteľných zdrojov umožňujú prienik závodov na biomasu do energetického mixu, čím sa nahrádza výroba s využitím PPC.** Pri prechode od Dkarb1 k Dkarb3 sa podiel výroby na báze spaľovania biomasy zvyšuje, keďže politiky pre obnoviteľné zdroje sú ambicióznejšie, aby sa dosiahli ciele OZE v každom scenári. V Dkarb4 boli zahrnuté prísnejšie politiky pre obnoviteľné zdroje, aby sa dosiahol cieľ OZE, a to hlavne zvýšením podielu OZE – E. Tieto politiky tiež umožňujú preniknutie premenlivých OZE okrem biomasy. Prenikanie biomasy je teda čiastočne nahradené prenikaním veterných elektrární na pevnine a solárnej FV. Z dlhodobého hľadiska sa podiel výroby na báze OZE v jednotlivých scenároch nelíši, čo naznačuje, že ceny ETS sú hlavnou hnacou silou umožňujúcou nasadenie OZE. Z dôvodu zvýšených cien ETS v porovnaní s referenčným scenárom a taktiež v priebehu času sú investície do obnoviteľných zdrojov v porovnaní s PPC atraktívnejšie, aj napriek tomu, že PPC je typ výroby na báze fosílnych palív s najnižším faktorom emisií. Ďalším dôvodom stimulujúcim pokles výroby PPC je endogénna voľba investovať v roku 2050 do nového jadrového reaktora. Podľa návrhu slovenského ministerstva je možná nová jadrová elektrárňa. V scenároch politik to model ponechal neobmedzené, takže je možné endogénne zvoliť, či a kedy by nová jadrová investícia bola najhospodárnejšia. Zvýšený dopyt po elektrine v dlhodobom horizonte a trajektória vyššej ceny ETS v porovnaní s referenčným scenárom zlepšujú hospodárnosť bezuhlíkovej jadrovej výroby (Obr. 41).



Obr. 41. Výroba elektriny podľa zdrojov, podľa scenárov, 2020, 2030 a 2050, TWh a % podiely
Neustála dôležitosť jadra a stúpajúci podiel obnoviteľných zdrojov vo výrobe elektriny

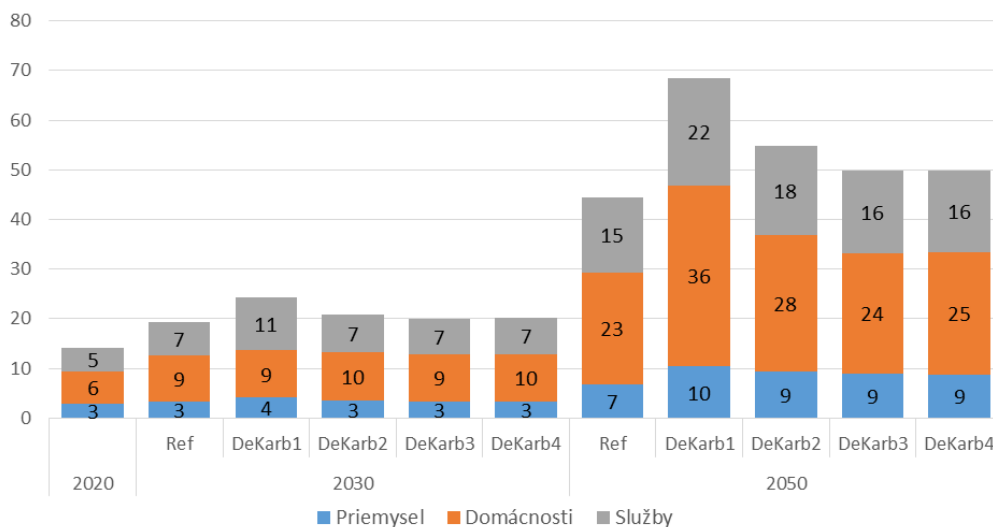


Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.

108. **Investície musia byť vo všetkých scenároch vyššie ako v referenčnom scenári.** Nárast energetickej efektívnosti a rozsiahly rozvoj OZE vedú k vyšším investičným výdavkom, na základe posunu spotrebiteľov ku kúpe energetických produktov, zariadení, spotrebičov a vozidiel s vyššou efektívnosťou. Investičné výdavky v scenároch politik sú vyššie v scenároch s ambicióznejšími cieľmi energetickej efektívnosti, t.j. Dcarb1. Scenáre politik s najambicióznejším podielom OZE (t.j. Dcarb3, Dcarb4) výhľadovo nemajú úroveň investícií významne vyššiu v porovnaní s referenčným scenárom (Obr. 42). Celkovo je tu posun od spotreby k investičným výdavkom.



Obr. 42. Investície do energetickej efektívnosti podľa sektorov, podľa scenárov, 2011 až 2050, v mld. EUR
Investície do energetickej efektívnosti zo strany domácností a podnikov sa po roku 2030 zvýšia



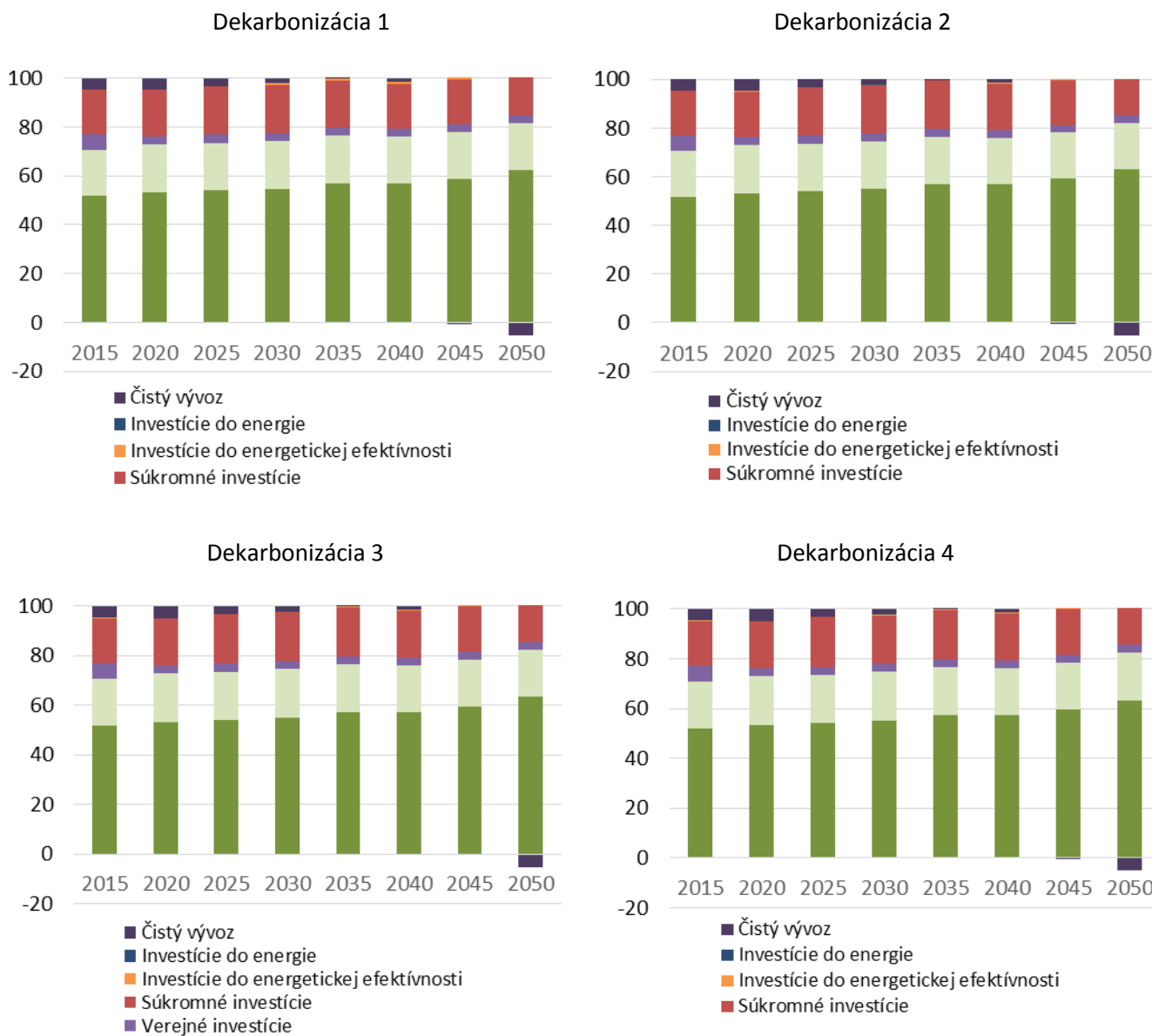
Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.

109. **Ako už bolo poznamenané vyššie, analýza zistila pozitívny vplyv na HDP, najmä v dlhodobom horizonte, a to, že pokles spotreby je vo veľkej miere stimulovaný politikami zmierňovania emisií mimo Slovenska.** Vzorec HDP kopíruje veľkosť investície do energetickej efektívnosti, kde vyššie investície do energetickej efektívnosti vedú k nižšej spotrebe, ale vyššiemu celkovému HDP. Tento vplyv je stimulovaný vytlačaním súkromných investícií do energetickej efektívnosti. Nižšie súkromné investície narúšajú základný kapitál hospodárstva, čo vedie k nižšej celkovej výrobe. Všetky štyri scenáre zahŕňajú zníženie spotreby (o tri až šesť percent v porovnaní s referenčným scenárom v období 2040-2050). Spotreba domácností je nižšia, keďže domácnosti znižujú spotrebu na účely zaplataenia za investície do efektívnosti, najmä za zlepšenia stavu budov. Investície do energetickej efektívnosti rastú. Smerom ku koncu obdobia rastú investície do výroby elektriny, keďže Slovensko bude novú jadrovú elektrárňu. Vývoz sa znižuje z dôvodu straty konkurencieschopnosti, keďže náklady na investície do efektívnosti sa prenášajú na spotrebiteľov, aj z dôvodu nižšej výrobnéj kapacity hospodárstva v dôsledku nižšieho základného kapitálu. Čo je dôležité, makroekonomický vplyv na Slovensko je spôsobený nielen jeho domácimi politikami, ale viac ako polovica poklesu spotreby je spôsobená politikami dekarbonizácie v zvyšku EÚ (čo je modelované ako uhlíková daň v sektoroch ETS aj mimo ETS). Politiky v zvyšku EÚ vedú k nižšiemu dovozu zo Slovenska. Napríklad len asi 50 až 60 percent poklesu spotreby na Slovensku v rokoch 2040 až 2050 je spôsobených domácimi politikami (vrátane oceňovania emisií ETS na Slovensku), zvyšok je z dôvodu nižšieho dopytu zo zvyšku EÚ v dôsledku zhoršenia podmienok obchodu (Obr. 28, Obr. 43).



Obr. 43. Podiel výdavkov na HDP, podľa scenárov politik, 2015-2050, v %

Hospodárstvo sa presúva od spotreby k financovaniu investícií do energetickej efektívnosti



Zdroj: Výsledky modelu Slovak-CGE.





Fotografia: Slovensko Bojnice, autor Aleksandr Markin (<https://www.flickr.com/photos/33104187@N04/8698340484>)



Kapitola 5 Cesta nízkouhlíkového rastu: Odporúčania

110. **Táto kapitola uvádza súhrn hlavných prvkov cesty nízkouhlíkového rastu pre Slovensko na základe analýzy tejto štúdie.** Ponúka tiež niektoré strategické závery pre tvorcov politiky, ktoré môžu pomôcť pri navrhovaní národnej stratégie nízkouhlíkového rastu, pričom budú čerpať z medzier, neistôt a kompromisov zistených počas analýzy, ako aj zo samotných zistení.

Cesta rastu do roku 2050 so súčasným znižovaním emisií

111. **Scenáre vytvorené modelmi CPS a Slovak-CGE zobrazujú, že Slovensko bude dosahovať svoje ciele zmierňovania pomerne ľahko.** Za jednoduchým dosahovaním cieľa v oblasti obnoviteľných zdrojov stojí rozsiahle využívanie zdrojov vodnej energie a biomasy, zatiaľ čo hrubá spotreba energie na Slovensku rastie veľmi mierne z dôvodu súbežného dosahovania pokroku v energetickej efektívnosti, čo sa prejaví zlepšením energetickej náročnosti HDP. Napriek tomu, že chýbajú dodatočné politiky na podporu obnoviteľných zdrojov energie, podiel obnoviteľných zdrojov sleduje v priebehu času stúpajúci trend vďaka zvyšujúcim sa cenám uhlíka v EÚ ETS. Ceny uhlíka ETS majú vplyv na energetický sektor, ako aj na priemyselné odvetvie s veľkou energetickou náročnosťou a predstavujú hlavný stimul znižovania uhlíkových emisií.

112. **Referenčný scenár plánuje pokles emisií CO₂ súvisiacich s energiami.** Energetické emisie klesnú v porovnaní s úrovňami roku 2015 v roku 2030 o 1 percento a v roku 2050 o 11 percent. Hlavne sa to dosiahne znížením emisií CO₂ v sektoroch ETS, sektore elektriny a v energeticky náročných odvetviach priemyslu. Sektor elektriny, ktorý podlieha ETS, sa významne dekarbonizuje hlavne z dôvodu uvedenia do prevádzky nových jadrových reaktorov a mierneho rozvoja obnoviteľných zdrojov energie. Emisie v sektore elektriny budú teda v roku 2050 o 19 % nižšie než sú úrovne roku 2015. Priemyselné sektory sa taktiež dekarbonizujú, so znížením emisií o 24 percent v roku 2050 v porovnaní s rokom 2015, z dôvodu zlepšenia efektívnosti a zmien v palivovom mixe v energeticky náročných odvetviach priemyslu.

113. **V referenčnom scenári naproti tomu sektory mimo ETS nečelia cene uhlíka a po roku 2020 sa nepredpokladajú žiadne politiky pre energetickú efektívnosť ani iné politiky.** Aj tak dlhodobé vplyvy politík energetickej efektívnosti s cieľom v roku 2020, ekologické projektovanie a normy pre autá a trhom poháňané zlepšenia produktivity energií udržiavajú klesajúci trend emisií uhlíka v sektoroch mimo ETS v strednodobom horizonte, hlavne do roku 2035. V dlhodobom horizonte neprítomnosť dodatočných politík v referenčnom scenári a trvalé tempo hospodárskeho rastu predstihnú pokrok týkajúci sa technickej účinnosti nových zariadení, čo spôsobí stúpajúce tendencie emisií CO₂ v sektoroch mimo ETS od roku 2040.

114. **Pri pohľade na scenáre politík, všetky vykazujú rovnaké úsilie pri znižovaní emisií CO₂ v priebehu času.** Emisie CO₂ na Slovensku do roku 2050 v porovnaní s rokom 2015 klesnú o 65 percent, zatiaľ čo emisie referenčného scenára klesnú len o 11 percent. Do roku 2030 klesnú emisie CO₂ v porovnaní s rokom 2015 o 18 percent. Odchýlky sú v jednotlivých scenároch politík rôzne, podľa predpokladov. V definíciách scenárov politík sa menej ambiciózný cieľ OZE kombinuje s ambicióznym cieľom efektívnosti a naopak.

115. **Trajektória ceny EÚ ETS spôsobuje zníženie emisií v sektoroch ETS, ktoré predstavujú najväčšiu časť celkových emisií CO₂.** Zavedenie nového jadrového reaktora a nasadenie obnoviteľných zdrojov



umožňuje dekarbonizáciu sektora výroby elektriny, ktorá zohráva v znižovaní emisií ETS významnú úlohu. V sektoroch mimo ETS sú hlavnými hnacími silami znižovania emisií politiky energetickej efektívnosti, technologické normy a dodatočné politiky súvisiace so sektorom dopravy (normy pre vozidlá). Z národnej perspektívy sa politiky efektívnosti budú musieť zamerať hlavne na uľahčenie obnovy budov počas celého výhľadového obdobia. Podpora tepelných čerpadiel a nového využívania elektriny stimuluje zrýchlenú elektrifikáciu, ktorá je z dlhodobého hľadiska intenzívnejšia z dôvodu elektrifikácie cestnej dopravy. Dôsledkom zvýšenia ambície scenárov politík v súvislosti s obnoviteľnými zdrojmi je rôzny prienik obnoviteľných zdrojov do sektora výroby elektriny a sektora kúrenia, ale v sektore dopravy sa nemenia.

116. Scenáre politík boli navrhnuté tak, aby obsahovali kontrastujúci mix cieľov na účely posúdenia vplyvov stanovenia rôznych ambícií pre ciele pre obnoviteľné zdroje a energetickú efektívnosť. Stanovenie cieľov pre obnoviteľné zdroje energie (OZE) a energetickú efektívnosť (EE) spadá do kompetencie národnej politiky. Navrhovaný rozsah pre podiel OZE v roku 2030 je 16,5 až 22 %. Základný scenár plánuje na rok 2030 podiel OZE vo výške 14 %. Navrhovaný rozsah pre cieľ energetickej efektívnosti v roku 2030 je -30 až -29 percent. Referenčný scenár plánuje na rok 2030 cieľ energetickej efektívnosti vo výške -25 %. Len z týchto čísel by vznikol dojem, že Slovensko potrebuje značné úsilie na dosiahnutie cieľov OZE aj EE v roku 2030, vyššie ako sú trendy pri vývoji bez zmien uvádzané vo výhľade referenčného scenára.

117. Rozsah možností je väčší pre cieľ OZE než pre cieľ EE. Pre cieľ EE sa politiky týkajú najmä obnovy budov, ktoré predstavujú najdôležitejší zdroj možných úspor energie do roku 2030. Potenciál úspor v priemysle a doprave, ktoré sú veľmi významné, sa dá rozvinúť len v dlhodobejšom horizonte. U obnoviteľných zdrojov existuje v energetickom sektore kompromis medzi rozvíjajúcou sa biomasou a rôznymi OZE. Ak je však cieľ podielu OZE ambiciózny, je potrebné, aby sa významne rozvíjali oboje. Dosiahnutie cieľov energetickej efektívnosti do roku 2030 si vyžaduje významné úsilie pri obnove budov.

118. Hlavné výsledky v scenároch možno zhrnúť:

- (i) Dekarbonizácia výroby elektriny sa dosahuje prostredníctvom dodatočných investícií do jadrovej výroby a obnoviteľných zdrojov.
- (ii) Prísnejšie politiky efektívnosti znižujú konečný dopyt po energii vo všetkých sektoroch dopytu, okrem dopravy
- (iii) Z hľadiska celkových úspor energie sú sektory priemyslu a dopravy najvýznamnejšie spomedzi všetkých sektorov dopytu, keďže predstavuje 60-80 percent celkových úspor energie vo všetkých scenároch politík
- (iv) Pre sektor dopravy sú dodatočné politiky zavádzané vo všetkých scenároch politík rovnaké; dopyt dopravy je tak podobný vo všetkých scenároch politík. Emisné normy pre autá a dodávky a normy efektívnosti pre nákladné autá, spolu s elektrifikáciou dopravy a zvýšeným využívaním biopalív umožňujú významné zníženie dopytu po energii v sektore dopravy. Akýkoľvek scenár dekarbonizácie pre Slovensko si však v dlhodobom horizonte vyžaduje elektrifikáciu sektoru dopravy.
- (v) V priemyselnom sektore zníženie dopytu po energii narastie súčasne s implementáciou ambicióznejších politík efektívnosti, s rastúcou energetickou



efektívnosťou počas rokov 2025-2035. Po roku 2035 nebudú v rôznych scenároch úspory energie významne odlišné, čo naznačuje, že práve stúpajúca cena EÚ ETS je hlavnou hnacou silou investícií do efektívnejších technológií.

- (vi) Financovanie týchto investícií povedie k znižovaniu spotreby domácností, ale vytvorí príležitosti v priemyselných odvetviach dodávajúcich tovar pre investície, napríklad v stavebnom odvetví.

Strategické závery pre tvorcov politiky

119. **Analýza vykonaná naprieč makroekonomickým prostredím a energetickým sektorom, ako aj ďalšie skúmanie, určili možné cesty nízkouhlíkového rastu pre Slovensko, ale tiež stanovili otázky, ktoré si zaslúžia strategické zváženie zo strany tvorcov politiky.** Tieto otázky budú pravdepodobne obsahovať: medzery v údajoch a poznatkoch, neistoty, napríklad rýchlosť technologických zmien a budúceho globálneho a regionálneho rozvoja a rôzne kompromisy súvisiace s nákladmi na opatrenia na zmiernenie, ťažkosťami pri realizácii, načasovaní a množstvo iných. Energetický model aj makroekonomický model by mal slúžiť ako cenný nástroj pre nepretržité posudzovanie možností zmierňovania pre Slovensko.

120. **Novo prijaté ciele EÚ v hodnote 32 % pre obnoviteľné zdroje energie a 32,5 % pre energetickú efektívnosť do roku 2030 sú vyššie, než tie, ktoré boli predpokladané v tejto analýze.** Po dokončení tejto analýzy Európska únia s konečnou platnosťou prijala ciele 32 % pre OZE a 32,5 % pre energetickú efektívnosť. Sú viditeľne vyššie než ciele predpokladané v slovenských scenároch politik skúmaných v tejto štúdii. Najpravdepodobnejšie je, že v dôsledku cieľov EÚ Slovensko bude povinné prijať ambiciózne ciele pre OZE aj EE, napríklad 22 % pre OZE a 30% pre energetickú efektívnosť. Zistenia tu predloženej analýzy naznačujú, že sa budú musieť vyvíjať premenlivé obnoviteľné zdroje aj biomasa, spolu s čo najsilnejšou politikou na podporu obnovy budov do roku 2030.





Fotografia: Donovaly, Slovensko, autor Dennis Jarvis, 25.9. 2016, [CC BY-SA 2.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0>)], prostredníctvom Wikimedia Commons



Príloha I. Netechnické vysvetlenie scenárov dekarbonizácie

121. **Na posúdenie alternatívneho stanovenia cieľov súvisiacich s národnou stratégiou Slovenska pre zmierňovanie vplyvov zmeny klímy sa používa scenárový prístup.** Výber kombinácie cieľov nie je zjednodušeným výsledkom minimalizácie nákladov, keďže najlepšia voľba závisí aj od neekonomických kritérií. Zabezpečenie dodávok energie, realizovateľnosť, politické obmedzenia, spoločenské prijatie a cenová prístupnosť pre citlivejšie ekonomické triedy sú kritériá, ktoré treba zvažovať okrem minimalizácie nákladov. Modelovanie dokáže kvantifikovať výkon pre niektoré tieto kritériá okrem nákladov, napríklad závislosť energií od dovozu, spoľahlivosť systému a tarify spotrebiteľov. Modelovanie dokáže zahrnúť ťažkosti pri implementácii, spoločenské prijatie a iné obmedzenia kriviek potenciálu a nákladov pre zdroje, ako je umiestnenie jadrového zdroja alebo dostupnosť obnoviteľných zdrojov. Kompletné vyúčtovanie výkonu v porovnaní s viacerými kritériami sa dá prakticky zvládnuť kvantifikáciou alternatívnych scenárov politik (ktoré obsahujú alternatívne ciele).

122. **Scenáre politik boli navrhnuté ako kontrastujúce a štylizované súbory cieľov na účely posúdenia vplyvov stanovenia rôznych ambícií pre ciele Slovenska pre obnoviteľné zdroje (OZE) a energetickú efektívnosť (EE).** Stanovenie cieľov pre obnoviteľné zdroje energie a energetickú efektívnosť spadá do kompetencie národnej politiky. Aby bol národný plán prijateľný pre EÚ, je potrebné, aby bola nízka ambícia jedného cieľa kompenzovaná vysokou ambíciou iného cieľa. Modelovanie berie do úvahy synergie medzi cieľmi, keďže energetická efektívnosť (napr. tepelné čerpadlá) môže umožniť aj vyššie obnoviteľné zdroje a naopak. Okrem toho vysoká výkonnosť v energetickej efektívnosti znižuje spotrebu energie, čo znižuje menovateľa podielov OZE, čím umožňuje dosiahnutie vyšších cieľov OZE. Napriek komplementarite, ktorá bola v modelovaní braná do úvahy, tieto dva ciele si vyžadujú veľmi rozdielne politické rámce a vtedy sú ciele z hľadiska implementácie politiky vo vzájomnom konflikte. Niektoré politiky umožňujúce efektívnosť, napríklad normy pre autá a predpisy o ekologickom projektovaní, nie sú rozhodnutím vlády štátu, ale vyplývajú z celoeurópskeho rozhodovania. Napriek tomu politiky podporujúce efektívnosť budov, niektoré politiky pre dopravu a podporné schémy pre OZE, tepelné čerpadlá a iné technológie a palivá, vrátane biomasy, podliehajú národnej jurisdikcii. Cena uhlíka ETS sa určuje na celoeurópskej úrovni a Slovensko túto cenu z tohto trhu preberá. Národná výkonnosť v sektoroch mimo ETS, ktorá podlieha národnému cieľu odlišnému pre každého člena EÚ, sa odvodzuje od voľby cieľov pre energetickú efektívnosť a obnoviteľné zdroje a ambíciu znižovania emisií skleníkových plynov okrem CO₂.

123. **Štyri scenáre politik sa posudzujú a porovnávajú oproti referenčnému scenáru (bez nových politik).** Scenáre politik možno zjednodušiť takto: (i) scenár s nízkym cieľom energetickej efektívnosti a vysokým cieľom pre OZE; (ii) scenár s vysokým cieľom pre energetickú efektívnosť a nízkym pre OZE; (iii) scenár strednej úrovne a (iv) scenár s veľmi ambicióznym cieľom pre OZE (hlavne obnoviteľné zdroje vo výrobe elektriny) a menej ambicióznym cieľom energetickej efektívnosti (*Tabuľka 8*).



Tabuľka 8. Scenáre dekarbonizácie podľa intenzity cieľa obnoviteľných zdrojov a energetickej účinnosti
Zjednodušený pohľad na scenáre dekarbonizácie

Názov scenára	Cieľ obnoviteľných zdrojov	Cieľ energetickej
Dekarbonizácia 1	Základný	Ambiciózny
Dekarbonizácia 2	Stredný	Stredný
Dekarbonizácia 3	Ambiciózny	Základný
Dekarbonizácia 4	Veľmi ambiciózny (pre elektrinu)	Základný

Zdroj: E3-Modelling, Technická správa CPS.



Príloha II. Politiky EÚ a národné opatrenia na implementáciu politík EÚ

124. **Na dosiahnutie cieľov EÚ pre rok 2030 je potrebných niekoľko politík definovaných na úrovni EÚ a predpokladajú sa ako súčasť tu analyzovaných scenárov.** Hlavné takéto politiky sú:

- (i) ETS: Zvýšenie cien uhlíka v rámci ETS umožnené Rezervou stability trhu, u ktorých sa predpokladá platnosť bez výnimiek, okrem predpisov pre úniky v priemysle. Vo všetkých scenároch politík je takéto zvýšenie exogénne, prevzaté zo scenárov EUCO (pozri poznámku pod čiarou 17).
- (ii) Obnoviteľné zdroje energie: Obnoviteľné zdroje podporujú politiky v rôznych sektoroch vyjadrené stúpajúcou tieňovou hodnotou OZE v modeli pre elektrinu, v sektore kúrenia a doprave vzhľadom na biopalivá. Hodnota OZE je tieňová hodnota implicitného minimálneho príspevku obnoviteľných zdrojov na sektor, ktorá ovplyvňuje rozhodovanie zástupcov ako marginálny prínos z využívania obnoviteľných zdrojov (na jednotku energie). Scenáre predpokladajú rôzne hodnoty OZE na sektor, ktoré majú reprezentovať rôzne priority politík pre rozvoj obnoviteľných zdrojov v sektoroch.
- (iii) Energetická efektívnosť: Dôraz na politiky podporujúce rýchlejšiu obnovu starých budov v porovnaní s historickými trendmi a značnú energetickú izoláciu obnovených budov. Model reprezentuje takéto politiky zvýšením hodnoty energetickej efektívnosti, ktorá zastupuje tieňovú hodnotu virtuálneho obmedzenia úspor energie pri kúrení v budovách a pôsobí v modeli ako marginálny prínos na jednotku energie spotrebovanej z dôvodu úspor energie. Politiky energetickej efektívnosti zahŕňajú aj prísne normy pre budovy v rámci novej výstavby, podporu rekuperácie tepla a najlepšie dostupné techniky v priemysle, infraštruktúru a mäkké opatrenia umožňujúce vyššiu efektívnosť v sektore dopravy a opatrenia v rámci celej EÚ, ktoré zahŕňajú normy pre autá a predpisy o ekologickom projektovaní.
- (iv) Politiky pre sektor dopravy: Hlavné politické opatrenia nespádajú do rámca národných politík, napríklad normy CO₂ pre autá (70-75 gCO₂/km v roku 2030, 25 v roku 2050) a pre dodávky (120 v roku 230, 60 v roku 2050), normy efektívnosti (1,5% zvýšenie za rok) pre nákladné autá. Avšak politiky pre infraštruktúru a iné dopravné politiky zlepšujúce efektívnosť dopravy v mestách a logistiku spadajú pod rozhodovanie národných politík.
- (v) Umožňujúce podmienky: Scenáre predpokladajú zníženie neistoty a následne pokles nákladov na nové technológie a efektívne spotrebiče, spolu s odstránením prekážok pre investície do obnovy budov a iné podobné opatrenia v rôznych sektoroch, ktoré inak ovplyvňujú rozhodovanie ako skryté náklady. Odstránenie prekážok v sebe zahŕňa zníženie diskontných sadzieb používaných v rozhodovaní o kapitálovo náročných energeticky efektívnych zariadeniach a investíciách. A nakoniec scenáre zahŕňajú novú infraštruktúru umožňujúcu dobíjanie elektromobilov, inteligentné systémy, siete umožňujúce rozvoj obnoviteľných zdrojov, vyššie miery učenia u nových a rozvinutých technológií (na celoeurópskej úrovni) a pozitívne očakávanie zvyšujúcich sa cien ETS v budúcnosti.

125. **Pre scenáre politík budú tiež potrebné doplnkové národné politiky.** Okrem národných politík zahrnutých do slovenského referenčného scenára obsahujú scenáre politík aj nasledujúce národné politiky:



- (i) Skoršie vyradovanie elektrární využívajúcich pevné palivá: predpokladá sa vyradenie elektrární Vojany a Nováky v roku 2025 a 2023 v uvedenom poradí.
- (ii) Schéma podpory OZE vo výrobe elektriny: predpokladanými technológiami OZE sú solárna FV, veterné turbíny na pevnine a biomasa. Scenáre predpokladajú podporu 50MW v období 2021-2025, s následnou podporou ďalších 500MW na základe dražieb.
- (iii) Ďalší rozvoj jadrovej energie je možný na základe ekonomickej optimálnosti.
- (iv) Zachytávanie a skladovanie uhlíka je vylúčené.



Príloha III. Podrobné výsledky podľa scenára politiky dekarbonizácie z modelu Slovak-CGE (n.i. – neuvedené inde)

Tabuľka 9. Pridaná hodnota, scenár Dekarbonizácia 1, podľa sektorov, 2015-2050, v konštantných mld. USD za rok 2011

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Poľnohospodárstvo	1,98	2,13	2,26	2,42	2,49	2,54	2,59	2,68
Domáce zvieratá	0,15	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16
Uhlie	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
Olej	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ťažba a distribúcia plynu	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Iná ťažba	0,47	0,52	0,57	0,63	0,67	0,70	0,72	0,71
Potraviny, nápoje a tabak	1,59	1,80	2,01	2,21	2,39	2,46	2,47	2,47
Textil a odevy	0,90	0,89	0,89	0,88	0,87	0,86	0,81	0,76
Produkty z dreva	1,30	1,45	1,58	1,67	1,73	1,77	1,66	1,46
Produkty z papiera,	0,69	0,77	0,86	0,95	1,06	1,13	1,14	1,35
Ropa, uhoľné produkty	0,32	0,32	0,29	0,28	0,25	0,21	0,17	0,13
Chemikálie, guma, plastové produkty	1,90	2,34	2,56	2,92	2,92	2,92	2,62	2,01
Minerálne produkty n.i.	0,86	0,97	1,10	1,25	1,35	1,42	1,46	1,53
Železo a oceľ	1,09	1,19	1,27	1,36	1,37	1,31	1,16	0,93
Farebné kovy	0,34	0,38	0,40	0,46	0,48	0,52	0,60	0,70
Vyrábané kovové produkty	3,18	3,95	4,88	5,83	6,79	7,92	8,23	7,70
Motorové vozidlá a súčiastky	4,74	6,01	7,51	9,37	11,35	13,86	16,38	18,47
Dopravné prostriedky n.i.	0,35	0,37	0,39	0,40	0,37	0,33	0,27	0,21
Elektronické zariadenia	1,73	1,82	1,90	1,96	1,96	1,93	1,77	1,55
Stroje a zariadenia n.i.	5,15	5,08	4,95	4,89	4,12	3,35	2,57	2,01
Výrobky n.i.	0,35	0,41	0,47	0,53	0,57	0,61	0,62	0,62
Prenos a distribúcia elektriny	0,94	1,01	1,07	1,12	1,14	1,17	1,19	1,26
Jadrová energia	1,68	2,09	2,10	2,15	2,16	2,15	2,15	2,23
Energia z uhlia	0,39	0,36	0,10	0,04	0,06	0,00	0,00	0,00
Energia z plynu	0,04	0,03	0,08	0,09	0,09	0,07	0,07	0,01
Veterná energia	0,00	0,01	0,01	0,03	0,08	0,13	0,26	0,46
Vodná energia	0,62	0,64	0,66	0,68	0,68	0,70	0,76	0,79
Energia z oleja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iná energia	0,17	0,20	0,20	0,29	0,31	0,63	0,67	0,97
Solárna energia	0,09	0,08	0,08	0,09	0,25	0,29	0,32	0,93
Voda	0,25	0,30	0,35	0,41	0,46	0,48	0,51	0,55
Výstavba	8,17	8,90	10,54	12,59	13,61	14,38	15,18	16,36
Obchod	13,25	15,34	17,53	20,05	22,04	23,16	24,32	25,56
Doprava n.i.	4,63	5,32	5,98	6,71	7,31	7,23	7,49	7,81
Námorná doprava	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06
Letecká doprava	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,10	0,09	0,07
Trhové služby	26,74	31,59	36,76	42,52	48,01	51,61	54,83	57,81
Netrhové služby	12,33	14,89	17,02	19,51	21,15	22,30	23,37	24,56
Bývanie	0,06	0,07	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15	0,16



Tabuľka 10. Pridaná hodnota, scenár Dekarbonizácia 2, podľa sektorov, 2015-2050, v konštantných mld. USD za rok 2011

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Poľnohospodárstvo	1,98	2,13	2,27	2,50	2,58	2,61	2,65	2,73
Domáce zvieratá	0,15	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16
Uhlie	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
Olej	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ťažba a distribúcia plynu	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Iná ťažba	0,47	0,52	0,57	0,62	0,67	0,70	0,72	0,72
Potraviny, nápoje a tabak	1,59	1,80	2,00	2,20	2,37	2,46	2,47	2,48
Textil a odevy	0,90	0,89	0,89	0,89	0,86	0,86	0,82	0,76
Produkty z dreva	1,30	1,45	1,58	1,64	1,70	1,75	1,63	1,44
Produkty z papiera, vydavateľstvo	0,70	0,77	0,84	0,96	1,12	1,21	1,23	1,46
Ropa, uhoľné produkty	0,32	0,31	0,30	0,28	0,25	0,21	0,17	0,13
Chemikálie, guma, plastové produkty	1,91	2,33	2,54	2,87	2,97	2,91	2,63	2,05
Minerálne produkty n.i.	0,86	0,97	1,10	1,25	1,36	1,43	1,48	1,56
Železo a oceľ	1,09	1,19	1,27	1,34	1,36	1,28	1,17	0,98
Farebné kovy	0,34	0,38	0,40	0,45	0,49	0,52	0,60	0,71
Vyrábané kovové produkty	3,17	3,95	4,90	5,84	6,78	7,93	8,23	7,68
Motorové vozidlá a súčiastky	4,74	6,01	7,52	9,39	11,36	13,88	16,40	18,47
Dopravné prostriedky n.i.	0,35	0,37	0,39	0,40	0,37	0,33	0,27	0,21
Elektronické zariadenia	1,73	1,82	1,90	1,97	1,96	1,93	1,78	1,55
Stroje a zariadenia n.i.	5,15	5,09	4,96	4,91	4,12	3,35	2,58	2,01
Výrobky n.i.	0,35	0,41	0,47	0,53	0,57	0,61	0,62	0,62
Prenos a distribúcia elektriny	0,94	1,01	1,07	1,12	1,16	1,20	1,22	1,29
Jadrová energia	1,68	2,09	2,09	2,14	2,15	2,13	2,13	2,25
Energia z uhlia	0,39	0,36	0,14	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia z plynu	0,04	0,03	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,01
Veterná energia	0,00	0,01	0,02	0,05	0,07	0,07	0,07	0,47
Vodná energia	0,63	0,64	0,66	0,68	0,69	0,69	0,75	0,79
Energia z oleja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iná energia	0,17	0,20	0,30	0,67	0,88	0,92	0,97	1,15
Solárna energia	0,09	0,08	0,08	0,08	0,14	0,21	0,30	0,80
Voda	0,25	0,30	0,35	0,41	0,45	0,48	0,51	0,56
Výstavba	8,17	8,90	10,47	12,17	13,33	14,07	14,74	15,65
Obchod	13,25	15,34	17,52	20,08	22,03	23,19	24,39	25,68
Doprava n.i.	4,63	5,32	5,98	6,71	7,29	7,22	7,49	7,85
Námorná doprava	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06
Letecká doprava	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,10	0,09	0,07
Trhové služby	26,73	31,60	36,77	42,62	48,05	51,81	55,15	58,30
Netrhové služby	12,32	14,89	17,02	19,52	21,15	22,32	23,42	24,63
Bývanie	0,06	0,07	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15	0,16



Tabuľka 11. Pridaná hodnota, scenár Dekarbonizácia 3, podľa sektorov, 2015-2050, v konštantných mld. USD za rok 2011

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Poľnohospodárstvo	1,98	2,13	2,26	2,52	2,59	2,63	2,67	2,74
Domáce zvieratá	0,15	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16
Uhlie	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
Olej	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ťažba a distribúcia plynu	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Iná ťažba	0,47	0,52	0,57	0,62	0,67	0,70	0,71	0,72
Potraviny, nápoje a tabak	1,59	1,80	2,00	2,19	2,37	2,45	2,46	2,48
Textil a odevy	0,90	0,89	0,89	0,89	0,86	0,86	0,82	0,76
Produkty z dreva	1,30	1,45	1,58	1,64	1,70	1,75	1,63	1,44
Produkty z papiera, vydavateľstvo	0,70	0,76	0,83	0,94	1,12	1,21	1,24	1,50
Ropa, uhoľné produkty	0,32	0,31	0,30	0,28	0,25	0,21	0,17	0,13
Chemikálie, guma, plastové	1,92	2,31	2,53	2,85	2,98	2,89	2,60	2,06
Minerálne produkty n.i.	0,86	0,97	1,10	1,25	1,36	1,44	1,48	1,56
Železo a oceľ	1,10	1,18	1,26	1,32	1,35	1,26	1,15	1,01
Farebné kovy	0,34	0,37	0,40	0,45	0,49	0,52	0,60	0,71
Vyrábané kovové produkty	3,17	3,96	4,90	5,87	6,79	7,95	8,25	7,67
Motorové vozidlá a súčiastky	4,74	6,01	7,53	9,42	11,37	13,90	16,42	18,46
Dopravné prostriedky n.i.	0,35	0,37	0,39	0,40	0,37	0,33	0,27	0,21
Elektronické zariadenia	1,73	1,82	1,91	1,98	1,96	1,94	1,79	1,55
Stroje a zariadenia n.i.	5,15	5,09	4,96	4,93	4,12	3,36	2,59	2,01
Výrobky n.i.	0,35	0,41	0,47	0,53	0,57	0,61	0,62	0,62
Prenos a distribúcia elektriny	0,94	1,01	1,07	1,14	1,18	1,21	1,23	1,31
Jadrová energia	1,68	2,08	2,09	2,13	2,14	2,11	2,11	2,23
Energia z uhlia	0,39	0,36	0,12	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia z plynu	0,04	0,03	0,08	0,07	0,06	0,07	0,07	0,02
Veterná energia	0,00	0,01	0,02	0,05	0,06	0,06	0,07	0,47
Vodná energia	0,63	0,64	0,66	0,69	0,72	0,73	0,74	0,79
Energia z oleja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iná energia	0,17	0,20	0,22	0,80	0,97	1,00	1,06	1,19
Solárna energia	0,09	0,08	0,08	0,08	0,13	0,19	0,29	0,78
Voda	0,25	0,30	0,35	0,41	0,45	0,48	0,52	0,56
Výstavba	8,17	8,91	10,47	12,06	13,24	13,95	14,55	15,37
Obchod	13,25	15,34	17,53	20,06	22,01	23,18	24,39	25,71
Doprava n.i.	4,63	5,32	5,99	6,71	7,28	7,22	7,49	7,86
Námorná doprava	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06
Letecká doprava	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,10	0,09	0,07
Trhové služby	26,73	31,61	36,80	42,61	48,02	51,82	55,24	58,43
Netrhové služby	12,32	14,89	17,02	19,52	21,14	22,32	23,43	24,65
Bývanie	0,06	0,07	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15	0,16



Tabuľka 12. Pridaná hodnota, scenár Dekarbonizácia 4, podľa sektorov, 2015-2050, v konštantných mld. USD za rok 2011

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Poľnohospodárstvo	1,98	2,13	2,26	2,46	2,52	2,56	2,61	2,69
Domáce zvieratá	0,15	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16
Uhlie	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00
Olej	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ťažba a distribúcia plynu	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Iná ťažba	0,47	0,52	0,57	0,62	0,67	0,70	0,74	0,71
Potraviny, nápoje a tabak	1,59	1,80	2,00	2,21	2,39	2,48	2,50	2,50
Textil a odevy	0,90	0,89	0,89	0,88	0,86	0,86	0,81	0,76
Produkty z dreva	1,30	1,45	1,58	1,64	1,72	1,78	1,67	1,46
Produkty z papiera, vydavateľstvo	0,70	0,76	0,83	1,02	1,17	1,28	1,38	1,48
Ropa, uhoľné produkty	0,32	0,31	0,30	0,28	0,25	0,21	0,18	0,13
Chemikálie, guma, plastové	1,92	2,32	2,52	2,96	3,02	3,01	2,83	2,05
Minerálne produkty n.i.	0,86	0,97	1,10	1,25	1,36	1,44	1,51	1,56
Železo a oceľ	1,10	1,19	1,26	1,37	1,37	1,31	1,24	0,99
Farebné kovy	0,34	0,37	0,39	0,44	0,48	0,52	0,63	0,69
Vyrábané kovové produkty	3,17	3,96	4,89	5,74	6,71	7,85	8,15	7,78
Motorové vozidlá a súčiastky	4,74	6,01	7,52	9,31	11,30	13,80	16,28	18,57
Dopravné prostriedky n.i.	0,35	0,37	0,39	0,40	0,37	0,33	0,26	0,21
Elektronické zariadenia	1,73	1,82	1,91	1,94	1,94	1,91	1,74	1,57
Stroje a zariadenia n.i.	5,15	5,09	4,96	4,85	4,08	3,33	2,55	2,00
Výrobky n.i.	0,35	0,41	0,47	0,53	0,57	0,61	0,62	0,62
Prenos a distribúcia elektriny	0,94	1,01	1,07	1,15	1,19	1,22	1,25	1,30
Jadrová energia	1,68	2,08	2,09	2,15	2,14	2,12	2,12	2,22
Energia z uhlia	0,39	0,36	0,13	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Energia z plynu	0,04	0,03	0,08	0,05	0,05	0,05	0,04	0,02
Veterná energia	0,00	0,01	0,03	0,42	0,42	0,51	0,61	0,63
Vodná energia	0,63	0,64	0,65	0,73	0,73	0,72	0,75	0,78
Energia z oleja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iná energia	0,17	0,20	0,23	0,54	0,62	0,62	0,67	0,90
Solárna energia	0,09	0,08	0,11	0,43	0,60	0,78	0,80	1,01
Voda	0,25	0,30	0,35	0,41	0,45	0,48	0,52	0,56
Výstavba	8,17	8,90	10,47	12,14	13,28	14,02	14,62	15,33
Obchod	13,25	15,34	17,52	19,99	21,99	23,20	24,45	25,80
Doprava n.i.	4,63	5,32	5,99	6,67	7,27	7,19	7,46	7,89
Námorná doprava	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06
Letecká doprava	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,10	0,09	0,07
Trhové služby	26,73	31,60	36,79	42,38	47,97	51,83	55,25	58,76
Netrhové služby	12,32	14,89	17,02	19,50	21,13	22,31	23,41	24,68
Bývanie	0,06	0,07	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15	0,17



Tabuľka 13. Emisie, scenár Dekarbonizácia 1, podľa sektorov, 2015-2050, v Mt CO₂

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Poľnohospodárstvo	1,90	2,00	2,10	2,19	2,29	2,40	2,50	2,64
Domáce zvieratá	0,71	0,74	0,80	0,88	0,97	1,06	1,14	1,22
Uhlie	0,17	0,17	0,17	0,19	0,14	0,10	0,07	0,04
Olej	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ťažba a distribúcia plynu	0,19	0,11	0,18	0,22	0,17	0,10	0,03	0,00
Iná ťažba	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06
Potraviny, nápoje a tabak	0,13	0,13	0,12	0,10	0,09	0,09	0,09	0,10
Textil a odevy	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Produkty z dreva	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
Produkty z papiera, vydav.	0,13	0,15	0,16	0,17	0,19	0,20	0,18	0,11
Ropa, uhoľné produkty	2,18	2,18	2,03	1,94	1,73	1,45	1,17	0,87
Chemikálie, guma, plastové produkty	2,32	2,84	3,08	3,49	3,48	3,48	3,12	2,36
Minerálne produkty n.i.	0,63	0,51	0,51	0,40	0,36	0,31	0,23	0,15
Železo a oceľ	6,05	6,03	5,99	5,24	4,74	3,85	2,79	1,39
Farebné kovy	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12
Vyrábané kovové produkty	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,11	0,12	0,11
Motorové vozidlá a súčiastky	0,27	0,32	0,39	0,46	0,56	0,70	0,82	0,90
Dopravné prostriedky n.i.	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Elektronické zariadenia	0,38	0,40	0,41	0,42	0,42	0,41	0,37	0,32
Stroje a zariadenia n.i.	0,17	0,17	0,16	0,14	0,12	0,10	0,08	0,06
Výrobky n.i.	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05
Prenos a distribúcia elektriny	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jadrová energia								
Energia z uhlia	5,25	4,21	0,81	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00
Energia z plynu	4,23	2,88	4,69	4,95	4,48	3,63	3,15	0,55
Veterná energia								
Vodná energia								
Energia z oleja	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iná energia	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Solárna energia								
Voda	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
Výstavba	0,12	0,13	0,16	0,19	0,20	0,22	0,23	0,25
Obchod	0,52	0,59	0,52	0,42	0,43	0,40	0,37	0,35
Doprava n.i.	3,20	3,37	3,43	3,53	3,27	2,76	2,19	1,73
Námorná doprava	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09
Letecká doprava	0,27	0,28	0,28	0,28	0,25	0,22	0,19	0,15
Trhové služby	0,79	0,86	0,77	0,57	0,61	0,55	0,51	0,48
Netrhové služby	2,67	3,19	3,42	3,66	3,91	3,97	4,01	4,08
Bývanie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Domácnosti	4,10	4,14	4,23	4,34	3,85	3,05	2,56	2,37



Tabuľka 14. Emisie, scenár Dekarbonizácia 2, podľa sektorov, 2015-2050, v Mt CO₂

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Poľnohospodárstvo	1,90	2,00	2,11	2,27	2,38	2,47	2,57	2,70
Domáce zvieratá	0,71	0,74	0,80	0,88	0,97	1,08	1,17	1,25
Uhlie	0,17	0,17	0,17	0,18	0,15	0,10	0,07	0,04
Olej	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ťažba a distribúcia plynu	0,19	0,11	0,17	0,21	0,16	0,10	0,03	0,00
Iná ťažba	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
Potraviny, nápoje a tabak	0,13	0,13	0,12	0,10	0,09	0,09	0,09	0,10
Textil a odevy	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Produkty z dreva	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
Produkty z papiera, vydav.	0,13	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,15	0,11
Ropa, uhoľné produkty	2,19	2,18	2,07	1,94	1,75	1,46	1,18	0,88
Chemikálie, guma, plastové produkty	2,33	2,83	3,06	3,44	3,54	3,47	3,12	2,40
Minerálne produkty n.i.	0,63	0,51	0,51	0,41	0,37	0,31	0,23	0,16
Železo a oceľ	6,07	6,02	5,96	5,23	4,82	3,92	2,82	1,46
Farbné kovy Vyrábané	0,12	0,12	0,13	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13
kovové produkty Motorové	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,11	0,12	0,11
vozidlá a súčiastky	0,27	0,32	0,39	0,48	0,58	0,71	0,83	0,91
Dopravné prostriedky n.i.	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Elektronické zariadenia	0,38	0,40	0,41	0,42	0,42	0,41	0,38	0,32
Stroje a zariadenia n.i.	0,17	0,17	0,16	0,15	0,12	0,10	0,08	0,06
Výrobky n.i.	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05
Prenos a distribúcia elektriny	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jadrová energia								
Energia z uhlia	5,26	4,21	1,07	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia z plynu	4,23	2,87	4,26	3,88	3,28	3,22	3,08	0,54
Veterná energia								
Vodná energia								
Energia z oleja	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iná energia	0,07	0,07	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
Solárna energia								
Voda	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
Výstavba	0,12	0,13	0,15	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24
Obchod	0,52	0,59	0,53	0,46	0,44	0,41	0,38	0,37
Doprava n.i.	3,20	3,37	3,43	3,51	3,25	2,76	2,19	1,73
Námorná doprava	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Letecká doprava	0,27	0,28	0,28	0,28	0,25	0,22	0,19	0,15
Trhové služby	0,79	0,86	0,78	0,64	0,64	0,58	0,54	0,51
Netrhové služby	2,67	3,19	3,43	3,71	3,93	3,99	4,03	4,11
Bývanie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Domácnosti	4,10	4,14	4,26	4,21	3,97	3,22	2,72	2,51



Tabuľka 15. Emisie, scenár Dekarbonizácia 3, podľa sektorov, 2015-2050, v Mt CO₂

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Poľnohospodárstvo	1,90	2,00	2,10	2,29	2,39	2,49	2,59	2,72
Domáce zvieratá	0,71	0,74	0,80	0,88	0,97	1,08	1,17	1,25
Uhlie	0,17	0,16	0,17	0,19	0,15	0,10	0,07	0,04
Olej	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ťažba a distribúcia plynu	0,19	0,11	0,17	0,22	0,17	0,10	0,03	0,00
Iná ťažba	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06
Potraviny, nápoje a tabak	0,13	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,09	0,10
Textil a odevy	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Produkty z dreva	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
Produkty z papiera, vydav.	0,13	0,15	0,16	0,16	0,17	0,16	0,15	0,10
Ropa, uhoľné produkty	2,19	2,17	2,07	1,94	1,75	1,46	1,17	0,88
Chemikálie, guma, plastové produkty	2,34	2,80	3,04	3,41	3,56	3,45	3,08	2,41
Minerálne produkty n.i.	0,63	0,51	0,51	0,42	0,37	0,31	0,23	0,15
Železo a oceľ	6,08	5,98	5,94	5,27	4,87	3,95	2,83	1,50
Farebné kovy	0,12	0,12	0,13	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13
Vyrábané kovové produkty	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,12	0,12	0,11
Motorové vozidlá a súčiastky	0,27	0,32	0,39	0,48	0,58	0,71	0,85	0,92
Dopravné prostriedky n.i.	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Elektronické zariadenia	0,38	0,40	0,41	0,43	0,42	0,41	0,38	0,32
Stroje a zariadenia n.i.	0,17	0,17	0,16	0,15	0,13	0,10	0,08	0,06
Výrobky n.i.	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05
Prenos a distribúcia elektriny	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jadrová energia								
Energia z uhlia	5,26	4,19	0,96	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia z plynu	4,24	2,87	4,55	3,60	3,20	3,12	3,09	0,79
Veterná energia								
Vodná energia								
Energia z oleja	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iná energia	0,07	0,07	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
Solárna energia								
Voda	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Výstavba	0,12	0,13	0,15	0,18	0,20	0,21	0,22	0,24
Obchod	0,52	0,59	0,53	0,46	0,45	0,42	0,40	0,40
Doprava n.i.	3,20	3,37	3,43	3,51	3,25	2,76	2,19	1,72
Námorná doprava	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Letecká doprava	0,27	0,28	0,28	0,28	0,25	0,22	0,19	0,15
Trhové služby	0,79	0,86	0,78	0,64	0,65	0,60	0,57	0,55
Netrhové služby	2,67	3,19	3,44	3,72	3,94	4,01	4,06	4,15
Bývanie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Domácnosti	4,10	4,14	4,27	4,28	4,06	3,36	2,89	2,69



Tabuľka 16. Emisie, scenár Dekarbonizácia 4, podľa sektorov, 2015-2050, v Mt CO₂

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Poľnohospodárstvo	1,90	2,00	2,10	2,23	2,33	2,42	2,53	2,68
Domáce zvieratá	0,71	0,74	0,80	0,89	0,98	1,08	1,18	1,25
Uhlie	0,17	0,16	0,17	0,22	0,17	0,12	0,09	0,04
Olej	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ťažba a distribúcia plynu	0,19	0,11	0,17	0,22	0,17	0,10	0,04	0,00
Iná ťažba	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06
Potraviny, nápoje a tabak	0,13	0,13	0,12	0,10	0,09	0,09	0,10	0,10
Textil a odevy	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Produkty z dreva	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
Produkty z papiera, vydav.	0,13	0,15	0,16	0,18	0,19	0,19	0,18	0,11
Ropa, uhoľné produkty	2,19	2,18	2,05	1,96	1,76	1,48	1,21	0,88
Chemikálie, guma, plastové produkty	2,33	2,81	3,04	3,54	3,61	3,59	3,36	2,40
Minerálne produkty n.i.	0,63	0,51	0,51	0,42	0,37	0,31	0,23	0,16
Železo a oceľ	6,08	5,99	5,93	5,51	5,01	4,16	3,08	1,49
Farebné kovy	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Vyrábané kovové produkty	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,12	0,12	0,11
Motorové vozidlá a súčiastky	0,27	0,32	0,39	0,48	0,58	0,72	0,86	0,95
Dopravné prostriedky n.i.	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Elektronické zariadenia	0,38	0,40	0,41	0,42	0,42	0,41	0,37	0,33
Stroje a zariadenia n.i.	0,17	0,17	0,16	0,15	0,12	0,10	0,08	0,06
Výrobky n.i.	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05
Prenos a distribúcia elektriny	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jadrová energia								
Energia z uhlia	5,26	4,19	1,06	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00
Energia z plynu	4,23	2,87	4,40	2,97	2,51	2,07	1,87	0,77
Veterná energia								
Vodná energia								
Energia z oleja	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iná energia	0,07	0,07	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Solárna energia								
Voda	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Výstavba	0,12	0,13	0,15	0,18	0,20	0,21	0,22	0,24
Obchod	0,52	0,59	0,53	0,47	0,45	0,43	0,41	0,40
Doprava n.i.	3,20	3,37	3,43	3,49	3,25	2,75	2,17	1,73
Námorná doprava	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Letecká doprava	0,27	0,28	0,28	0,27	0,25	0,22	0,19	0,15
Trhové služby	0,79	0,86	0,78	0,65	0,66	0,61	0,58	0,55
Netrhové služby	2,67	3,19	3,44	3,72	3,95	4,02	4,07	4,15
Bývanie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Domácnosti	4,10	4,14	4,27	4,29	4,08	3,39	2,93	2,71



Tabuľka 17. Zamestnanosť, scenár Dekarbonizácia 1, podľa sektorov, 2015-2050, vážené podľa objemu miezd

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Poľnohospodárstvo	0,57	0,57	0,54	0,50	0,48	0,45	0,42	0,41
Domáce zvieratá	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03
Uhlie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Olej	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ťažba a distribúcia plynu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iná ťažba	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
Potraviny, nápoje a tabak	0,33	0,34	0,33	0,31	0,30	0,27	0,25	0,23
Textil a odevy	0,18	0,17	0,15	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08
Produkty z dreva	0,17	0,17	0,16	0,15	0,13	0,12	0,11	0,09
Produkty z papiera,	0,13	0,13	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,16
Ropa, uhoľné produkty	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
Chemikálie, guma, plastové produkty	0,34	0,38	0,36	0,35	0,34	0,34	0,30	0,23
Minerálne produkty n.i.	0,18	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,13	0,13
Železo a oceľ	0,24	0,23	0,21	0,20	0,19	0,18	0,16	0,13
Farebné kovy	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Vyrábané kovové produkty	0,43	0,50	0,52	0,53	0,53	0,53	0,49	0,43
Motorové vozidlá a súčiastky	0,83	0,98	1,04	1,09	1,15	1,19	1,21	1,21
Dopravné prostriedky n.i.	0,06	0,06	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02
Elektronické zariadenia	0,25	0,24	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,11
Stroje a zariadenia n.i.	1,20	1,08	0,90	0,76	0,59	0,46	0,35	0,27
Výrobky n.i.	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05
Prenos a distribúcia elektriny	0,09	0,09	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08
Jadrová energia	0,17	0,19	0,16	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Energia z uhlia	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia z plynu	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Veterná energia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Vodná energia	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Energia z oleja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iná energia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02
Solárna energia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Voda	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07
Výstavba	0,95	0,96	0,97	0,98	0,93	0,85	0,79	0,75
Obchod	2,62	2,81	2,74	2,67	2,59	2,42	2,27	2,15
Doprava n.i.	1,04	1,08	1,03	0,97	0,92	0,81	0,74	0,70
Námorná doprava	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Letecká doprava	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
Trhové služby	3,44	3,72	3,66	3,57	3,47	3,23	2,99	2,79
Netrhové služby	4,26	4,69	4,60	4,51	4,46	4,33	4,18	4,06
Bývanie	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01



Tabuľka 18. Zamestnanosť, scenár Dekarbonizácia 2, podľa sektorov, 2015-2050, vážené podľa objemu miezd

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Poľnohospodárstvo	0,57	0,57	0,54	0,52	0,50	0,47	0,44	0,42
Domáce zvieratá	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03
Uhlie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Olej	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ťažba a distribúcia plynu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iná ťažba	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
Potraviny, nápoje a tabak	0,33	0,34	0,33	0,31	0,30	0,27	0,25	0,23
Textil a odevy	0,18	0,17	0,15	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08
Produkty z dreva	0,17	0,17	0,16	0,14	0,13	0,12	0,10	0,09
Produkty z papiera,	0,13	0,13	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17
Ropa, uhoľné produkty	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
Chemikálie, guma, plastové produkty	0,34	0,38	0,36	0,35	0,34	0,34	0,30	0,23
Minerálne produkty n.i.	0,18	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,13	0,13
Železo a oceľ	0,24	0,23	0,21	0,19	0,19	0,18	0,16	0,14
Farebné kovy	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Vyrábané kovové produkty	0,43	0,50	0,52	0,53	0,53	0,53	0,49	0,43
Motorové vozidlá a súčiastky	0,83	0,98	1,04	1,10	1,15	1,19	1,21	1,21
Dopravné prostriedky n.i.	0,06	0,06	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02
Elektronické zariadenia	0,25	0,24	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,11
Stroje a zariadenia n.i.	1,20	1,08	0,90	0,76	0,59	0,46	0,35	0,27
Výrobky n.i.	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05
Prenos a distribúcia elektriny	0,09	0,09	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08
Jadrová energia	0,17	0,19	0,16	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Energia z uhlia	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia z plynu	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Veterná energia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Vodná energia	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Energia z oleja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iná energia	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Solárna energia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Voda	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07
Výstavba	0,95	0,96	0,97	0,95	0,91	0,84	0,77	0,72
Obchod	2,62	2,81	2,74	2,67	2,59	2,42	2,26	2,15
Doprava n.i.	1,04	1,08	1,03	0,97	0,92	0,81	0,74	0,70
Námorná doprava	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Letecká doprava	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
Trhové služby	3,44	3,73	3,66	3,57	3,47	3,23	3,00	2,80
Netrhové služby	4,26	4,69	4,60	4,51	4,46	4,32	4,18	4,05
Bývanie	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01



Tabuľka 19. Zamestnanosť, scenár Dekarbonizácia 3, podľa sektorov, 2015-2050, vážené podľa objemu miezd

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Poľnohospodárstvo	0,57	0,57	0,54	0,53	0,50	0,47	0,44	0,42
Domáce zvieratá	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03
Uhlie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Olej	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ťažba a distribúcia plynu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iná ťažba	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
Potraviny, nápoje a tabak	0,33	0,34	0,33	0,31	0,30	0,27	0,25	0,23
Textil a odevy	0,18	0,17	0,15	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08
Produkty z dreva	0,17	0,17	0,16	0,14	0,13	0,12	0,10	0,09
Produkty z papiera,	0,13	0,13	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,18
Ropa, uhoľné produkty	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
Chemikálie, guma, plastové produkty	0,34	0,37	0,35	0,34	0,35	0,33	0,30	0,24
Minerálne produkty n.i.	0,18	0,18	0,17	0,16	0,16	0,14	0,13	0,13
Železo a oceľ	0,24	0,23	0,21	0,19	0,19	0,18	0,16	0,14
Farebné kovy	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Vyrábané kovové produkty	0,43	0,50	0,52	0,53	0,53	0,53	0,49	0,43
Motorové vozidlá a súčiastky	0,83	0,98	1,04	1,10	1,15	1,19	1,21	1,21
Dopravné prostriedky n.i.	0,06	0,06	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02
Elektronické zariadenia	0,25	0,24	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,11
Stroje a zariadenia n.i.	1,20	1,08	0,90	0,77	0,59	0,46	0,35	0,27
Výrobky n.i.	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05
Prenos a distribúcia elektriny	0,09	0,09	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08
Jadrová energia	0,17	0,19	0,16	0,14	0,14	0,13	0,13	0,14
Energia z uhlia	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia z plynu	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Veterná energia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Vodná energia	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Energia z oleja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iná energia	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Solárna energia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Voda	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07
Výstavba	0,95	0,97	0,97	0,94	0,90	0,83	0,76	0,71
Obchod	2,62	2,81	2,74	2,67	2,59	2,42	2,26	2,15
Doprava n.i.	1,04	1,08	1,03	0,97	0,92	0,81	0,74	0,70
Námorná doprava	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Letecká doprava	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
Trhové služby	3,44	3,73	3,66	3,57	3,47	3,23	3,00	2,80
Netrhové služby	4,26	4,69	4,60	4,50	4,45	4,32	4,18	4,05
Bývanie	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01



Tabuľka 20. Zamestnanosť, scenár Dekarbonizácia 4, podľa sektorov, 2015-2050, vážené podľa objemu miezd

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Poľnohospodárstvo	0,57	0,57	0,54	0,51	0,48	0,46	0,43	0,41
Domáce zvieratá	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03
Uhlie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Olej	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ťažba a distribúcia plynu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iná ťažba	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
Potraviny, nápoje a tabak	0,33	0,34	0,33	0,31	0,30	0,28	0,25	0,23
Textil a odevy	0,18	0,17	0,15	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08
Produkty z dreva	0,17	0,17	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11	0,09
Produkty z papiera,	0,13	0,13	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17	0,17
Ropa, uhoľné produkty	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
Chemikálie, guma, plastové produkty	0,34	0,38	0,35	0,36	0,35	0,35	0,33	0,23
Minerálne produkty n.i.	0,18	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,13	0,12
Železo a oceľ	0,24	0,23	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,14
Farebné kovy	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Vyrábané kovové produkty	0,43	0,50	0,52	0,52	0,53	0,53	0,49	0,43
Motorové vozidlá a súčiastky	0,83	0,98	1,04	1,09	1,14	1,19	1,20	1,21
Dopravné prostriedky n.i.	0,06	0,06	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02
Elektronické zariadenia	0,25	0,24	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,11
Stroje a zariadenia n.i.	1,20	1,08	0,90	0,75	0,59	0,46	0,35	0,27
Výrobky n.i.	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05
Prenos a distribúcia elektriny	0,09	0,09	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08
Jadrová energia	0,17	0,19	0,16	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Energia z uhlia	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia z plynu	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Veterná energia	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Vodná energia	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Energia z oleja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iná energia	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Solárna energia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
Voda	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07
Výstavba	0,95	0,96	0,97	0,95	0,91	0,84	0,77	0,71
Obchod	2,62	2,81	2,74	2,67	2,59	2,43	2,28	2,15
Doprava n.i.	1,04	1,08	1,03	0,97	0,92	0,81	0,74	0,70
Námorná doprava	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Letecká doprava	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
Trhové služby	3,44	3,73	3,66	3,57	3,47	3,24	3,00	2,81
Netrhové služby	4,26	4,69	4,60	4,51	4,46	4,33	4,18	4,05
Bývanie	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01





Fotografia: Kysak, Slovensko, autor Ján Starec, 17. november 2012, [CC BY-SA 3.0 (creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/)]



