

INSTITUT PRO DEMOKRACII A EKONOMICKOU ANALÝZU

projekt Národohospodářského ústavu AV ČR, v. v. i.

INSTITUT FOR DEMOCRACY AND ECONOMIC ANALYSIS

A Project of the Economic Institute of the Czech Academy of Sciences

80% snížení emisí skleníkových plynů: analýza vývoje energetiky České republiky do roku 2050

Prosinec 2016

LUKÁŠ REČKA, MILAN ŠČASNÝ

Lukáš Rečka

Je výzkumníkem v Centru pro otázky životního prostředí UK, od května 2016 externě spolupracuje s IDEA při NHÚ. Zabývá se výzkumem v oblasti energetické a environmentální ekonomie, především modelováním dopadů na energetickou soustavu modelem TIMES. Je doktorským studentem ekonomie na Fakultě sociálních věd Univerzity Karlovy.

Milan Ščasný

Získal titul Ph.D. obor Ekonomická teorie na IES FSV UK. Zabývá se primárně výzkumem v oblasti environmentální a energetické ekonomie, zejména chováním spotřebitelů a analýzou jejich preferencí, oceňováním dopadů na zdraví a kvantifikací externalit nebo modelováním dopadů regulací. Působí v Centru pro otázky životního prostředí UK, částečně na IES FSK UK, je předsedou panelu č. 402 (Ekonomické vědy) v GA ČR. Spolupracoval s OECD, ECHA, Health Canada, byl členem řady výzkumných týmů konzultujících regulace pro různé DGs Evropské komise nebo ministerstva v ČR. Přednáší na IES FSV UK a na CERGE-EI.

Upozornění: Tato studie reprezentuje pouze názory autorů, a nikoli oficiální stanovisko Národohospodářského ústavu AV ČR, v. v. i. či Centra pro ekonomický výzkum a doktorské studium UK v Praze (CERGE).

Warning: This study represents only the views of the authors and not the official position of the Charles University in Prague, Center for Economic Research and Graduate Education as well as the Economics Institute of the Czech Academy of Sciences, v. v. i.

80% snížení emisí skleníkových plynů: analýza vývoje energetiky České republiky do roku 2050

Studie 21 / 2016

© Lukáš Rečka, Milan Ščasný

Národohospodářský ústav AV ČR, v. v. i., 2016

ISBN 978-80-7344-405-1 (Národohospodářský ústav AV ČR, v. v. i.)

80% snížení emisí skleníkových plynů: analýza vývoje energetiky České republiky do roku 2050

PROSINEC 2016

Lukáš Rečka, Milan Ščasný

Shrnutí

- Cílem evropského Energetického plánu do roku 2050 (Energy Roadmap 2050) je snížit emise skleníkových plynů v Evropské unii o 80 % oproti roku 1990. Předkládaná studie hodnotí dopady několika scénářů dosažení tohoto cíle ve srovnání s aktuální Státní energetickou koncepcí (MPO 2015b), která předpokládá snížení skleníkových plynů o 66,5 %.
- Prostřednictvím modelu dílčí rovnováhy energetického systému TIMES analyzujeme referenční scénář vycházející z aktuální Státní energetické koncepce (SEK) a tři alternativní nízkoemisní scénáře s rozdílným vývojem jaderné energetiky (*N35*, *N45* a *Nopt*) se snížením skleníkových plynů o 80 %. Výsledný mix technologií a paliv je u všech scénářů výsledkem minimalizace celkových výrobních nákladů s ohledem na omezení scénářů. Minimalizace nákladů nezahrnuje externí náklady vyvolané transformací energií a nepředstavuje proto optimalizaci z celospolečenského hlediska.
- Referenční scénář *SEK* předpokládá růst čisté spotřeby elektřiny do roku 2050 na úroveň 80 TWh. Nízkouhlíkové scénáře předpokládají díky vyššímu podílu elektromobilů růst čisté spotřeby elektřiny do roku 2050 až na 83 TWh.
- Nízkoemisní scénář *N-opt* ponechává volbu mixu technologií čistě na tržních mechanismech (s cílem minimalizovat výrobní náklady). Nízkoemisní scénáře *N35* a *N45*, předpokládají politické rozhodnutí o výstavbě nových jaderných zdrojů a liší se mezi sebou jen životností jaderné elektrárny Dukovany, a tím i spuštěním nových jaderných zdrojů.
- Systém emisního obchodování EU ETS není dostatečným nástrojem pro dosažení snížení emisí skleníkových plynů o 80 %, jelikož je nutné snižovat emise i v sektorech mimo EU ETS. Snížení emisí skleníkových plynů o 80 % rovněž není možné dosáhnout bez výrazného snížení spotřeby hnědého uhlí.

- Spotřeba primární energie klesá ve všech scénářích. V roce 2050 dochází v referenčním scénáři *SEK* k 16% snížení spotřeby primární energie oproti roku 2020 na 1506 PJ; v nízkoemisních scénářích dochází ke snížení o 24 % v *N35* a *N45*, a o 34 % ve scénáři *N-opt*. Oproti *SEK* v nízkoemisních scénářích klesá výrazně spotřeba hnědého i černého uhlí a kapalných fosilních paliv, naopak roste spotřeba biomasy, bioplynu a ostatních obnovitelných zdrojů, mírně rovněž roste spotřeba zemního plynu. Ve scénáři *N-opt* je výroba z odstavených Dukovan nahrazena zejména obnovitelnými zdroji a zemním plynem.
- Celkové průměrné roční analizované nediskontované náklady energetické bilance rostou od roku 2020 především kvůli investičním nákladům. Ve scénáři *SEK* je nárůst celkových nákladů 80 % z 30 miliard EUR v roce 2020 na 53 miliard EUR v roce 2050. Do roku 2030 nejsou rozdíly nákladů mezi scénáři významné. V letech 2035-2045 jsou rozdíly v nákladech scénářů ovlivněny zejména rozhodnutím o výstavbě nových jaderných zdrojů. V roce 2050 jsou celkové nediskontované náklady nízkoemisních scénářů *N35* a *N45* oproti scénáři *SEK* vyšší o 2,7 miliardy EUR (včetně obměny vozového parku na elektromobily). Scénář *N-opt* dosahuje celkově nižších nákladů než scénáře *N35* a *N45*. Oproti scénáři *SEK* jsou v roce 2050 ve scénáři *N-opt* celkové nediskontované náklady vyšší o 2,2 miliardy EUR.
- Celkové diskontované náklady energetické bilance za celé období 2020-2050 při diskontní míře 7,5 % jsou ve scénáři *SEK* 508 miliard EUR. Celkové diskontované náklady v nízkoemisních scénářích *N35*, *N45* a *N-opt* jsou oproti scénáři *SEK* vyšší o 2,6, 0,7 a 0,6 miliard EUR, tedy pouze o 0,1 až 0,5 %.
- Snížení emisí CO₂ vede zároveň ke snížení emisí ostatních polutantů, což má pozitivní vliv na kvalitu ovzduší. Předkládaná studie vyhodnocuje tyto dodatečné dopady politiky ochrany klimatu. Zaměřujeme se především na dopady emisí SO₂, NO_x a tuhých částic, které vznikají při transformaci energií. Využitím metody ExternE, zejména analýzy dráhy dopady, kvantifikujeme dopady ze znečištění ovzduší na lidské zdraví a životní prostředí, ke kterým vedou jednotlivé scénáře politiky. Tyto externí náklady jsou značné – 31 miliard EUR za celé období 2020-2050, což odpovídá přibližně 17 % HDP roku 2015. Jejich výše výrazně klesá v čase, a to i v referenčním scénáři, který popisuje přijaté opatření Státní energetické koncepce (MPO 2015b), která vedou ke snížení skleníkových plynů o 66,5 %. Externí náklady klesají ve scénáři *SEK* z úrovně 1082 milionů EUR v roce 2020 na úroveň kolem 659 milionů EUR v roce 2050. Všechny nízkoemisní scénáře (s 80%, snížením emisí skleníkových plynů) povedou k většímu zamezení nežádoucím zdravotním a environmentálním dopadům, a to i navzdory tomu, že tyto scénáře požadují vyrobit větší objem elektrické energie, aby byla pokryta zvýšená poptávka po elektromobilitě. Výše negativních externalit je výrazně ovlivněna mixem technologií, který bude využitý pro výroby energie. Externí náklady scénáře, který nepředpokládá další rozvoj jaderné energetiky (*N-opt*), jsou za celé období 2020-2050 o 357 milionů EUR nižší než ve scénáři *SEK*, zatímco scénáře předpokládající nové jaderné zdroje (*N35* a *N45*) vedou k ještě výrazně nižším externím nákladům, a to o 1 449 milionů EUR nižším než ve scénáři *SEK*. Toto srovnání nezahrnuje přínosy ze snížení externích nákladů z náhrady fosilních zdrojů elektřinou v dopravě a externí náklady z jaderné energetiky, které výrazně klesají zejména v *N-opt* scénáři.

80% Reduction of Greenhouse Gas Emissions: Analysis of Czech Energy Industry Development Until 2050

DECEMBER 2016

Lukáš Rečka, Milan Ščasný

Summary

- The goal of European Union's Energy Roadmap 2050 is to reduce greenhouse gas emissions (GHG) by 80% compared with the baseline of 1990. The presented paper evaluates the implications of several pathways to reach this goal, and compares them to the existing State Energy Policy (MPO 2015b), which may lead to a reduction of greenhouse gas emissions by 66.5%.
- Using the TIMES energy partial equilibrium model, we analyse the reference scenario based in the existing State Energy Policy (*SEK*) and three alternative low-emission scenarios that will reach the 80% GHG emission reduction target by 2050, which follow three different pathways of the nuclear energy developments (*N35*, *N45* and *N-opt*). In all the scenarios, the resulting technology and fuel mix is a product of total production costs minimisation, with respect to the exogenous technological constraints. The cost minimization does not include any external costs of energy transformation, and, therefore, cannot be taken as social optimum considering all costs and benefits associated with energy transformation.
- The *SEK* reference scenario envisages a net electricity consumption growth up to 80 TWh by 2050. Due to a higher share of electric vehicles, the low-carbon scenarios operate with a net electricity consumption growth up to 83 TWh by 2050.
- The *N-opt* low-emission scenario leaves the choice of the technology mix exclusively on market mechanisms (with the goal to minimise production costs). The low-emission scenarios *N35* and *N45* envisage a political decision to build new nuclear reactors; they differ only in the projected lifespan of Dukovany nuclear power plant, and the commissioning date of the new nuclear reactors.
- The EU ETS system of emission allowances trading is not an effective instrument for achieving the 80% cut in greenhouse gas emissions; to achieve the target, emissions must be progressively reduced also in sectors not included in the EU ETS. The target of 80% also cannot be achieved without a significant reduction in the consumption of lignite.

- The trend in primary energy consumption is declining in all scenarios. In 2050, the *SEK* reference scenario operates with a 16% drop in primary energy consumption compared with 2020, down to 1,506 PJ; the low-emission scenarios project a drop of 24% in *N35* and *N45* and 34% in *N-opt*. Compared with *SEK*, the low-emission scenarios envisage a significant decline in the consumption of lignite, hard coal and liquefied fossil fuels; on the other hand, they project an upswing in the consumption of biomass, biogas and other renewable sources of energy, and a slight rise in the consumption of natural gas. In the *N-opt* scenario, the production gap left by the decommissioned Dukovany nuclear power plant is filled mainly with renewables and natural gas.
- The total average yearly annualized not-discounted (real) costs of whole energy system are projected to grow mainly driven by capital expenditure. In the *SEK* scenario, the total costs are envisaged to grow by 80%, from EUR 30 billion in 2020, to EUR 53 billion in 2050. The differences in the costs between individual scenarios are not significant until 2030. In 2035-2045, the cost differences in the scenarios are influenced mainly by the decision to build new nuclear capacity. In 2050, the total costs of the low-emission scenarios *N35* and *N45* are EUR 2.7 billion higher compared with the *SEK* scenario (counting in the cost of renewal of the vehicle fleet to electric vehicles). The *N-opt* scenario results in generally lower costs compared with *N35* and *N45*. *N-opt*, compared with *SEK*, predicts total costs which are EUR 2.2 billion higher in 2050.
- Discounted at the rate of 7.5% per annum, the present value of the total costs for the whole period 2020-2050 are EUR 508 billion in *SEK*. The total discounted costs in the low-emission scenarios *N35*, *N45* and *N-opt* are EUR 2.6, EUR 0.7 and EUR 0.6 billion higher, respectively, than *SEK*, which is only a marginal difference of 0.1-0.5% compared to the costs of the reference case.
- Reducing CO₂ emissions leads also to a reduction of other pollutants, which has a positive impact on the quality of air. The presented paper evaluates these ancillary effects of climate change mitigation policies. We focus mainly on the effects of SO₂, NO_x and particulate matter emissions which are the product of energy conversion. The application of ExternE methodology, specifically the impact pathway analysis, allows us to quantify the negative effects of air pollution on human health and on the environment, which emerge in the different policy scenarios we consider in our paper. The external costs are significant: EUR 31 billion for the whole period 2020-2050, which corresponds to approximately 17% of the GDP in 2015. The costs progressively decline over time, also in the reference scenario which describes the policy measures adopted in the State Energy Policy (MPO 2015b). In the *SEK* scenario, external costs attributable to air pollution go down from EUR 1,082 million in 2020 to EUR 659 million in 2050. All low-emission scenarios (operating with a reduction of 80% GHG) will help mitigate negative impacts on human health and on the environment, despite the fact that the scenarios envisage a higher volume of electricity generation, to satisfy the higher demand driven by e-mobility. The technology mix used to generate electricity will be a major factor influencing the degree of negative externalities. External costs of the scenario which does not operate with any development of the nuclear capacity (*N-opt*) are EUR 357 million lower for the whole period 2020-2050 compared with *SEK*, while the scenarios which calculate with new nuclear generation capacity (*N35* and *N45*) have even lower external costs – by EUR 1,449 million compared with *SEK*. This comparison does not account for the benefits of reducing external costs in transport by replacing fossil fuels with electricity for powering vehicles, and the external costs of the nuclear energy, which fall sharply, in particular in the *N-opt* scenario.

Úvod

Česká ekonomika je výrazně závislá na spotřebě fosilních paliv. V roce 2014 se fosilní paliva podílela **53 % na výrobě elektrické energie, 91 % na výrobě tepla** a tvoří **75 % celkové hrubé spotřeby energie** České republiky, což výrazně převyšuje průměr Evropské unie (43 % výroby elektřiny, 70 % výroby tepla a 73 % hrubé spotřeby energie) (EC a DG Energy 2016). Spalování fosilních paliv však zároveň vede k emisím skleníkových plynů a znečišťujících látek, které přispívají ke změně klimatu nebo zhoršují lidské zdraví. Kromě hnědého uhlí, nejsou fosilní paliva v dominantní míře domácího původu, což implikuje závislost ekonomiky na dovozech.

Česká energetika se obdobně jako energetiky v jiných evropských státech nachází před rozcestím, jakým směrem se má dále vyvíjet. Velká část současných elektráren bude v následujících letech odstavena a vlivem útlumu těžby hnědého uhlí a zpřísnujících se emisních limitů bude většina uhelných tepláren nucena postupně přejít na jiný typ paliva (MPO 2015a). V této situaci je energetické modelování užitečným nástrojem, který nám pomáhá v pochopení možného vývoje struktury energetiky v delším časovém horizontu, dovozní závislosti ČR, vyvolaných nákladech a environmentálních dopadech. Výhodou modelů dílčí rovnováhy a optimalizačních modelů je, že hledají řešení s nejnižšími celospolečenskými náklady a tím se liší například od inženýrských modelů.

Jelikož vývoj energetiky závisí na mnoha více či méně pravděpodobných okolnostech, ať už daných tržním vývojem nebo politickým rozhodnutím, je vhodné vždy porovnávat více scénářů mezi sebou. Kupříkladu politicky stanoveného cíle můžeme dosáhnout různými cestami. Česká republika se zavázala ke splnění společných cílů EU 20-20-20 a 40-27-27 v roce 2020 a 2030¹, ale je čistě na ní, jakými nástroji a politikami těchto cílů dosáhne. Každá alternativa však může vést k jiným nákladům a technologickému mixu. Některé politiky, které se zdají být více přijatelné, nemusí k dosažení cílů dojít. Pomocí energetického modelování je možné jednotlivé varianty analyzovat a vyhodnotit.

Předmětem této studie je analýza možností snížení emisí skleníkových plynů v roce 2050 o 80 % oproti úrovni z roku 1990, jelikož se česká vláda se nyní přihlásila

¹ Cíle 20-20-20 – do roku 2020 za EU jako celek: snížit emise skleníkových plynů o 20 % ve srovnání se stavem v roce 1990, zvýšit podíl energie z obnovitelných zdrojů na 20 %, zvýšit energetickou účinnost o 20 %; Cíle 40-27-27 – do roku 2030 za EU jako celek: snížit emise skleníkových plynů o 40 % ve srovnání se stavem v roce 1990, zvýšit podíl energie z obnovitelných zdrojů na 27 %, zvýšit energetickou účinnost o 27 %.

k dlouhodobé strategii de-karbonizace Evropské unie, tzv. ***EU Energy Roadmap for Moving to a Competitive Low-Carbon Economy in 2050*** (EC 2011), která stanovuje cíl snížit do roku 2050 emise skleníkových plynů o **80–95 %** oproti úrovni z roku 1990. Ministerstvo životního prostředí České republiky (MŽP) proto připravuje návrh tzv. ***Antifosilního zákona***, který by pomohl snížit do roku 2050 emise skleníkových plynů o 80 % oproti roku 1990. Jako podkladový materiál pro probíhající diskuse byla zpracována ***Studie dopadů Antifosilního zákona*** (MŽP 2016), která predikuje strukturu výroby a užití paliv, včetně vyvolaných finančních výdajů a externích nákladů do roku 2050 pro tzv. Koncepční scénář (definovaný SEK) a Nízkoemisní scénář (reflektující Energy Roadmap).

Předkládaná studie navazuje na zmíněnou podkladovou studii MŽP (2016), ale využívá odlišnou metodologii. Zatímco studie MŽP (2016) odvozuje náklady z vyvolaných investičních a provozních požadavků elektroenergetické teplárenské soustavy pomocí inženýrských přístupů a s ohledem na zajištění energetické soustavy², v naší analýze využíváme optimalizační model TIMES-CZ, jehož cílem je nalézt ekonomicky nejvýhodnější řešení. Referenční scénář této studie představuje tzv. Koncepční scénář (MŽP 2016) založený na optimalizovaném scénáři SEK (MPO 2015b) a scénáře politiky reflektují předpoklady a podmínky Nízkoemisního scénáře (MŽP 2016), pro který jsme vytvořili tři varianty.

Prostřednictvím modelu TIMES-CZ³ tedy predikujeme ve čtyřech scénářích vývoj struktury technologií pro výrobu elektřiny a tepla, užití paliv a obnovitelných zdrojů energie, emisí skleníkových plynů a znečišťujících látek, celkové náklady energetické bilance, investiční náročnosti, a v konečném důsledku také externí náklady. Analýza pokrývá období 2020-2050, přičemž referenčním rokem modelu je rok 2012.

² Zpracovatel EGÚ Brno, a.s.

³ TIMES-CZ je energetický, technologicky orientovaný, dynamický model, který hledá optimum celkových společenských nákladů výroby energií a energetických služeb.

Kontext politiky ochrany klimatu

V oblasti emisí skleníkových plynů platí závazek EU snížit emise skleníkových plynů **v roce 2020 o 20 %** oproti roku 1990, který je součástí Klimaticko-energetického balíčku EU a jeho 20-20-20 cílů⁴ (Decision 406/2009/EC, Directive 2009/28/EC, Directive 2012/27/EU). Tento závazek je konkretizován rozhodnutím Evropského parlamentu a Rady č. 406/2009/ES, které pro ČR stanoví, že v roce 2020 může mít emise skleníkových plynů nejvýše o 9 % vyšší oproti roku 2005. Revize cílů Klimaticko-energetického balíčku z roku 2014 vedly ke stanovení závazných cílů v rámci EU na úrovni 40-27-27 do roku 2030, přičemž závazný cíl pro emise skleníkových plynů je stanoven na **40 % do roku 2030** oproti roku 1990 (European Council 2014). Tento cíl se dále rozpadá na cíl snížit emise odvětví, na něž se vztahuje systém obchodování s emisemi, do roku 2030 o 43 % oproti roku 2005 a emise v odvětvích, která do systému obchodování s emisemi nespádají o 30 % oproti roku 2005.

Redukční cíle pro roky 2020 a 2030 jsou součástí obecnější strategie de-karbonizace popsané v tzv. *EU Energy Roadmap for Moving to a Competitive Low-Carbon Economy in 2050* (EC 2011). V rámci této strategie se EU zavázala do roku 2050 snížit emise skleníkových plynů **o 80–95 %** k roku 2050 oproti úrovni z roku 1990 v rámci nezbytného snižování emisí ve vyspělých zemích jako celku, přičemž v elektroenergetice by snížení emisí skleníkových plynů mělo dosahovat 96 až 99 %. Strategie hluboké dekarbonizace („*Deep decarbonisation*“) ekonomiky EU byla také podpořena dohodou z COP 21 v Paříži z 12. prosince 2015, která vyzývá k urychlenému snížení emisí.⁵

Prostřednictvím stávajících politik a opatření by se mělo na úrovni ČR podařit naplnit cíle vyplývající z legislativy EU pro roky 2020 (-20%) a 2030 (-40%).

⁴ Cíle Klimaticko-energetického balíčku se týkají snížení emisí skleníkových plynů, procentního podílu výroby energie z obnovitelných zdrojů a procentního zvýšení podílu energetické účinnosti do roku 2020 (20-20-20) nebo roku 2030 (47-30-30).

⁵ Oteplování se má podle textu pařížské dohody udržet pod dvěma stupni Celsia, nejlépe do 1,5 stupně ve srovnání s předindustriálním obdobím. Signatáři dohody se zavázali, že proto dále výrazně omezí emise, především oxidu uhličitého. Pařížský dokument nahrazuje Kjótský protokol z roku 1997. Tento nový klimatický plán podepsali v prosinci 2015 v Paříži zástupci téměř 200 zemí. K 5. říjnu 2016 dohodu ratifikovalo 55 zemí, které se podílejí na celosvětových emisích skleníkových plynů více než 55 procenty. Bylo tak dosaženo cíle pro platnost a dohoda vstoupila v platnost do 30 dní od tohoto data. Koncem roku 2016 Sněmovna Parlamentu ČR nedokončila úvodní kolo debaty o ratifikaci pařížské klimatické dohody, čímž se ČR stala jednou z mála států, které dohodu ještě neratifikovaly. Ratifikovat pařížskou klimatickou dohodu se zavázala vláda ČR do konce svého období.

Státní energetická koncepce – SEK (MPO 2015b) schválená vládou ČR v květnu 2015 by měla také vést k naplnění cílů stanovených pro rok 2030. Snižování využití fosilních paliv v české ekonomice má vést k 116,6 mil. t CO₂ekv. v roce 2020, 96,6 mil. t CO₂ekv. v roce 2030 a 73,5 mil. t CO₂ekv. v roce 2050, což představuje snížení o 39 %, 50 % a 62 % oproti roku 1990. Cíle SEK však nejsou dostatečné, aby došlo k naplnění závazků stanovených v Energy Roadmap pro rok 2050, který znamená pro Českou republiku snížení emisí skleníkových plynů (CO₂ekv.) z úrovně 192,7 milionů tun v roce 1990 na 38,5 milionů tun CO₂ekv. v roce 2050 (o 80 %).⁶

Cíle Energy Roadmap pro rok 2050 reflektuje **Analýza proveditelnosti legislativy v rámci snižování závislosti na fosilních palivech v podmínkách České republiky**⁷ (Vláda ČR 2016). Na základě jejích predikcí uvádí hodnotu cíle pro ČR roku 2030 na úrovni 103,1 Mt CO₂ekv., což odpovídá obecnému cíli pro EU ETS (redukce emisí o 43 % oproti roku 2005) a specifickému cíli pro non-ETS (pokles o cca 14 % oproti roku 2005 (EC 2016)). Pro následující období 2030 – 2050 jsou však v této Analýze stanovené emise pouze jako lineární trajektorie mezi úrovní 2030 a požadovanou maximální úrovní v roce 2050 (38,5 Mt CO₂ekv.), která však „...může být ještě v budoucnu revidována na základě další debaty o přijímané legislativě na úrovni EU“ (Vláda ČR 2016).

Jedním z uvažovaných nástrojů, jak dosáhnout požadovaného snížení emisí skleníkových plynů do roku 2050, byl návrh tzv. **Antifosilní zákona**, který měl pomoci naplnit cíle SEK a tak nastolit trend k omezení využití fosilních paliv v ČR do roku 2050. Vláda původně uložila ministru životního prostředí vypracovat návrh tohoto zákona do 30. září 2016. Po vypořádání meziresortního připomínkového řízení by měl být zákon projednán vládou na začátku roku 2017.

⁶ Při započtení emisí a propadů z využití území, změny ve využití území a lesnictví. (Land use, land-use change and forestry (LULUCF))

⁷ V usnesení vlády České republiky z 9. března 2016 došlo k schválení Analýzy proveditelnosti legislativy v rámci snižování závislosti na fosilních palivech v podmínkách České republiky; viz <http://www.komora.cz/download.aspx?dontparse=true&FileID=16447>

Model, data a předpoklady scénářů

Model

Model TIMES-CZ je energetický, technologicky orientovaný, dynamický model, který hledá optimum celkových společenských nákladů výroby energií a energetických služeb (Rečka 2016). TIMES-CZ vychází z modelu TIMES-PanEU pro region ČR, kdy ale výrazným způsobem rozšiřuje jeho strukturu a aktualizuje vstupní data na výchozí rok 2012. Časový horizont modelu je tak od roku 2012 do 2050. TIMES-CZ zahrnuje celou energetickou bilanci ČR od primárních zdrojů až po konečnou spotřebu energie. Zdroje zařazené do systému emisního obchodování EU ETS jsou modelovány jednotlivě (ve všech sektorech s výjimkou výroby železa a oceli a zpracování ropy a plynu).

TIMES-CZ optimalizuje energetický systém na základě objektivní funkce, která minimalizuje celkové diskontované náklady systému.

Více o modelu naleznete v příloze a na www.times-cz.czp.cuni.cz.

Vstupní data a předpoklady modelu

Vstupní data modelu můžeme rozdělit na data:

- o energetickém systému (stávající spotřeba energií a technologie) a
- předpoklady o vývoji exogenních parametrů jako jsou ceny paliv, emisních povolenek, technologií či vývoj poptávky.

Hlavními zdroji dat o energetickém systému jsou energetická bilance Eurostatu, databáze REZZO (Registr emisí a zdrojů znečištění ovzduší), Emisních hlášení systému EU ETS a údaje z Energetického regulačního úřadu. Tyto data jsou v modelu aktualizována k roku 2012 a rok 2012 je tedy výchozím rokem modelu, ke kterému je model i kalibrován.

Předpoklady o vývoji exogenních parametrů zpravidla můžeme rozdělit na ty, které jsou společné pro všechny modelované scénáře a ty, které mohou být v jednotlivých scénářích odlišné a definují tak daný scénář. Aby bylo možné interpretovat vliv jednotlivých parametrů, měla by být vždy většina parametrů společná pro všechny scénáře. V našem případě jsou to předpoklady o cenách a technických parametrech technologií, ceny paliv a elektřiny a vývoj dopravních výkonů.

Ceny a technické parametry technologií jsou převzaty z evropského modelu TIMES-PanEU (Capros et al. 2014). Mimo jiné se předpokládá výrazné snížení nákladů a průmyslové rozšíření výroby vodíku pomocí elektrolýzy, což umožní relativně dostupné skladování elektřiny.⁸ Ceny a technické parametry hlavních nových technologií na výrobu elektřiny jsou aktualizovány dle studie německého Institutu pro ekonomický výzkum (DIW) (Schröder et al. 2013), která byla vytvořena právě za účelem sjednocení předpokladů napříč různými modely a zeměmi.

Předpoklady o vývoji cen paliv jsou pro modelování vývoje energetiky optimalizačními modely stěžejními a jejich výše přímo ovlivňuje výsledky predikcí. Pro energetické modelování jsou zpravidla přejímány predikce cen mezinárodních organizací jako Mezinárodní energetické agentury či Světové banky.⁹ Abychom byli konzistentní, převzali jsme předpoklady o cenách hlavních paliv a elektřině ze studie MŽP (2016), která přejímá predikce Světové banky. Ceny těchto paliv ukazuje Tabulka 1, přičemž cena hnědého uhlí je odvozena od ceny černého uhlí.

Studie MŽP (2016) neuvádí předpoklad ceny biomasy, proto v tomto případě přebíráme předpoklad z modelu TIMES-PanEU pro Českou republiku, kde je cena biomasy odstupňována ve třech úrovních od 0,5 EUR po 2,5 EUR za PJ v závislosti na jejím využitím množství¹⁰, ale růst jejích reálných cen v čase se nepředpokládá.

Tabulka 1 Předpokládané ceny hlavních paliv [EUR2012/GJ]

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Ropa	7,2	8,9	9,4	10,0	10,5	11,2	11,8
Zemní plyn	4,1	4,9	5,2	5,5	5,8	6,1	6,4
Černé uhlí	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1
Hnědé uhlí	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8

⁸ Technologie výroby vodíku elektrolýzou zůstává i při tomto předpokladu nákladnou technologií (11,7 EUR na GJ/a instalované kapacity v roce 2030.)

⁹ Pro zjištění vlivu odlišného vývoje cen paliv na vývoj energetiky je vhodné provést citlivostní analýzu. Tu v této studii z rozsahových důvodů neprovádíme, ale v aplikaci modelu TIMES-CZ na <http://www.times-cz.czp.cuni.cz/>, lze vidět vliv různých cenových předpokladů na energetiku v ČR.

¹⁰ Předpokládá se, že při nízkém využití je dostupná levná biomasa, ale s rostoucí spotřebou je nutné využívat i hůře dostupnou, a proto dražší biomasu.

U ceny silové elektřiny se předpokládá její nárůst na 70 EUR za MWh do roku 2025 a poté bude růst přibližně o 1 % ročně na necelých 92 EUR za MWh v roce 2050. Cena silové elektřiny je však v modelu relevantní jen pro výnosy exportu a náklady importu elektřiny.

Předpokládanou cenu emisních povolenek EUA systému EU ETS ukazuje Tabulka 2, kdy cena povolenky stoupá až na 50 EUR za tunu CO₂.¹¹ Pro scénář SEK byla vytvořena i varianta, kdy cena povolenky stoupá až na 70 EUR, ale prezentovány jsou pouze výsledné emise skleníkových plynů v Graf 2.

Tabulka 2 Předpokládaný vývoj ceny emisní povolenky systému EU ETS

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
EUR/ tCO ₂	12	19	30	34	39	44	50

Dostupnost tuzemského hnědého uhlí je předpokládána v rámci aktuálně platných územních ekologických limitů těžby, po jejich částečném prolomení na dole Bílina v roce 2015.

V souladu s SEK se předpokládá nárůst objemu osobní automobilové přepravy o 20 % v roce 2050 oproti roku 2014 a silničních nákladních dopravních výkonů o 50 %.

I přes svou velmi detailní strukturu má model řadu zjednodušení. Významným zjednodušením je časové rozlišení – na čtyři roční období, každé s typickým dnem rozděleným na den, noc a špičku. Model tedy není v tomto ohledu natolik detailní, aby mohl zachytit všechny aspekty fungování elektrické soustavy a zejména náklady spojené s rozvojem intermitentních obnovitelných zdrojů tak mohou být podhodnoceny. Dalším zjednodušením je předpoklad kompletní obměny většiny technologií mimo sektor výroby elektřiny a tepla, včetně například osobního i nákladního vozového parku do roku 2023. U vlaků se předpokládá kompletní obměna do roku 2028.

¹¹ Jelikož cena povolenek EUA se utváří na celoevropském trhu, kde tvoří emise z České republiky jen malou část. Je cena povolenky EUA exogenním parametrem modelu.

Scénáře

Pro posouzení možností snižování skleníkových plynů v ČR vycházíme z jednoho referenčního scénáře, který reflektuje už schválenou legislativu a koncepci. Tento scénář nazýváme SEK, jelikož vychází ze Státní energetické koncepce 2015 (studie MŽP 2016 nazývá tento scénář *Koncepční*). Scénář *SEK* – oproti *Koncepčnímu* scénáři – je upraven tak, aby více odpovídal schválené Státní energetické koncepci. *SEK* scénář, jako i *Koncepční* scénář, však nevede ke splnění 80% redukčního cíle.

Cíl 80% snížení emisí skleníkových plynů do roku 2050 splňuje *Nízkouhlíkový scénář*, který podobně jako scénář SEK, vychází ze Studie dopadů antifosilního zákona (MŽP 2016).¹²

Předcházející studie (Rečka a Ščasný 2016, 2013) ukázaly, že největším zdrojem rozdílu v predikcích vývoje energetiky je existence nové jaderné elektrárny, respektive předpoklad o dožití stávajících jaderných elektráren. Zatímco scénář *SEK* předpokládá výstavbu čtyř nových jaderných bloků o celkovém instalovaném výkonu 4800 MW (stejně jako *Koncepční* i *Nízkoemisní* varianty v MŽP (2016)), v *Nízkouhlíkovém*¹³ scénáři předpokládáme celkem tři různé varianty, které se liší právě předpokladem o výstavbě nových jaderných zdrojů a životnosti jaderné elektrárny Dukovany¹⁴:

- **Varianta N35** předpokládá životnost jaderné elektrárny Dukovany do období 2035-37 a výstavbu čtyř nových jaderných bloků (dva v JE Temelín a další dva jako náhradu za JE Dukovany) o celkovém instalovaném výkonu 4800 MW.
- **Varianta N45** předpokládá prodloužení životnosti Dukovan až do období 2045-47 a také výstavbu čtyř nových jaderných bloků o celkovém instalovaném výkonu 4800 MW, ale později 2400 MW nahradí až dosluhující Dukovany.

¹² Technicky má *Nízkouhlíkový* scénář shora omezené celkové emise skleníkových plynů tak, aby bylo dosaženo snížení těchto emisí v roce 2050 o 80 % oproti úrovni z roku 1990.

¹³ Pokud nebude označeno jinak, pojmem *Nízkouhlíkový* jsou dále myšleny všechny tři varianty.

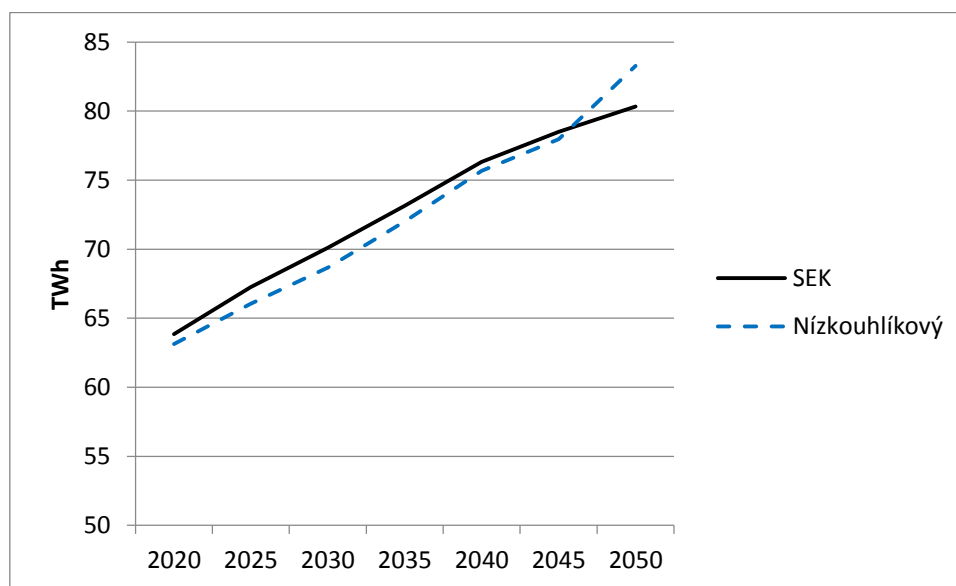
¹⁴ Vláda ve schválené Státní energetické koncepci (MPO 2015b) i Národním akčním plánu rozvoje jaderné energetiky v České republice (MPO a MF 2015) počítá s výstavbou až čtyř jaderných bloků. Zároveň však byl v roce 2014 zrušen tendr na dostavbu dvou bloků v jaderné elektrárně (JE) Temelín, jelikož ČEZ nebyl schopen tuto investici realizovat bez státních záruk a garantované výkupní ceny elektřiny. Podobně se v současnosti vedou diskuse o reálné délce životnosti JE Dukovany, jejíž původní konstrukční životnost měla skončit po 40 letech mezi lety 2025 a 2027. Z technického hlediska zřejmě není problém prodloužení životnosti o 10 let do rozmezí let 2035 a 2037, ale uvažuje se i o prodloužení životnosti na celkových 60 let do rozmezí let 2045 a 2047.

- **Varianta N-opt** nepředpokládá ad hoc politické rozhodnutí o výstavbě jaderných elektráren. Jakákoliv instalace jaderných zdrojů je tak výsledkem ekonomické optimalizace (minimalizace nákladů systému).

Stejně jako ve Studii dopadů antifosilního zákona (MŽP 2016) je spotřeba elektřiny převzata ze Zprávy o očekávané dlouhodobé rovnováze mezi nabídkou a poptávkou elektřiny a plynu (OTE 2016).¹⁵ Spotřeba elektřiny se mezi scénáři liší díky různému stupni rozvoje elektromobilů a úspor, jak ukazuje Graf 1. Spotřeba elektřiny elektromobily je předpokládána pro rok 2050 na úrovni 4,9 TWh ve scénáři *SEK* a 9 TWh v *Nízkouhlíkovém* scénáři.

Dalším rozdílem je odlišné saldo exportu a importu elektřiny. *Nízkouhlíkový* scénář předpokládá nižší čisté vývozy elektřiny, jak je uvedeno v Tabulka 3, a v posledních pěti letech je dokonce dovolen čistý import elektřiny necelých 500 MWh.

Graf 1 Vývoj čisté spotřeby elektřiny včetně spotřeby elektromobilů pro scénáře SEK a Nízkouhlíkový



Pozn.: V tomto i všech následujících grafech uvádíme průměrné roční hodnoty za 5-leté období. Například údaj pro rok 2020, zahrnuje průměrné roční emise pro období 2018-2022.

¹⁵ Predikce spotřeby je determinována řadou faktorů, přičemž nejdůležitějším je vývoj HDP. Dalšími faktory jsou ceny elektrické energie a jejich přímých substitutů, nebo změna chování spotřebitelů vedoucích k úsporám energií a vývoj účinnosti spotřebičů. V naší studii předpokládáme vývoj spotřeby elektrické energie tak, jak jí predikuje OTE. Jiná predikce vývoje spotřeby elektrické energie by mohla vést k jinému mixu užívaných technologií a paliv a nákladů (viz Rečka a Ščasný 2016).

Tabulka 3 Předpokládané čisté exporty elektřiny v jednotlivých scénářích [TWh]

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
SEK	14,3	12,5	7,7	0,0	4,5	2,3	4,5	3,6
Nízkouhlíkový	14,3	12,5	6,5	2,1	4,5	1,3	0,3	0,0

Technologie zachytávání a skladování emisí CO₂ (Carbon Capture and Storage – CCS) není v žádném ze scénářů uvažována ze dvou důvodů: 1) Predikce nákladů technologií CCS z uhlí, které by byly vzhledem k zásobám hnědého uhlí v ČR nejperspektivnější, jsou výrazně vyšší než ostatních technologií na výrobu elektřiny¹⁶ (Rocky Mountain Institute 2015); 2) Možnosti skladování CO₂ v České republice nejsou dosud prozkoumány.¹⁷

Výsledky scénářů

Model TIMES má 5 letý krok, proto všechny údaje vztažené ke konkrétnímu roku představují průměr za 5 leté období. Výsledky modelu je třeba vždy brát s ohledem na předpoklady a omezení modelu. Proto spíše než absolutní hodnoty jsou důležité trendy v jednotlivých scénářích a rozdíly mezi jednotlivými scénáři.

Emise skleníkových plynů

Graf 2 ukazuje vývoj emisí skleníkových plynů ve dvou variantách scénáře *SEK* při ceně emisní povolenky 50 a 70 EUR v roce 2050 a v Nízkouhlíkovém scénáři. Splnění cíle 40% snížení emisí skleníkových plynů v roce 2030 není problém v žádném scénáři. Cíl 80% snížení emisí skleníkových plynů v roce 2050 je však splněn jen v *Nízkouhlíkovém* scénáři.

Ve scénáři *SEK* je kromě přirozeného zvyšování účinnosti technologií jediným impulsem ke snížení emisí skleníkových plynů cena povolenky EUA. Z toho důvodu dochází v tomto scénáři ke snižování emisí skleníkových plynů téměř výlučně v sektorech zařazených do systému emisního obchodování EU ETS, jak ukazuje Graf 3.

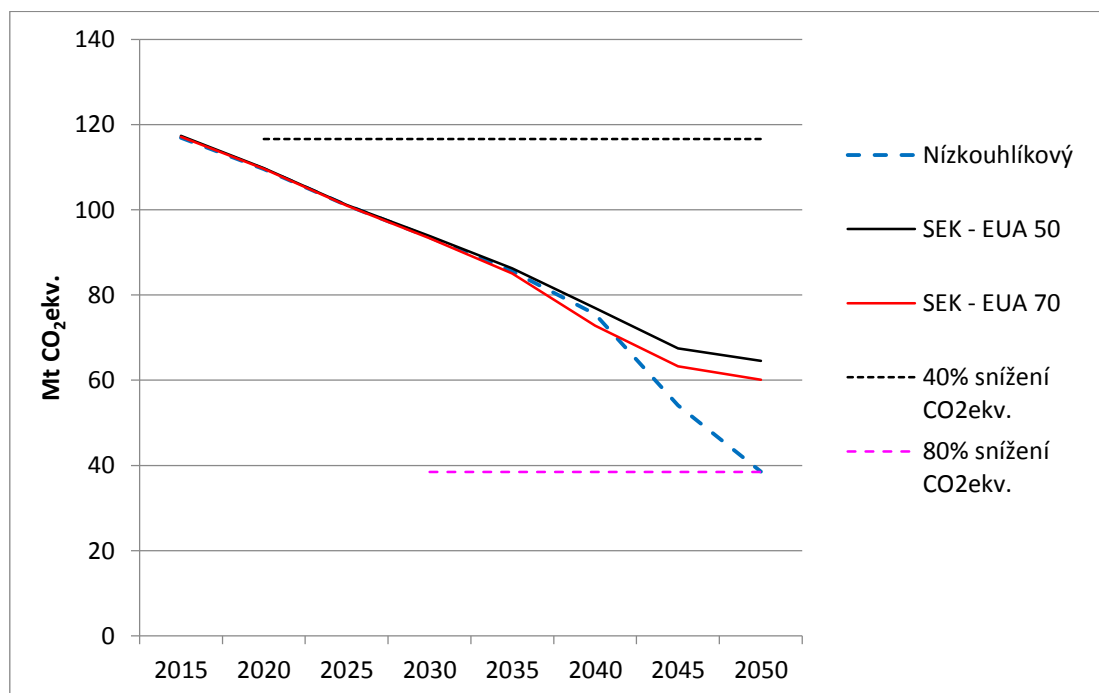
¹⁶ Perspektivněji než zachytávání a skladování CO₂ se jeví jeho zachytávání a další využití v průmyslových procesech. Tyto technologie však nejsou zahrnuty v současné verzi modelu.

¹⁷ Česká geologická služba zahájila v lednu 2015 projekt na přípravné fázi záměru vybudování výzkumného pilotního úložiště oxidu uhličitého v ČR (<http://www.geology.cz/repp-co2>).

Při ceně emisní povolenky EUA do 50 EUR dochází do roku 2050 ke snížení emisí na 64,5 milionu tun CO₂ek (66,5% snížení). Vyšší cena povolenky až 70 EUR v roce 2050 vede k výraznějšímu snížení emisí až na 60 milionů tun CO₂ek, což ale představuje pouze 69% snížení oproti roku 1990.

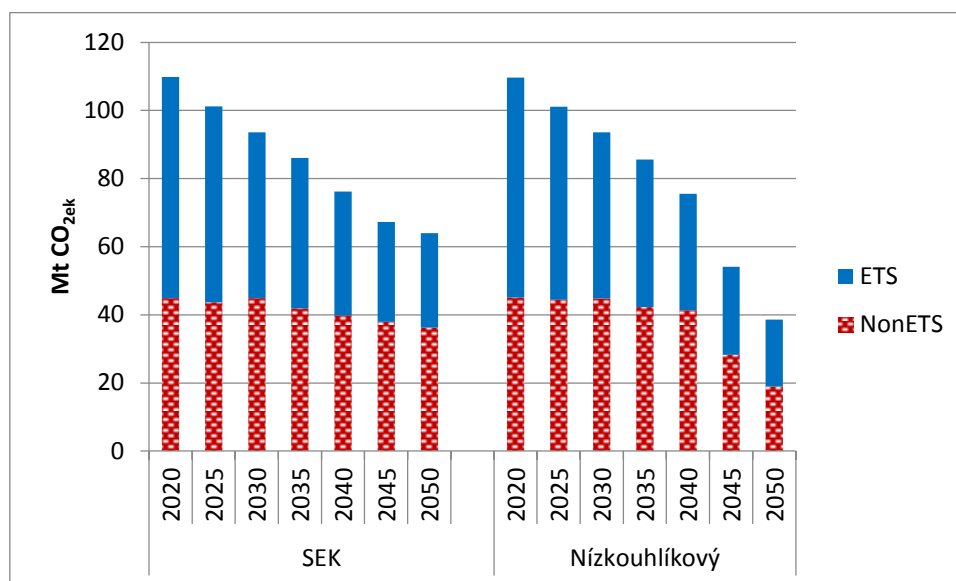
V *Nízkouhlíkovém* scénáři emise skleníkových plynů kopírují horní omezení modelu a klesají na 38,5 milionu tun CO₂ek v roce 2050, což odpovídá 80% snížení oproti roku 1990. V tomto scénáři také dochází k výraznějšímu poklesu emisí v sektorech mimo systém emisního obchodování EU ETS. Konkrétně v roce 2050 na necelých 19 tun CO₂ek oproti 36 tunám CO₂ek ve scénáři *SEK*, jak ukazuje Graf 3.

Graf 2 Emise skleníkových plynů do roku 2050 [mil. tun CO₂ek]



Pozn.: EUA 50 značí předpoklad růstu ceny emisní povolenky až na 50 EUR jako v Tabulka 2, který je aplikován i pro Nízkouhlíkové scénáře; EUA 70 značí růst ceny emisní povolenky až na 70 EUR v roce 2050.

Graf 3 Emise skleníkových plynů ze sektorů EU ETS a mimo EU ETS [mil. tun CO₂ek]



Pozn: ETS označuje zařízení, která jsou regulována EU systémem obchodování emisemi skleníkových plynů (EU ETS); NonETS označuje zařízení, která do systému EU ETS nespádají.

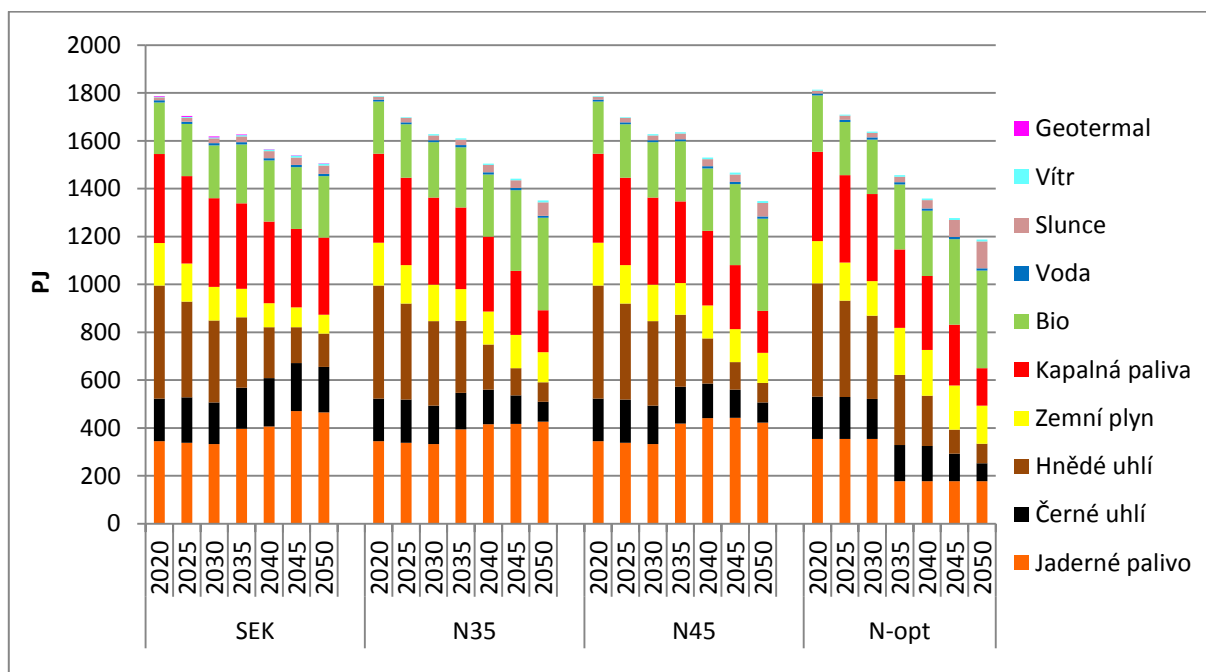
Spotřeba primární energie a výroba elektřiny

Jak ukazuje Graf 4, spotřeba primární energie klesá ve všech scénářích díky vyšší účinnosti technologií a úsporným opatřením. Ve scénáři *SEK* dochází k nejmenšímu poklesu celkové spotřeby primární energie, o 15,7 % z 1785 PJ v roce 2020 na 1506 PJ v roce 2050. Ve scénářích *N35* a *N45* dochází mezi lety 2020 a 2050 k 24% snížení spotřeby primární energie. Ve scénáři *N-opt* je snížení spotřeby primární energie nevýraznější, 34%. To je z části dané nižším podílem jaderné energie po roce 2035, jelikož účinnost jaderných elektráren je nižší než u spalovacích technologií.

Ve scénáři *SEK* dochází spolu s výstavbou nových jaderných zdrojů k nárůstu spotřeby jaderného paliva. Naopak klesá spotřeba hnědého uhlí 473 PJ v roce 2020 na 139 PJ a to zejména kvůli poklesu dostupnosti domácího hnědého uhlí a dožívání hnědouhelných elektráren. Klesá rovněž spotřeba zemního plynu ze 180 PJ v roce 2020 na 80 PJ 2050. Největší podíl na tomto poklesu má spotřeba plynu v domácnostech, která v tomto období klesá o 74 %, což je způsobeno menší energetickou náročností budov a přechodem k jiným zdrojům tepla, zejména tepelným čerpadlům. Mírný pokles můžeme pozorovat i u kapalných fosilních paliv z 372 PJ v roce 2020 na 322 PJ v roce

2050. Za tímto poklesem je nižší spotřeba topných olejů a nižší spotřeba fosilních paliv v dopravě vlivem vyšší účinnosti automobilů a přechodem na alternativní paliva.

Graf 4 Spotřeba primární energie [PJ]



Pozn: BIO zahrnuje biomasu a bioplyn.

Spotřeba černého uhlí s mírnými výkyvy roste ze 177 PJ v roce 2020 až na 201 PJ v roce 2040, a poté mírně klesá na 190 PJ v roce 2050. Zároveň dochází nárůstu podílu černého uhlí využívaného k výrobě elektřiny a tepla na úkor jeho jiného využití. Výrazněji roste spotřeba biomasy a bioplynu, která je v roce 2020 již výrazně vyšší než v současnosti a dále stoupá z 214 PJ v roce 2020 na 257 PJ v roce 2050. Příspěvek fotovoltaiky roste z 12 PJ v roce 2020 na 35 PJ v roce 2050. Využití větrné energie roste jen o něco pomaleji z 3 na 8 PJ a dosahuje tak svého maximálního předpokládaného dostupného potenciálu. Využití potenciálu geotermální energie kolísá mezi 1 a 3 PJ. Využití vody zůstává konstantní na 9 PJ.

V nízkouhlíkových scénářích *N35* a *N45* je spotřeba primární energie, co do výše i struktury, prakticky shodná. Oproti scénáři *SEK* je zde v posledních deseti letech nižší spotřeba jaderného paliva díky nižšímu využití jaderných elektráren z důvodu částečného regulačního využití kvůli výraznému nárůstu volatilních obnovitelných zdrojů. Spotřeba černého uhlí klesá o více než 50 % na 83 PJ v roce 2050, kdy klesá jeho využití i výrobě elektřiny a tepla i v průmyslu. Spotřeba hnědého uhlí klesá od roku

2040 výrazněji než ve scénáři *SEK* až na 82 PJ v roce 2050. Podíl zemního plynu na celkové spotřebě primárních paliv zůstává přibližně na 10 %, což v absolutních číslech znamená 26% pokles na 125 PJ v roce 2050. Zejména s rozvojem elektromobility po roce 2040 prudce klesá spotřeba fosilních kapalných paliv až na 172 PJ v roce 2050, což odpovídá pouze 46 % roku 2020 a 45 % roku 2014. Naopak výrazně roste produkce a spotřeba biomasy, bioplynu a biopaliv až na 385 PJ v roce 2050, což představuje téměř trojnásobek úrovně roku 2014. Tím tato skupina paliv získává druhý největší podíl na celkové primární spotřebě paliv ve výši 29 % procent. Využití sluneční energie je v roce 2050 oproti scénáři *SEK* vyšší o 21 PJ. Využití větrné i geotermální energie je stejné jako ve scénáři *SEK*.

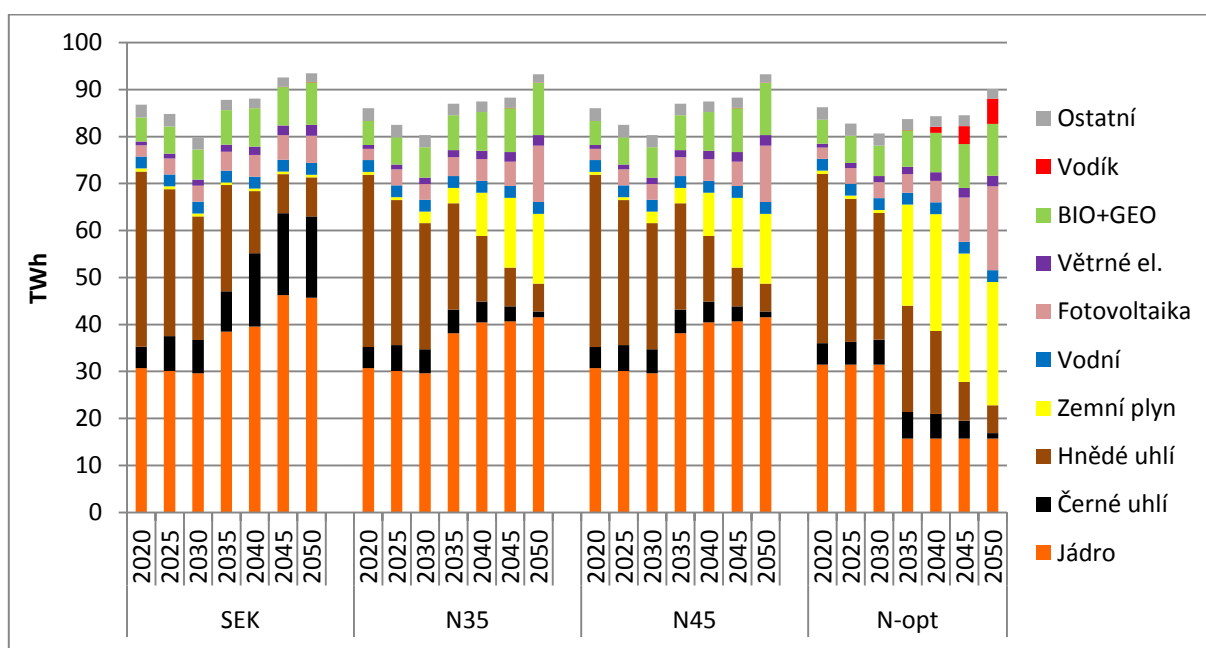
Ve scénáři *N-opt* na základě optimalizace nedojde ke stavbě nových jaderných zdrojů. Po odstavení elektrárny Dukovany tedy spotřeba jaderného paliva klesne na úroveň 177 PJ. Spotřeba hnědého uhlí je stejná, ale spotřeba černého uhlí klesá ještě výrazněji než ve scénářích *N35* a *N45* na 75 PJ v roce 2050. Větší podíl získává naopak zemní plyn, který přechodně roste po odstavení Dukovan v roce 2035 na 197 PJ, a poté mírně klesá na 159 PJ v roce 2050. Pokles spotřeby fosilních kapalných paliv je rovněž ještě výraznější a v roce 2050 vede ke spotřebě 157 PJ, což představuje jen 42 % úrovně roku 2020. Vyšších hodnot naopak dosahují biomasa a bioplyn – v roce 2050 dohromady 408 PJ a využití sluneční energie dosahuje v roce 2050 113 PJ.

Jak ukazuje Graf 5, výroba elektřiny ve všech scénářích do roku 2030 klesá, jak klesá export elektřiny rychleji, než roste tuzemská spotřeba. Poté výroba elektřiny roste s růstem spotřeby a ve scénáři *SEK* také s exportem elektřiny, v *Nízkouhlíkových* scénářích pak zejména s rozvojem elektromobility. V scénáři *N-opt* je růst výroby elektřiny nižší, jelikož dochází k masivnějšímu přesunu výroby elektřiny blíže ke spotřebiteli, a tím jsou menší ztráty v přenosové síti. Výrazný je především nárůst průmyslových samovýrobů.

Ve scénáři *SEK* roste výroba elektřiny z jádra dle předpokladů až na 49 % celkové výroby v roce 2050, snižuje se podíl hnědého uhlí, ale ne tak výrazně jako v *Nízkouhlíkových* scénářích. Naopak výrazně roste výroba elektřiny z černého uhlí až na více než 17 TWh od roku 2045 oproti 4,5 TWh v roce 2020. Výroba elektřiny z uhlí tak od roku 2020 poklesne o 39 % na 25,6 TWh, což představuje pokles podílu na celkové výrobě elektřiny ze 48 % roku 2020 na 27 % v roce 2050. Výroba z vody a zemního plynu zůstává stejná. Roste však výroba elektřiny z jiných obnovitelných

zdrojů. Nejvýrazněji roste výroba elektřiny z větru, která se téměř ztrojnásobí na 2,3 TWh v roce 2050. Následuje fotovoltaika, která se od roku 2020 do roku 2050 více než zdvojnásobí na 5,8 TWh, a biomasa s bioplynem a geotermální energií, jež dohromady dosáhnou více než 9 TWh v roce 2050, z čehož 1,6 TWh – odpovídající předpokládanému potenciálu – připadá na geotermální energii.

Graf 5 Výroba elektřiny dle energetických zdrojů (bez akumulace) [TWh]



Pozn: BIO+GEO zahrnuje výroby elektřiny z biomasy, bioplynu a geotermální energie.

V nízkouhlíkových scénářích *N35* a *N45* je část výkonu jaderných elektráren využita k regulaci kvůli vysokému podílu intermitentních obnovitelných zdrojů. Výroba elektřiny z jádra je proto od roku 2040 nižší než ve scénáři *SEK* a dosahuje 44,5% podílu na výrobě elektřiny v roce 2050. Výroba elektřiny z hnědého i černého uhlí po roce 2035 rychle klesá a v roce 2050 má uhlí podíl na výrobě elektřiny jen 7,7 %. Několikanásobně naopak roste výroba elektřiny ze zemního plynu až na 14,8 TWh v roce 2050, což představuje 16 % podíl na celkové výrobě elektřiny. V posledních pěti letech sledovaného období také oproti scénáři *SEK* výrazně roste výroba elektřiny ze slunce až na 12 TWh a 13% podíl na výrobě elektřiny v roce 2050. Od roku 2040 je oproti scénáři *SEK* vyšší i výroba elektřiny z biomasy a bioplynu, v roce 2050 celkem o 2 TWh.

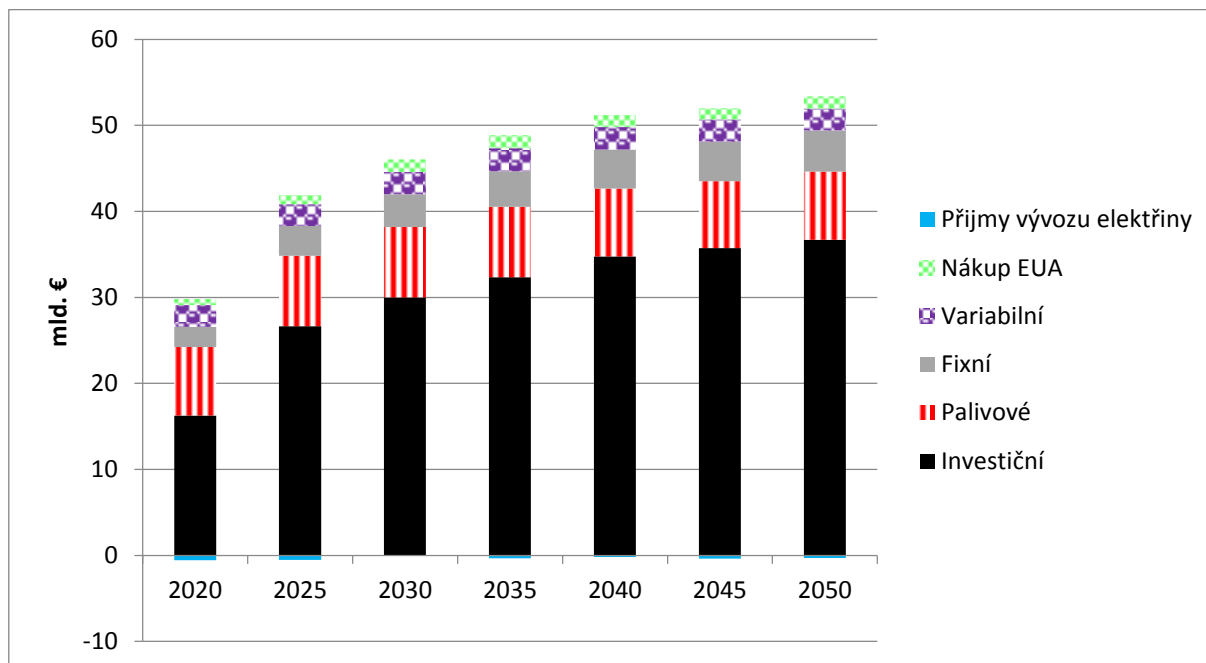
Jak již bylo zmíněno, ve scénáři *N-opt* nedochází k výstavbě nových jaderných zdrojů a po odstavení elektrárny Dukovany vyrábí elektřinu z jádra již jen elektrárna Temelín. Podíl elektřiny z jádra proto klesá až na 17,5 % v roce 2050. Výroba elektřiny z uhlí má obdobný průběh jako ve scénářích *N35* a *N45* jen s tím rozdílem, že pokles z výroby z hnědého uhlí je mezi lety 2035 a 2045 pomalejší, jelikož v roce 2040 hnědé uhlí z malé části vyrovnává výpadek výroby po odstavených Dukovanech. Výrazný rozvoj nastává u zemního plynu, který nahrazuje odstavenou elektrárnu Dukovany a jeho podíl na výrobě elektřiny se od roku 2040 pohybuje okolo 30 %. Od roku 2045 také zesiluje rozvoj fotovoltaiky, která dosahuje svého předpokládaného potenciálu na úrovni 17,8 TWh v roce 2050. Výroba elektřiny z biomasy a bioplynu je stejná jako ve scénářích *N35* a *N45*. Z důvodu dosažení emisního cíle a dobré skladovatelnosti je od roku 2040 část elektřiny vyráběna z vodíku, který je vyráběn z vody za pomoci sluneční energie. V roce 2050 se takto vyrobí 5,4 TWh, což odpovídá 6 % vyrobené elektřiny.

Náklady

Celkové průměrné roční anualizované nediskontované náklady energetické bilance rostou od roku 2020 především kvůli investičním nákladům, jak ukazuje Graf 6 znázorňující náklady ve scénáři *SEK*. Ve scénáři *SEK* je nárůst celkových nákladů 80 % ze 30 miliard EUR v roce 2020 na 53 miliard EUR v roce 2050. Zároveň s objemem vyvážené elektřiny klesají i příjmy z exportu elektřiny. Kromě investičních nákladů stoupají také fixní provozní náklady¹⁸ a náklady na nákup emisních povolenek EUA – kvůli rostoucí ceně povolenky i přes snížení emisí CO₂.

¹⁸ Růst fixních nákladů, je z části daný tím, že u stávajících velkých energetických zdrojů jsou neznámé, a proto předpokládáné, jako nulové. Spolu s tím, jak jsou stávající zdroje nahrazovány novými, rostou i fixní náklady. To se nejvíce projevuje mezi lety 2020 a 2025, kde nahrazování stávajících technologií novými činí více než 90 % nárůstu fixních nákladů.

Graf 6 Průměrné analizované nediskontované náklady scénáře SEK pro jednotlivá období [mld. EUR]



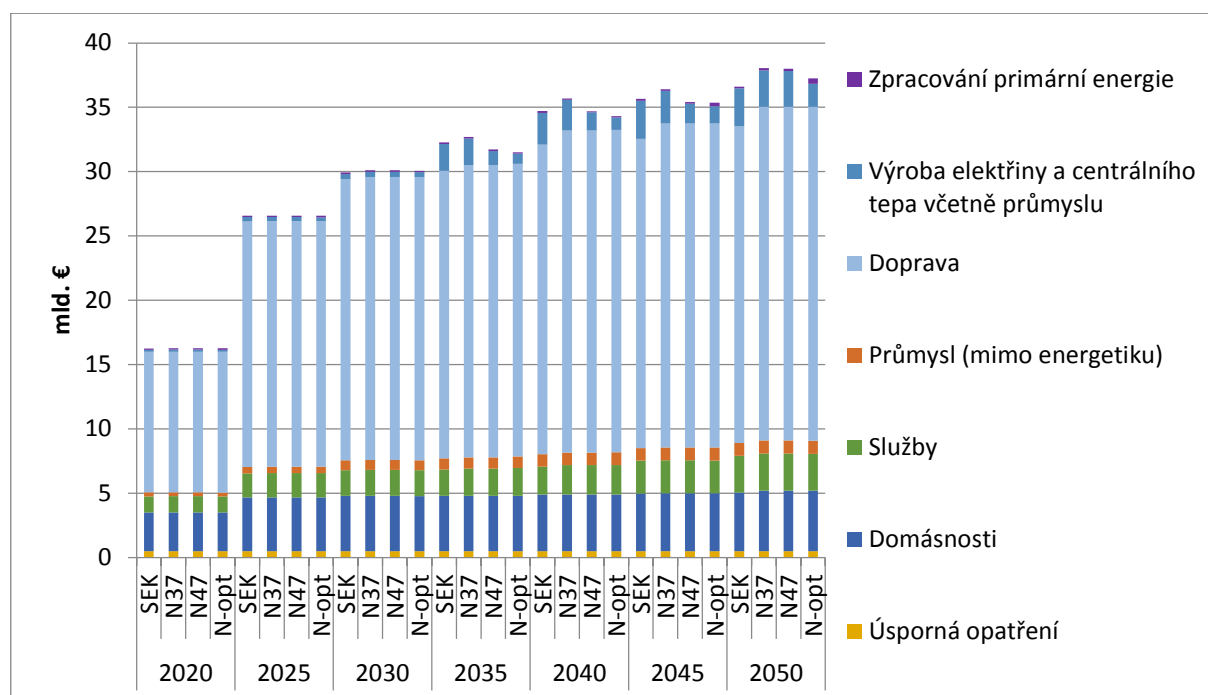
Tyto náklady zahrnují nejen přímé náklady na paliva a výrobní náklady elektřiny a tepla. Zahrnují rovněž náklady na pořízení a obnovu koncových spotřebičů energie, například dopravních prostředků. Graf 7 rozkládá investiční náklady všech scénářů na jednotlivá odvětví a ukazuje, že největší podíl na investicích má obnova vozového parku (67-73 %). To je z části způsobeno předpokladem modelu, kdy dochází k úplné obměně silničního vozového parku do roku 2023 a vlakového do roku 2028.

Mezi jednotlivými scénáři se však nejvýrazněji liší investiční náklady na výrobu elektřiny a centrálního tepla, kde hraje velkou roli výstavba nových jaderných zdrojů. V období 2035 až 2045 jsou proto investice v energetice ve scénářích *SEK* a *N-35* vyšší než ve zbývajících dvou scénářích, kde se nové jaderné zdroje staví později či vůbec. V roce 2050 je pak investice v energetice ve scénáři *N45* dorovnávají. Scénář *N-opt* má vysoké investice do energetiky na úrovni 3 mld. EUR v roce 2045, kdy dochází intenzivnímu rozvoji fotovoltaiky. V roce 2050 ale již klesají na 1,8 mld. EUR a částečně se přesouvají do zpracování primární energie - zejména výroby vodíku.

Dalším sektorem, kde se investiční náklady mezi scénáři liší, je doprava. Jelikož scénář *SEK* není nucen snižovat emise skleníkových plynů mimo sektor EU ETS, jsou zde

investice do obnovy vozového parku nižší než v ostatních scénářích, jelikož zde zůstává vysoký podíl levnějších vozidel na fosilní paliva.

Graf 7 Anualizované investiční náklady v jednotlivých odvětvích



Pozn.: ‚Doprava‘ zahrnuje obnovu silničního i kolejového vozového parku, ‚Služby‘ zahrnují energetické spotřebiče (včetně lokální výroby tepla a chlazení) kromě dopravy; ‚Domácnosti‘ zahrnují energetické spotřebiče (včetně lokální výroby tepla a chlazení) kromě dopravy

Pro analýzu nákladovosti jednotlivých energetických scénářů, je však podstatný především rozdíl nákladů mezi jednotlivými scénáři. Rozdíl průměrných anualizovaných nediskontovaných nákladů za rok ve vztahu ke scénáři *SEK* přináší Graf 8.

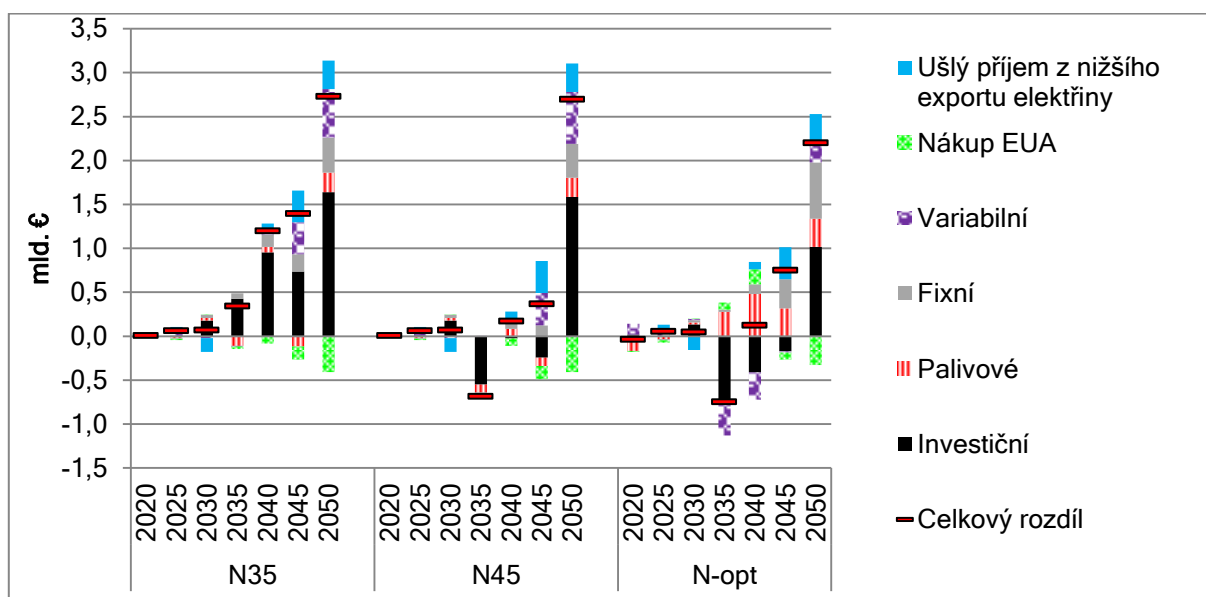
Do roku 2030 nejsou celkové rozdíly nákladů mezi scénáři významné. Od roku 2035 má na náklady vliv omezení emisí skleníkových plynů a vývoj jaderné energetiky. Rozdíl mezi scénáři *N35* a *N45* tvoří prodloužená životnost elektrárny Dukovany a s tím spojená odložená investice do nové jaderné elektrárny.¹⁹ Investiční náklady v těchto dvou scénářích oproti scénáři *SEK* zvyšuje zejména vyšší rozvoj investičně intenzivní fotovoltaiky a s ním spojená vyšší míra akumulace elektřiny a dále také vyšší rozvoj elektromobility. S vyšším rozvojem obnovitelných zdrojů rostou i fixní a variabilní provozní náklady. Nezanedbatelný je rovněž výpadek příjmů z nižšího exportu

¹⁹ Náklady na prodloužení životnosti elektrárny Dukovany nejsou v tuto chvíli i známé. V modelu jsou předpokládány jako nulové. Skutečné náklady scénáře *N45* by tedy měly být vyšší o náklady na prodloužení životnosti elektrárny Dukovany do rozmezí let 2045-47.

elektriny. Palivové náklady se od scénáře *SEK* liší nejvýše o 222 mil. EUR, ale v některých letech vykazují i úspory oproti *SEK*. Úspory z nižší potřeby nákupu emisních povolenek dosahují v roce 2050 410 mil. EUR.

Scénář *N-opt* má celkově náklady nižší než scénáře *N35* a *N45*. Oproti scénáři *SEK* se výrazněji liší od roku 2035. Nedochozí zde k výstavbě nových jaderných zdrojů, což vede k vyšším palivovým nákladům, ale do roku 2045 také k nižším investičním nákladům, jelikož jsou více využívány stávající především hnědouhelné zdroje. Od roku 2045 investice výrazně stoupají a s nimi fixní i provozní náklady. V součtu jsou průměrné roční náklady v roce 2050 v tomto scénáři o 2,2 miliardy EUR vyšší než ve scénáři *SEK*.

Graf 8 Rozdíl ročních nediskontovaných nákladů oproti scénáři *SEK* [mld. EUR]



Pokud bychom chtěli zohlednit rozložení nákladů v čase a vyjádřit jejich současnou hodnotu, musíme je diskontovat. V modelu je uvažovaná diskontní míra 7,5 %, což je v souladu s používanými mírami v energetickém modelování (Knopf et al. 2015; Stocks 1984). Jak ukazuje Tabulka 4, celkové náklady za celé modelované období diskontované k roku 2012 dosahují ve scénáři *SEK* 508 miliard EUR. Jelikož se náklady ostatních scénářů oproti scénáři *SEK* zvyšují až v druhé polovině sledované období, jsou rozdíly diskontovaných nákladů ostatních scénářů oproti *SEK* jen do půl procenta.

Tabulka 4 Celkové diskontované náklady za celé období při diskontní míře 7,5 % ve scénáři SEK a rozdíl variant Nízkouhlíkového scénáře oproti SEK

	SEK	N35-rozdíl	N45-rozdíl	N-opt-rozdíl
mld. EUR	508	+2,6	+0,7	+0,6
%		0,5%	0,1%	0,1%

Emise klasických polutantů a externality z výroby elektřiny a centrálního tepla

Vedlejším efektem snižování emisí skleníkových plynů je vliv na emise klasických polutantů, které vznikají při spalování paliv. Obecně snižováním spotřeby fosilních paliv většinou klesají i emise klasických polutantů. Ne vždy tomu tak musí být. Například spalováním biomasy v malých zdrojích žádnou či horší technologii na zachytávání škodlivin vzniká více nežádoucích emisí klasických polutantů než spalováním uhlí v elektrárně s moderními filtry a odlučovači.

Celkově emise klasických polutantů klesají ve všech scénářích vlivem tří hlavních faktorů: 1) tím, že nové technologie musí splňovat stále se zpřísnující emisní limity, 2) zvyšuje se podíl bezemisních obnovitelných zdrojů na úkor fosilních paliv, a 3) dochází k rozvoji bezemisních technologií v sektoru dopravy.

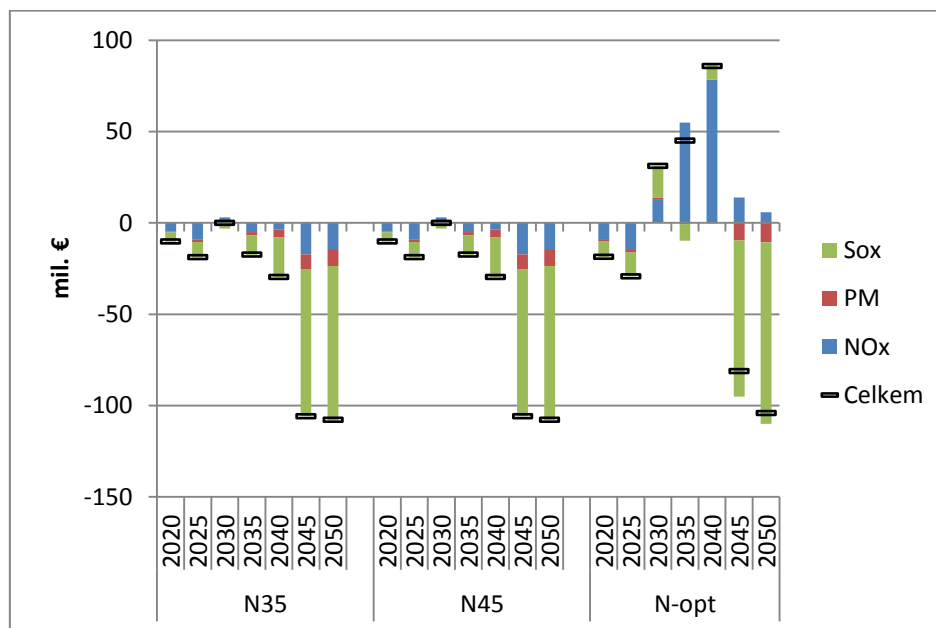
V roce 2012, základním roce modelu, dosahovaly celkové emise oxidů síry (SO_x) 154 kilotun (kt), oxidů dusíku (NO_x) 196 kt a tuhých částic (TZL) 47 kt. Z toho veřejná energetika odpovídala za 61 % u SO_x, 34 % u NO_x a 7 % u TZL. Doprava neprodukuje emise SO_x, ale přispěla k celkovým emisím 41% NO_x a 15 % TZL. Průmysl a jiné spalování paliv pak měly dohromady příspěvek ve výši 34% u SO_x, 23 % NO_x a 47 % u TZL.

Model TIMES-CZ zahrnuje pouze emise SO_x, NO_x a TZL pouze ze spalování paliv při výrobě elektřiny a tepla. V základním roce 2012 tedy zachycuje 53 % celkových emisí SO_x, 32 % NO_x a 12 % TZL.

Z emisí těchto polutantů z výroby elektřiny a tepla jsou pomocí přístupu dráhy působení (*Impact Pathway Analysis – IPA*), který se postupně rozvíjel v řadě projektů

podporovaných Evropskou komisí, souhrnně nazývaných ExternE (*externalities of Energy*) (Bickel a Friedrich 2005).

Graf 9 Rozdíl externalit z klasických polutantů z výroby elektřiny a centrálního tepla oproti scénáři SEK [mil. EUR ročně, průměr pro 5-leté období]



Ve scénáři *SEK* klesají celkové průměrné roční externality z klasických polutantů SOx, NOx a TZL z výroby elektřiny a dálkového tepla z **1 082 milionů EUR v roce 2020 na 659 milionů EUR**, což představuje přibližně **0,5% až 1% současného HDP**. Kumulativně za celé období do roku 2050 vede scénář *SEK* k negativním externalitám ve výši **31 miliard EUR**, což odpovídá **17 % HDP** v roce 2015.

Graf 9 uvádí rozdíly v ročních hodnotách externalit pro jednotlivé alternativní scénáře *N35*, *N45* a *N-opt* oproti hodnotám externalit scénáře *SEK* během celého analyzovaného období 2020-2050.

- Scénář *N35* a *N45* vede k výraznému snížení negativních dopadů na lidské zdraví a životní prostředí. Rozdíly v hodnotách externích nákladů oproti scénáři *SEK* se pohybují do roku 2040 mezi **10 a 30 miliony EUR ročně**. Výjimkou je období kolem roku 2030, kdy jsou celkové externality ve scénáři *SEK* jen mírně vyšší oproti scénáři *N35* a *N45*. Od roku 2045 však dochází k prohloubení rozdílu mezi dopady a obou alternativních scénářů *N35* a *N45* a *SEK*, přičemž tento rozdíl činí

108 mil. EUR v roce 2050. Zamezené externality jsou výsledkem nižší výroby elektřiny a tepla z černého a hnědého uhlí a vyššího podílu fotovoltaiky a zemního plynu ve scénářích *N35* a *N45*.

- Externality ve scénáři *N-opt* jsou determinovány tím, jak je výroba z jádra postupně nahrazována jinými energetickými zdroji. Celkové roční externality jsou ve scénáři *N-opt* nejprve **nižší než ve scénáři SEK**, mezi lety 2030 a 2040 však díky poklesu výroby elektřiny z jádra a jeho nahrazení zemním plynem jsou externality ve srovnání se *SEK* o **31 až 86 mil EUR vyšší**. Od roku 2045 však celkové externality prudce klesají díky masivnímu využití obnovitelných zdrojů energie, zejména fotovoltaiky, a částečně vodíku k výrobě elektřiny a dostávají se v letech 2045-2050 na úroveň o **81 až 104 mil. EUR níže** než ve scénáři *SEK*.

Kumulativně jsou externí náklady ve scénářích *N35* a *N45* o **1 449 mil. EUR nižší než ve scénáři SEK**. Stejně i Scénář *N-opt*, ve kterém musí být výroba elektřiny z jádra z velké části nahrazena jinými energetickými zdroji, vede k zamezení výrazného objemu externalit. Kumulativně scénář *N-opt* vede **ke snížení externalit o 357 mil. EUR**, což je přibližně čtvrtina hodnoty zamezených externalit ve scénářích *N35* a *N45*, ve kterých dojde k výstavbě nových jaderných zdrojů na základě politického rozhodnutí.

Všechny tři alternativní scénáře, které vedou ke snížení emisí skleníkových plynů o 80 %, vedou za celé sledované období mezi roky 2020 a 2050 k **celkově nižším hodnotám negativních externalit**. Negativní dopady na lidské zdraví a životní prostředí jsou tak nižší navzdory vyšším požadavkům na elektromobilitu, které budou vést celkově k vyšší poptávce, a tím i výrobě elektrické energie.

Připomínáme, že naše analýza úsporu v externích nákladech v důsledku snížení emisí v dopravě (jako efekt náhrady ropných produktů za elektřinu) nezahrnuje. Studie MŽP (2016) úsporu externích nákladů spojených se sníženými emisemi znečišťujících látek (SO₂, NO_x, TZL) z dopravy odhaduje ve výši 22 mld. Kč během stejného období 2020-2050, což odpovídá přibližně **929 mil. EUR**. V případě, že vezmeme v úvahu přínosy ze znečištění ovzduší při transformaci energií jako i z dopravy, scénáře vedoucí ke snížení emisí skleníkových plynů o 80 % vedou k celkovým přínosům ve výši 1 286 mil. EUR (*N-opt*) a 2 378 mil. EUR (*N35* a *N45*) ve srovnání s dopady přijaté politiky *SEK* 2015.

Naše analýza nezahrnuje ani přínosy ze snížení externalit ze snížené výroby elektrické energie z jaderných elektráren (zejména ve scénáři *N-opt*). Dle studie Markandya et al. (2010), kterou využívá také Rabl a Rabl (2013) mohou přitom externí náklady výroby energie z jaderných zdrojů činit kolem 0,21 EURcent/kWh.²⁰ Snížení podílu jaderné energetiky na výrobě elektřiny o 10% bodů (cca 8 TWh) tak může vést k přínosům ze zamezení externích nákladů ve výši kolem **20 mil. EUR ročně**.

Diskuse a závěr

Energetické modelování nám ukazuje možný vývoj za daných předpokladů. Celkově nám model TIMES-CZ poskytuje spíše dolní odhad nákladů přechodu k nízkouhlíkové ekonomice, jelikož do něj nejsou zahrnuty úplně všechny náklady spojené s tímto přechodem. Například náklady na rozvoj přenosových a distribučních sítí jsou v modelu velmi zjednodušené a také díky zjednodušenému časovému rozlišení jsou podhodnoceny náklady na akumulaci elektřiny spojené s masivním rozvojem intermitentních obnovitelných zdrojů.

Důležité je také zmínit některé faktory po horizontu roku 2050, ke kterému jsou scénáře řešeny. V současnosti se životnost jaderné elektrárny Temelín odhaduje do roku 2055 až 2060 a je otázkou, jakými zdroji ji bude vhodné v té době nahradit.

Ceny technologií a paliv mohou výsledky modelu ovlivnit více než například cena emisní povolenky (Rečka a Ščasný 2016). Z toho důvodu by pro řádné vyhodnocení scénářů a případnou tvorbu policy měla být provedena citlivostní analýza každého scénáře na různé úrovně cen paliv. Tu v této studii z rozsahových důvodů neprovádíme a dovolujeme si odkázat čtenáře na [aplikaci modelu TIME-CZ](#), kde je možné vidět vliv změny cen paliv na výsledky modelu. Model předpokládá v budoucnosti výrazné snížení investičních nákladů fotovoltaiky a dalších technologií jako například výroby vodíku a dalších technologií umožňujících skladování elektřiny. I s vědomím významných nejistot ve vývoji těchto proměnných můžeme z výsledků modelování energetických scénářů odvodit, že:

²⁰ Do externích nákladů výroby energie z jaderných zdrojů jsou zde započítány pouze dopady z normálního provozu jaderných elektráren včetně dopadů procesů v dodavatelském řetězci před samotnou výrobou energie (upstream).

- **Samotný systém emisního obchodování EU ETS není dostatečným nástrojem pro dosažení 80% snížení emisí skleníkových plynů v roce 2050 oproti roku 1990.** Ani při vyšší předpokládané ceně emisní povolenky nebylo ve scénáři *SEK* dosaženo výrazněji vyššího snížení celkových emisí skleníkových plynů, jelikož systém EU ETS nijak nemotivuje ke snižování emisí v sektorech, které do něj nespádají, ale přesto jsou významnými producenty emisí skleníkových plynů jako například doprava. Pro dosažení tohoto cíle je tedy nutné výrazně snižovat emise skleníkových plynů i mimo sektor EU ETS a zejména snižovat celkovou energetickou náročnost ekonomiky.
- **Pro dosažení emisního cíle v roce 2050 je nutné snížit spotřebu hnědého uhlí.** Jak ukazují výsledky scénářů v této i ostatních studiích, pokud by nebyla masivně nasazena technologie zachytávání a skladování uhlíku, je pro dosažení snížení emisí skleníkových plynů v roce 2050 o 80 % oproti roku 1990 nezbytné významně snížit spalování hnědého uhlí. V takovém případě by nebyly vyčerpány ani zásoby hnědého uhlí v rámci stávajících těžebních limitů a další prolamování ekologických limitů těžby by tedy rozhodně nebylo zapotřebí.
- **Potvrzuje se trend decentralizace výroby elektřiny a tepla.** S rozvojem obnovitelných zdrojů roste podíl malých lokálních instalací a naopak se postupně odstavují velké uhelné zdroje.
- Nejvýznamnější změny oproti referenčnímu scénáři *SEK* nastávají až po roce 2030, kdy je odstavena významná část stávajících zdrojů. Proto **náklady spojené s dosažením emisního cíle budou signifikantní až po roce 2030.**
- **Nižší emise skleníkových plynů jsou spojeny i s nižšími emisemi klasických polutantů z výroby elektřiny a tepla a s nimi souvisejícími externalitami.** Pouze v případě nahrazení jádra jinými zdroji dochází k pomalejšímu snižování externalit než při dostavbě nových jaderných zdrojů. Díky nahrazení fosilních paliv v dopravě alternativními, lze v důsledku snižování skleníkových plynů očekávat i výrazné snížení celkových externalit nad rámec projekcí v této studii.

- Jak ukazuje nízkouhlíkový scénář *N-opt*, za předpokladu výrazných energetických úspor a rozvoji technologie výroby vodíku pomocí sluneční energie do průmyslového měřítka lze při srovnatelných celkových nákladech dosáhnout 80% snížení emisí skleníkových plynů v roce 2050 oproti roku 1990 i bez výstavby nových jaderných zdrojů.

Literatura

BICKEL, Peter a Rainer FRIEDRICH, 2005. ExternE: Externalities of Energy. Methodology 2005 Update. *Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2004* [online]. [vid. 2012-12-07]. Dostupné z: <http://maxima.ier.uni-stuttgart.de/brussels/methup05.pdf>

CAPROS, Pantelis, Leonidas PAROUSSOS, Panagiotis FRAGKOS, Stella TSANI, Baptiste BOITIER, Fabian WAGNER, Sebastian BUSCH, Gustav RESCH, Markus BLESL a Johannes BOLLEN, 2014. Description of models and scenarios used to assess European decarbonisation pathways. *Energy Strategy Reviews* [online]. 2., 2(3-4), 220-230 [vid. 2014-08-25]. ISSN 2211467X. Dostupné z: [doi:10.1016/j.esr.2013.12.008](https://doi.org/10.1016/j.esr.2013.12.008)

EC, 2011. *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050 (No. COM/2011/ 0112,)* [online]. 2011. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52011DC0112>

EC, 2016. *Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on binding annual greenhouse gas emission reductions by Member States from 2021 to 2030 for a resilient Energy Union and to meet commitments under the Paris Agreement and amending Reg* [online]. 2016. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/EN/1-2016-482-EN-F1-1-ANNEX-1.PDF>

EC a DG ENERGY, 2016. *Country Datasheets 2016* [online] [vid. 2016-09-21]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/CountryDatasheets_June2016.xlsx

EUROPEAN COUNCIL, 2014. *Conclusions of European Council on 2030 Climate and Energy Policy Framework* [online]. 2014. Dostupné z: http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/145397.pdf

KNOPF, Brigitte, Paul NAHMMACHER a Eva SCHMID, 2015. The European renewable energy target for 2030 – An impact assessment of the electricity sector. *Energy Policy* [online]. 10., 85, 50-60 [vid. 2015-05-28]. ISSN 03014215. Dostupné z: [doi:10.1016/j.enpol.2015.05.010](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.05.010)

LOULOU, Richard, Uwe REMNE, Amit KANUDIA, Antti LEHTILÄ a Gary GOLDSTEIN, 2005a. *Documentation for the TIMES Model PART I* [online]. Dostupné z: <http://www.iea-etsap.org/web/Docs/TIMESDoc-Intro.pdf>

LOULOU, Richard, Uwe REMNE, Amit KANUDIA, Antti LEHTILÄ a Gary GOLDSTEIN, 2005b. *Documentation for the TIMES Model PART II* [online]. Dostupné z: <http://www.iea-etsap.org/web/Docs/TIMESDoc-Details.pdf>

LOULOU, Richard, Uwe REMNE, Amit KANUDIA, Antti LEHTILÄ a Gary GOLDSTEIN, 2005c. *Documentation for the TIMES Model PART III* [online]. Dostupné z: <http://www.iea-etsap.org/web/Docs/TIMESDoc-GAMS.pdf>

MARKANDYA, Anil, A. BIGANO a R. PORCHIA, 2010. *The social cost of electricity : scenarios and policy implications* [online]. B.m.: Edward Elgar. ISBN 9781848443501. Dostupné z: https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:42015170

- MPO, 2015a. *Analýza potřeby dodávek hnědého uhlí pro teplárenství s ohledem na navržené varianty úpravy územně - ekologických limitů těžby* [online]. Dostupné z: download.mpo.cz/get/53118/60568/634491/priloha002.pdf
- MPO, 2015b. *Státní energetická koncepce České republiky* [online]. 2015. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument158059.html>
- MPO a MF, 2015. *Národní akční plán rozvoje jaderné energetiky v České republice* [online]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument166679.html>
- MŽP, 2016. *Studie dopadů antifosilního zákona*.
- OTE, 2016. *Zpráva o očekávané dlouhodobé rovnováze mezi nabídkou a poptávkou elektřiny a plynu 2015* [online]. Dostupné z: <http://www.ote-cr.cz/ospolecnosti/soubory-vyrocnizprava-ote/zoor-2015.pdf>
- RABL, Ari a Veronika A. RABL, 2013. External costs of nuclear: Greater or less than the alternatives? *Energy Policy* [online]. 6., 57, 575–584. ISSN 03014215. Dostupné z: [doi:10.1016/j.enpol.2013.02.028](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.02.028)
- REČKA, Lukáš, 2016. Energetické modelování pomocí modelu TIMES-CZ. *TZB-INFO* [online]. Dostupné z: <http://energetika.tzb-info.cz/14363-energeticke-modelovani-pomoci-modelu-times-cz>
- REČKA, Lukáš a Milan ŠČASNÝ, 2013. Analýza dopadů regulace v českém elektroenergetickém systému – aplikace dynamického lineárního modelu Message. *Politická ekonomie*. 2013(2), 248–273. ISSN 0032-3233.
- REČKA, Lukáš a Milan ŠČASNÝ, 2016. Impacts of carbon pricing, brown coal availability and gas cost on Czech energy system up to 2050. *Energy* [online]. 1., 108, 19–33 [vid. 2016-01-21]. ISSN 03605442. Dostupné z: [doi:10.1016/j.energy.2015.12.003](https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.12.003)
- ROCKY MOUNTAIN INSTITUTE, 2015. *Technology capital cost projections, 2010-2050* [online] [vid. 2016-09-23]. Dostupné z: www.rmi.org/RFGraph-technology_capital_cost_projections
- SCHRÖDER, Andreas, Friedrich KUNZ, Jan MEISS, Roman MENDELEVITCH a Christian Von HIRSCHHAUSEN, 2013. *Current and Prospective Costs of Electricity Generation until 2050*.
- STOCKS, K.J., 1984. Discount rate for technology assessment. *Energy Economics* [online]. 7., 6(3), 177–185 [vid. 2015-09-23]. ISSN 01409883. Dostupné z: [doi:10.1016/0140-9883\(84\)90014-8](https://doi.org/10.1016/0140-9883(84)90014-8)
- VLÁDA ČR, 2016. *Analýza proveditelnosti legislativy v rámci snižování závislosti na fosilních palivech v podmínkách České republiky* [online]. Dostupné z: <http://www.komora.cz/download.aspx?dontparse=true&FileID=16447>

Příloha: Struktura modelu TIMES-CZ

Struktura modelu TIMES-CZ je rozdělena do 7 sektorů, kde každý sektor zahrnující zdroje zařazené do systému EU ETS je dále členěn na část ETS, zahrnující jednotlivé zdroje systému EU ETS daného sektoru, a non-ETS představující zbývající část daného sektoru dle původní struktury modelu TIMES-PanEu. Jednotlivými sektory modelu TIMES-CZ jsou:

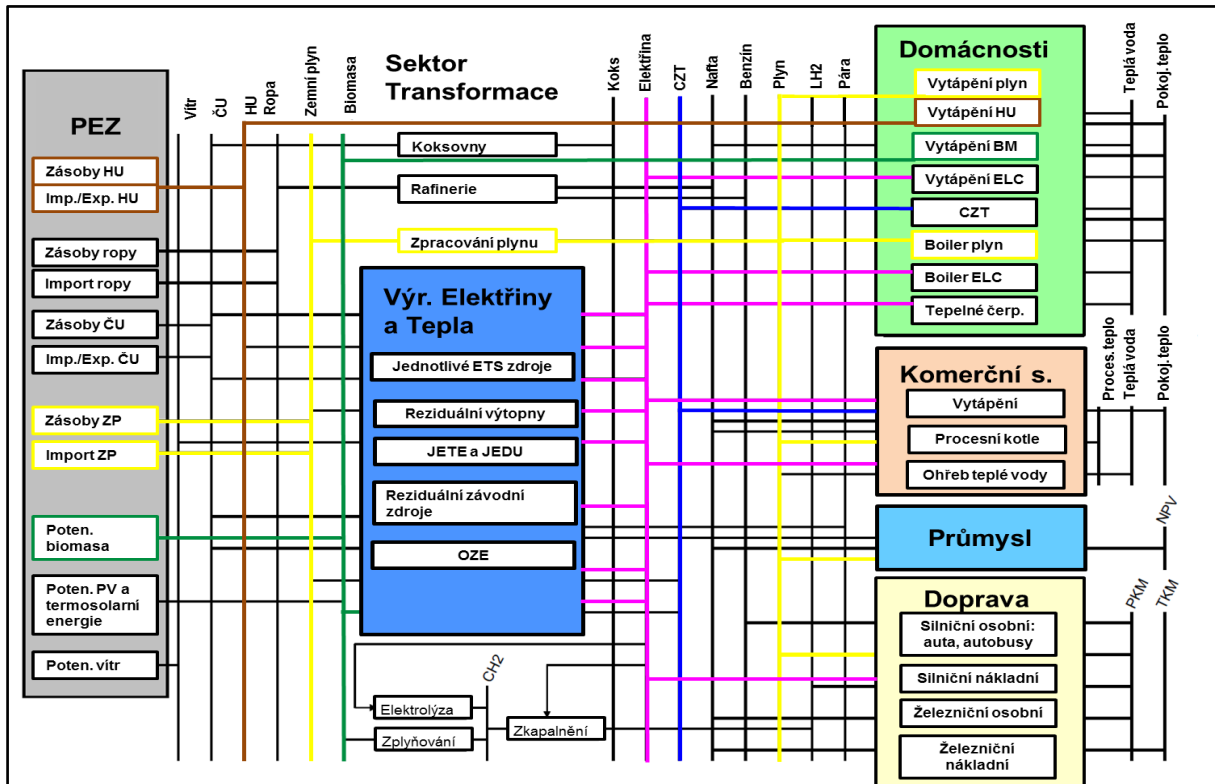
- Sektor Výroby elektřiny a tepla zahrnuje veřejné elektrárny a teplárny je z velké většiny tvořen právě zdroji zařazenými do systému EU ETS. V modelu je vyrobená elektřina rozlišena dle úrovně napětí, které daný zdroj dodává do sítě, na Vysoké, Střední a Nízké napětí. Následná transformace elektřiny z Vysokého na Střední a ze Středního na Nízké napětí je modelována včetně ztrát. Vysokoteplotní soustavy pro zásobování teplem jsou rozlišeny dle regionů a napojeny na příslušné zdroje v daném regionu.
- Sektor Dopravy je členěn na osobní a nákladní silniční, osobní a nákladní železniční, vodní a leteckou dopravu. Silniční doprava je dále rozdělena na pět kategorií (auta – krátká vzdálenost, auta – dlouhá vzdálenost, městské a meziměstské autobusy, ostatní). Železniční doprava je rozdělena na osobní – lehkou (metro a tramvaje), osobní – těžkou a nákladní. Letecká a vodní dopravy jsou modelovány jako generická technologie s poptávkou odpovídající spotřebě paliva.
- V sektoru Domácností je modelováno jedenáct konečných energetických služeb (Vytápění, Klimatizace, Ohřev vody, Vaření, Osvětlení, Chlazení a mražení potravin, Praní, Sušení prádla, Mytí nádobí, Ostatní elektřina, Ostatní energie), přičemž Vytápění, Klimatizace, Ohřev vody jsou dále rozlišeny dle kategorie budovy (Rodinný dům – venkov, Rodinný dům – město, Bytový dům).
- V Komerčním sektoru je rozlišeno 9 konečných energetických služeb (Vytápění, Klimatizace, Ohřev vody, Vaření, Chlazení a mražení potravin, Osvětlení, Veřejné osvětlení, Ostatní elektřina, Ostatní energie), přičemž Vytápění, Klimatizace, Ohřev vody jsou rozlišeny dle velikosti budovy (Malá, Velká).

- Zemědělství je modelováno jen z pohledu spotřeby energie jako generická technologie s agregovaným mixem paliv na vstupu a agregovanou spotřebou energie na výstupu.
- Průmysl je rozdělen na dvou úrovních. Na první úrovni jsou rozlišeny energeticky náročné odvětví (např. výroba železa, chemické odvětví) a ostatní odvětví. Energeticky náročné odvětví mají konkrétní strukturu technologických procesů. Zatímco ostatní odvětví mají standardní strukturu složenou z pěti hlavních užití energie (Pára, Technologické teplo, Pohon strojů, Elektrochemické a Ostatní procesy). Na druhé úrovni je každé odvětví zahrnující zdroje spadající do systému EU ETS (kromě Výroby železa a ostatních kovů) rozděleno na část ETS a zbývající část non-ETS. V části ETS jsou modelovány jednotlivé zdroje v systému EU ETS. V části non-ETS je pak zbytek odvětví po odečtení části ETS od energetické bilance.
- Sektor Primární energie zahrnuje energetický řetězec primárních zdrojů energie včetně případného dovozu a vývozu. Každý primární energetický zdroj (Ropa, Zemní plyn, Hnědé a Černé uhlí aj.) je modelován nabídkovou křivkou s několika nákladovými stupni. Biopaliva a odpady jsou rozlišeny na pět typů: dřevo, bioplyn, komunální odpad, průmyslový odpad, a kapalná biopaliva.

Technologicky důležité materiály či materiály s energeticky náročnou výrobou (např. vápno či železný šrot) jsou modelovány explicitně. Ostatní materiály jsou implicitně zahrnuty ve variabilních nákladech procesů a k nim vztažené emise jsou započítány v emisích z daných procesů. Model TIMES-CZ zahrnuje emise CO₂ a vzdušných polutantů.

Na Obrázek 1 níže je znázorněna zjednodušená struktura referenčního energetického systému modelu TIMES-CZ od primárních zdrojů až po konečnou spotřebu energetických služeb jako teplá voda či ujeté osobokilometry.

Obrázek 1 Zjednodušená struktura modelu TIMES-CZ



Zdroj: vlastní ilustrace

TIMES-CZ optimalizuje energetický systém na základě objektivní funkce, která minimalizuje celkové diskontované náklady systému. Objektivní funkce je tedy součtem diskontovaných ročních nákladů snížených o výnosy, které můžeme rozdělit na kategorie uvedené v tabulce níže.

Tabulka 5 – Součásti objektivní funkce modelu

Náklady	
Výstavba	Investiční náklady Náklady materiálů během výstavby
Provoz	Variabilní náklady Fixní provozní náklady Dovoz Daně
Vyřazení z provozu	Náklady na vyřazení z provozu
Výnosy	
Provoz	Dotace Vývoz
Vyřazení z provozu	Recyklace materiálů z demolice
Výstavba	Zbytková hodnota po konci modelovacího období

Zdroj: vlastní zpracování

Úplný popis generátoru modelů TIMES a jeho objektivní funkce je uveden v dokumentaci pro model TIMES: Loulou et al., (2005a, 2005b, 2005c)

Předchozí publikace

- Prosinec 2016: Iva Zvěřinová, Milan Ščasný, Mikolaj Czejkowski, Eva Kyselá. „Výzkum preferencí obyvatel pro klimatické politiky: Podporují Češi, Poláci a Britové jejich zavedení?“
- Prosinec 2016: Daniel Münich a Samuel Škoda. „Světové srovnání českých a slovenských časopisů podle indikátorů Impact Factor (IF) a Article Influence Score (AIS)“
- Prosinec 2016: Jiří Šatava. „Daňový systém snižuje motivaci matek s menšími dětmi k práci: Doporučení a jeho vyhodnocení“
- Prosinec 2016: Ján Palguta, Martin Srholec. „Stimulují přímé dotace soukromé výdaje firem na VaV? Metoda regresní diskontinuity“
- Listopad 2016: Vít Macháček a Martin Srholec. „Transfer znalostí do praxe podnikajícími akademiky v České republice“
- Listopad 2016: Vít Macháček, Martin Srholec. „Predátorské časopisy ve Scopusu“
- Listopad 2016: Vít Macháček, Tereza Hrtúsová. „Brexit vylepší vyjednávací pozici velkých států v Radě EU. Nejvíce posílí Polsko“
- Říjen 2016: Ján Palguta. „Konkurence politických uskupení v obecních zastupitelstvech a veřejné zakázky“
- Září 2016: Daniel Münich, Vladimír Smolka. „Platy českých učitelů zůstávají velmi nízké“
- Srpen 2016: Štěpán Jurajda, Stanislav Kozubek, Daniel Münich, Samuel Škoda. „Medzinárodné porovnanie kvality publikačného výkonu vedných odborov na Slovensku“
- Červenec 2016: Jiří Šatava. „Vliv mateřství na výši starobního důchodu“
- Červenec 2016: Ján Palguta. „Dárci politických stran na trhu veřejných zakázek“
- Červen 2016: Štěpán Jurajda, Stanislav Kozubek, Daniel Münich, Samuel Škoda. „Národní srovnání vědeckého publikačního výkonu Akademie věd České republiky: kvantita vs. kvalita a spoluautorství“
- Červen 2016: Petr Janský, Filip Pertold, Jiří Šatava. „Rozvody a příjmy žen v České republice: první zjištění v České republice na základě individuálních dat“
- Květen 2016: Štěpán Jurajda, Stanislav Kozubek, Daniel Münich, Samuel Škoda. „Oborová publikační výkonnost pracovišť výzkumných organizací v České republice v letech 2009-2013“
- Květen 2016: Petr Janský, Klára Kalíšková, Daniel Münich. „Dopad daní a dávek na příjmovou nerovnost a relativní chudobu v České republice“
- Duben 2016: Miroslava Federičová, Filip Pertold, Michael L. Smith. „Sebedůvěra třídy a soutěž spolužáků o osmiletá gymnázia“
- Březen 2016: Jiří Šatava „Podpora rodin s dětmi prostřednictvím daňově dávkového systému“
- Březen 2016: Filip Pertold „K čemu vede (ne)transparentnost veřejných zakázek?“
- Březen 2016: Klára Kalíšková, Daniel Münich, Filip Pertold „Veřejná podpora míst ve školkách se vyplatí: Analýza výnosů a nákladů“
- Únor 2016: Filip Pertold. „Přechod na střední školu, pití alkoholu a vliv vrstevníků na kouření mládeže“
- Leden 2016: Štěpán Jurajda, Stanislav Kozubek, Daniel Münich, Samuel Škoda. „An International Comparison of the Quality of Academic Publication Output in the Czech Republic“

- Prosinec 2015: Libor Dušek, Jiří Šatava. „Zdanění vysokopříjmových osob“
- Prosinec 2015: Libor Dušek. „Hrozí opět přeplnění věznic? Predikce počtu vězňů v České republice“
- Prosinec 2015: Štěpán Jurajda, Stanislav Kozubek, Daniel Münich, Samuel Škoda. „Mezinárodní srovnání kvality publikačního výkonu vědních oborů v České republice“
- Listopad 2015: Mariola Pytliková. „Rozdíly ve výši výdělků ve vztahu k mateřství a dítěti v rodině“
- Listopad 2015: Klára Kalíšková. „Skills Mismatches in the Czech Republic“
- Listopad 2015: Jiří Šatava. „Pracovní aktivita po dosažení důchodového věku: Institucionální pobídky v České republice“
- Říjen 2015: Alena Bičáková, Klára Kalíšková. „Od mateřství k nezaměstnanosti: Postavení žen s malými dětmi na trhu práce“
- Září 2015: Jiří Šatava. „Working Beyond Pensionable Age: Institutional Incentives in the Czech Republic“
- Září 2015: Jana Bakalová, Radim Boháček, Daniel Münich. „Komparativní studie věku odchodu do důchodu v České republice“ (česká verze studie „A Comparative Study of Retirement Age in the Czech Republic“ z června 2015)
- Září 2015: Štěpán Jurajda, Daniel Münich. „Oborová publikační výkonnost výzkumných pracovišť v České republice v letech 2008-2012“ (studie obsahuje interaktivní internetový nástroj, pomocí kterého je možné zvolit obor či pracoviště a zobrazit řazení pracovišť dle preferovaného ukazatele)
- Září 2015: Daniel Münich, Mária Perignáthová, Lucie Zapletalová, Vladimír Smolka. „Platy učitelů českých základních škol: setrvale nízké a neatraktivní“
- Srpen 2015: Jan Švejnar. „Miliardáři versus lidé / Billionaires versus People“
- Červen 2015: Jana Bakalová, Radim Boháček, Daniel Münich. „A Comparative Study of Retirement Age in the Czech Republic“ (v angl. jazyce, srovnávací studie věku odchodu do důchodu v České republice)
- Květen 2015: Josef Montag, Lucie Zapletalová. „Bodový systém a jeho vliv na počet smrtelných nehod“
- Březen 2015: Vojtěch Bartoš. „(Ne)diskriminace žen při žádosti o zaměstnání v důsledku mateřství: Experiment“
- Prosinec 2014: Klára Kalíšková, Lucie Zapletalová. „Společným zdaněním k nižší zaměstnanosti žen“
- Říjen 2014: Ágota Scharle. „Co s ekonomickou neaktivitou v zemích Visegrádu?“
- Říjen 2014: Štěpán Jurajda, Daniel Münich, Lucie Zapletalová. „Vliv informací z volebních lístků na výsledky obecních a krajských voleb“
- Srpen 2014: Matěj Bajgar, Petr Janský. „Regionální rozdíly v kupní síle: Ceny, platy, mzdy a důchody“
- Červenec 2014: Štěpán Jurajda, Jiří Šatava. „Budete mít nárok na důchod?“
- Červen 2014: Daniel Münich, Miroslava Federičová. „Učení mučení, nebo škola hrou? Srovnání obliby školy a matematika pohledem mezinárodního šetření“
- Červen 2014: Petr Bouchal, Petr Janský: „Státní úředníci: Kolik jich vlastně je, kde a za kolik pracují?“
- Květen 2014: Klára Kalíšková, Daniel Münich. „Komu pomůže navrhované zvýšení slevy na dani na dítě?“

- Březen 2014: Vilém Semerák. *„Česká ekonomika pokračuje v růstu i v roce 2014“*
- Březen 2014: Miroslava Federičová, Daniel Münich. *„Příprava na osmiletá gymnázia: velká žákovská steeplechase“*
- Březen 2014: Klára Kalíšková. *„Ženy v českém finančním sektoru 1994-2012: nové pracovní příležitosti pro mladé a vzdělané“*
- Prosinec 2013: Daniel Münich, Tomáš Protivínský. *„Dopad vzdělanosti na hospodářský růst: ve světle nových výsledků PISA 2012“*
- Prosinec 2013: Libor Dušek, Jiří Šatava. *„Zdanění vysokých příjmů, reforma za reformou...“*
- Prosinec 2013: Libor Dušek, Klára Kalíšková, Daniel Münich. *„Kdo a kolik odvádí do společné kasy? Zdanění příjmů ze zaměstnání a podnikání v českém systému“*
- Říjen 2013: Libor Dušek, Klára Kalíšková, Daniel Münich. *„Co by od roku 2015 přinesla již schválená reforma příjmů daní?“*
- Září 2013: Jiří Šatava. *„Dopad rozvodu na příjmy v důchodu“*
- Červen 2013: Ondřej Schneider, Jiří Šatava. *„Důchodový systém: scénáře budoucího vývoje“*
- Květen 2013: Ondřej Schneider, Jiří Šatava. *„Dopady reformy I. důchodového pilíře po roce 1996 na starobní důchody jednotlivců“*
- Květen 2013: Petr Janský. *„Účastníci penzijního připojištění“*
- Duben 2013: Martin Gregor. *„Může záporný hlas ve volebním systému se dvěma mandáty zvýšit kvalitu kandidátů?“*
- Březen 2013: Pavel Hait, Petr Janský. *„Kdo je nejvíce zasažen růstem cen? Rozdíly v inflaci pro různé domácnosti“*
- Prosinec 2012: Vilém Semerák. *„Zachrání Čína české exporty? Studie“*
- Listopad 2012: Petr Janský. *„Odhady dopadů změn DPH na domácnosti: porovnání dvou možných scénářů od roku 2013“*
- Říjen 2012: Pavla Nikolová, Ján Palguta, Filip Pertold, Mário Vozár. *„Veřejné zakázky v ČR: Co říkají data o chování zadavatelů?“*
- Říjen 2012: Ondřej Schneider. *„Jaký důchod nás čeká? Alternativy vývoje státního průběžného důchodového systému“*
- Říjen 2012: Ondřej Schneider, Jiří Šatava. *„Český důchodový systém na rozcestí: Pro koho je výhodný přechod do druhého pilíře?“*
- Září 2012: Vilém Semerák. *„Dopady makroekonomického vývoje ČR na krajské úrovni: možnosti pro aktivní hospodářskou politiku“* (studie pro potřeby Ekonomické rady Asociace krajů ČR)
- Září 2012: Vilém Semerák, Jan Švejnar. *„Možnosti pro aktivní hospodářskou politiku na krajské úrovni“* (studie pro potřeby Ekonomické rady Asociace krajů ČR)
- Září 2012: Petr Janský, Zuzana Řehořová. *„Česká pomoc rozvojovým zemím: nejen finanční rozvojová spolupráce“*
- Září 2012: Petr Janský, Zuzana Řehořová. *„The Commitment to Development Index for the Czech Republic“* (výzkumný článek)
- Září 2012: Daniel Münich, Jan Straka. *„Být či nebýt učitelem: platy českých učitelů pohledem nákladů ušlých příležitostí a širší souvislosti“*
- Srpen 2012: Štěpán Jurajda, Daniel Münich. *„Kde se v ČR dělá nejlepší výzkum“*
- Srpen 2012: Libor Dušek. *„Kde hledat příčiny přeplněných věznic“*

- Červen 2012: Daniel Münich, Petr Ondko, Jan Straka. *„Dopad vzdělanosti na dlouhodobý hospodářský růst a deficity důchodového systému“*
- Květen 2012: Klára Kalíšková, Daniel Münich. *„Česky: Nevyužitý potenciál země“*
- Duben 2012: Libor Dušek, Petr Janský. *„Očekávané dopady změn sazeb DPH na rozpočty krajů“*
- Březen 2012: Petr Janský, Daniel Münich. *„Co když vláda nebude valorizovat starobní důchody? První odhady dopadů na relativní chudobu důchodců v ČR“*
- Únor 2012: Ondřej Schneider. *„Rozpočtové instituce—evropské zkušenosti a aplikace na Českou republiku“*
- Únor 2012: Petr Janský, Ondřej Schneider. *„(Ne)udržitelnost (dluhu) veřejných financí“*
- Prosinec 2011: Vilém Semerák, Jan Švejnar. *„Evropská krize—Dopady měnové (dez)integrace na ČR“*
- Prosinec 2011: Vilém Semerák, Jan Švejnar. *„Evropská krize—Špatná a ještě horší řešení“*
- Prosinec 2011: Vilém Semerák. *„Evropská krize—Limity čínské podpory“*
- Srpen 2011: Ondřej Schneider. *„Důchodové systémy v Evropě: Reformují všichni“*
- Červenec 2011: Petr Janský, Klára Kalíšková. *„Jak sjednocení DPH kompenzovat rodinám s dětmi“*
- Květen 2011: Ondřej Schneider. *„Penzijní dluh: Břímě mladých“*
- Květen 2011: Libor Dušek, Ondřej Schneider. *„Poplatky penzijních fondů: Komentář“*
- Duben 2011: Jan Hlaváč, Ondřej Schneider. *„Finanční výkonnost penzijních fondů ve střední Evropě: Proč jsou české fondy nejhorskší?“*
- Březen 2011: Libor Dušek, Petr Janský. *„Jak by sjednocení DPH na 17,5 % dopadlo na domácnosti a veřejné rozpočty“*
- Březen 2011: Libor Dušek, Petr Janský. *„Přehled hlavních dopadů daňových změn na domácnosti a veřejné rozpočty“*
- Únor 2011: Libor Dušek, Petr Janský. *„Jak by daňové změny dopadly na domácnosti a veřejné rozpočty“*
- Únor 2011: Libor Dušek, Petr Janský. *„Dopady sjednocení sazeb DPH na 20 % na životní úroveň domácností“*
- Prosinec 2010: Libor Dušek, Petr Janský. *„Odhad dopadů navrhovaných změn DPH na životní náklady domácností“*
- Září 2010: Libor Dušek, Vilém Semerák, Jan Švejnar. *„Jak na státní rozpočet: Ekonomický přístup“*
- Květen 2010: Libor Dušek, Vilém Semerák, Jan Švejnar. *„Jak inteligentně reformovat veřejné finance“*
- Září 2009: Vilém Semerák, Jan Švejnar. *„New member countries' labour markets during the crisis. EU BEPA Policy Brief“*

<http://idea.cerge-ei.cz/publikace>

Upozornění: Tato studie reprezentuje pouze názory autorů, a nikoli oficiální stanovisko Národohospodářského ústavu AV ČR, v. v. i. či Centra pro ekonomický výzkum a doktorské studium Univerzity Karlovy, CERGE.

Warning: This study represents only the views of the authors and not the official position of the Economics Institute of the Czech Academy of Sciences, v. v. i. as well as the Charles University, Center for Economic Research and Graduate Education.

80% snížení emisí skleníkových plynů: analýza vývoje energetiky České republiky do roku 2050

Studie 21 / 2016

© Lukáš Rečka, Milan Ščasný

Národohospodářský ústav AV ČR, v. v. i.

ISBN 978-80-7344-405-1

DĚKUJEME VŠEM SPONZORŮM / WE THANK ALL OUR SPONSORS

Deloitte.



Jan Žůrek



Antonín Fryč
generální ředitel
WAREX, s. r. o.

Petr Šrámek
advokát

IDEA se v rámci NHÚ podílí na aktivitách Strategie AV21
IDEA by CERGE-EI participates in the Strategy AV21 activities



80% snížení emisí skleníkových plynů: analýza vývoje energetiky České republiky do roku 2050

Studie Institutu pro demokracii a ekonomickou analýzu (IDEA)

Vydavatel/Publisher: Národohospodářský ústav AV ČR, v. v. i., Politických vězňů 7, 111 21 Praha 1, Česká republika

O IDEA

Institut pro demokracii a ekonomickou analýzu (IDEA) je nezávislý think-tank zaměřující se na analýzu, vyhodnocování a vlastní návrhy veřejných politik. Doporučení IDEA vychází z analýz založených na faktech, datech, jejich nestranné interpretaci a moderní ekonomické teorii.

IDEA je součástí akademického pracoviště CERGE-EI a vznikla z iniciativy a pod vedením prof. Jana Švejnara.

Principy fungování IDEA

1. Vytváření shody na základě intelektuální otevřenosti – přijímání volné soutěže myšlenek, otevřenost podnětům z různých částí světa, přehodnocování existujících stanovisek vzhledem k novým výzvám.
2. Využívání nejvhodnějších teoretických a praktických poznatků – snaha o rozvinutí postupů na základě nejlepších teoretických i praktických poznatků (z České republiky i ze zahraničí).
3. Zaměření aktivit na vytvoření efektivní politiky a strategie České republiky – doplňovat akademické instituce vytvářením podkladů efektivním a operativním způsobem.

Pokud chcete dostávat do své emailové schránky informace o připravovaných studiích a akcích IDEA, napište nám na idea@cerge-ei.cz

About IDEA

The Institute for Democracy and Economic Analysis (IDEA) is an independent think-tank focusing on policy-relevant research and recommendations. IDEA recommendations are based on high quality data, objective evidence-based analysis, and the latest economic theories.

IDEA is led by its founder, Prof. Jan Švejnar, and forms part of the CERGE-EI research centre.

IDEA's Working Principles

1. We build consensus on the basis of intellectual openness – we believe in a free competition of ideas, are open to initiatives from various parts of the world, and constantly review existing opinions in the light of new challenges.
2. We make use of the most appropriate theoretical and empirical findings, and strive to develop methods based on the best theoretical and practical knowledge (both from the Czech Republic and from abroad).
3. We focus on creating effective policy and strategy for the Czech Republic, complementing academic institutions by producing materials in a constructive, practical format.

If you would like to receive regular information about the latest IDEA studies and events please subscribe to our mailing list by contacting idea@cerge-ei.cz



<http://idea.cerge-ei.cz>