



Hnutí DUHA
Friends of the Earth Czech Republic

GREENPEACE

**ENERGETICKÁ
REVOLUCE:
JAK ZAJISTIT ELEKTŘINU,
TEPLO A DOPRAVU
BEZ FOSILNÍCH PALIV**

Vydal: Greenpeace Česká republika a Hnutí DUHA
Sazba: Sára Ambrozová
Verze: 1, říjen 2021

A large, jagged iceberg floats in a blue sea under a cloudy sky. The iceberg's surface is textured with various shapes and sizes of ice. The word "OBSAH" is superimposed in a bold, black, distressed font across the middle of the image.

OBSAH

<u>PŘEDMLUVA</u>	5
<u>1. ÚVOD</u>	6
<u>2. POPIS MODELU ENERGETIKY ČR PRO ROK 2050</u>	9
VSTUPY DO MODELOVÁNÍ	6
EKONOMICKÉ VSTUPY MODELU	10
BILANCE ELEKTŘINY V PRŮBĚHU ROKU VČETNĚ VYUŽITÍ PŘESHRANIČNÍCH PROPOJENÍ	13
EMISE CO ₂	21
JADERNÁ ENERGETIKA	21
<u>3. ODKLON OD UHLÍ A TRANSFORMACE VÝROBY TEPLA</u>	24
VÝROBA ELEKTŘINY	24
VÝROBA TEPLA	29
<u>4. EKONOMICKÁ ANALÝZA</u>	32
NÁKLADY NA VÝROBU ELEKTŘINY	33
NÁKLADY NA AKUMULACI ELEKTŘINY	33
INVESTICE DO SEKTORU VYTÁPĚNÍ	34
EXTERNALITY	34
<u>5. BUDOVY – SEKTOR S NEJVĚTŠÍM POTENCIÁLEM ÚSPOR ENERGIE</u>	35
<u>6. ROLE OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE V DEKARBONIZACI ČESKÉ EKONOMIKY</u>	37
UVAŽOVANÝ SCÉNÁŘ PRO ROZVOJ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ	38
AKUMULACE OBNOVITELNÉ ELEKTŘINY	42
<u>7. PRŮMYSL</u>	43



<u>8. DOPRAVA</u>	45
ELEKTROMOBILITA	46
VEŘEJNÁ DOPRAVA	46
SNÍŽENÁ SPOTŘEBA A NÁKLADNÍ DOPRAVA	47
<u>9. MEZINÁRODNÍ SYNERGIE NA CESTĚ K ENERGETICKÉ REVOLUCI</u>	49
<u>10. VÝSTUPY MODELOVÁNÍ</u>	50

POUŽITÉ FOTOGRAFIE:

ÚVODNÍ STR.: AUTOR PAUL LANGROCK / GREENPEACE,
STR. 3 A 5 ABBIE TRAYLER-SMITH / GREENPEACE,
STR. 6 IAN WILLMS / GREENPEACE,
STR. 8 MAREK JEHLICKA / GREENPEACE,
STR. 9 PAUL LANGROCK / GREENPEACE,
STR. 23 DIGITALGLOBE / CC BY-NC-ND 2.0 ,
STR. 24 GREENPEACE / IBRA IBRAHIMVIČ,
STR. 32 KEMAL JUFRI / GREENPEACE,
STR. 32 PETR ZEWLAKK VRABEC / GREENPEACE,
STR. 35 DAVID MIRZOEFF / GREENPEACE,
STR. 36 GREENPEACE,
STR. 37 GREENPEACE / JONAS SCHEU,
STR. 42 PAUL LANGROCK / ZENIT / GREENPEACE,
STR. 43 SASIN TIPCHAI/SHUTTERSTOCK
STR. 44 JULIUS SCHRANK / GREENPEACE,
STR. 45 PAUL LANGROCK / GREENPEACE,
STR. 47 VEEJAY VILLAFRANCA / GREENPEACE,
STR. 49 GREENPEACE / BERND LAUTER



PŘEDMLUVA

Růst průměrné globální teploty v důsledku činnosti člověka – především spalování fosilních paliv – se dostává do středu veřejného a politického zájmu. Příčinou jsou především prohlubující se negativní dopady klimatické změny, stále přesnější vědecké analýzy a predikce, obrovská vlna občanské angažovanosti a odvážná vystoupení mladých lidí ve studentském hnutí Fridays for Future. Nezbytnost nutnosti razantních kroků si uvědomuje i významná část politické reprezentace, což vedlo ke schválení plánu Evropské komise na dosažení klimatické neutrality v roce 2050, ke kterému se přidala i Česká republika.

Obě naše nevládní ekologické organizace, Hnutí DUHA a Greenpeace, se věnují ochraně klimatu a snižování emisí již několik dekad. Díky naší dlouhodobé práci na snižování emisí si dobře uvědomujeme rozsah změny, které dosažení klimatické neutrality vyžaduje. K náhradě obrovského objemu fosilních paliv, na který si naše civilizace zvykla, bude třeba nasadit využívání obnovitelných zdrojů v ještě větším měřítku, než jej známe z úspěšných zemí. Vyrobenou energii budeme muset využívat efektivněji než dnes. A hlavně se musíme smířit s tím, že dostupné zdroje jsou sice rozsáhlé, ale zároveň omezené.

Zásadním krokem k dosažení klimatické neutrality je ukončení spalování fosilních paliv v sektorech dopravy a výroby tepla a elektřiny, protože na tyto sektory dnes v České republice připadají zhruba tři čtvrtiny emisí skleníkových plynů. Třebaže jde o extrémně náročný úkol, musíme vidět, že omezování emisí v sektorech, jako je výroba cementu nebo oceli, bude ještě složitější a náročnější na nové technologie. Předkládaná studie ukazuje potřebnou transformaci energetiky a dopravy v České republice v horizontu roku 2050 jako jeden z nutných kroků.

Náš model přechodu k dekarbonizované energetice a dopravě, zpracovaný zahraničními partnery s dlouhodobou zkušeností s modelováním

energetických systémů, nepřináší žádné zázračné řešení. Ukazuje, že ústup od fosilních paliv je proveditelný, ale zároveň vyžaduje velké změny. S prvními kroky, jako je ukončení provozu uhelných elektráren nebo restart sektoru obnovitelných zdrojů, nesmíme otálet. Čím dříve získáme zkušenosti s tím, jak vypadají dekarbonizační opatření v praxi, tím více času budeme mít na jejich vyladění.

Transformace, která nás čeká, má dvě zásadní rizika. Na jedné straně nás ohrožují stále rychleji se prohlubující dopady růstu průměrné globální teploty, které nás mohou zasáhnout přímo nebo zprostředkovaně. Na druhé straně stojí sociální a společenská soudržnost, shoda na samotné transformaci a způsobu rozdělení jejích nákladů a přínosů. Zvolená řešení tedy nesmí brát ohled jen na čistě technické nahrazení fosilních paliv a dekarbonizaci naší společnosti. Ale musí respektovat potřeby postižených regionů, obcí a především samotných občanů a občanek.

Je evidentní, že změny, které nás čekají, nebudou snadné. Věříme, že předkládaný dokument vyvolá potřebnou debatu a zároveň podpoří významné kroky k budoucnosti bez fosilních paliv a budoucí transformaci představí jako příležitost.

Anna Kárníková,
ředitelka Hnutí DUHA

Zahide Senterzi,
ředitelka Greenpeace Česká republika



1. ÚVOD

V srpnu 2021 zveřejnil Mezivládní panel pro změnu klimatu novou zprávu stovek vědců a vědkyň. Zpráva vychází jednou za 7 let a představuje komplexní celosvětové shrnutí vědeckého poznání o změnách klimatu.¹ Vědci ve zprávě oznámili, že globální teplota se za posledních 150 let zvýšila o 1,1 °C a tento nárůst může ke konci století dosáhnout 1,0 až 5,7 °C, podle toho, kolik emisí skleníkových plynů lidstvo v příštích letech a dekáдах bude vypouštět. Nárůst teploty o několik stupňů by pak měl po celém světě nenávratně katastrofální dopady, které by se nevyhnuly ani střední Evropě. Extrémní jevy typu sucha z let 2015 až 2019 v Česku či ničivých povodní v Německu v roce 2021 budou častější a výraznější.

Zmíněná zpráva není nijak převratná, v podstatných bodech potvrzuje východiska Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu podepsané prakticky všemi státy již v roce 1992. Upřesňuje ovšem shrnutí vědeckého poznání a potvrzuje nezbytnost rychlého omezování emisí skleníkových plynů. Dlouhodobá práce Mezivládního panelu pro změnu klimatu vedla k tomu, že omezování emisí skleníkových plynů se stalo významnou součástí agendy mezinárodního společenství a že se ve vyspělých státech začaly zpracovávat dekarbonizační strategie. Česká republika s tou svou však otálí a nemá jasnou vizi. I proto přicházíme s Energetickou revolucí 2.0, která řeší transformaci naší špinavé a zaseklé energetiky.

Naplnění scénáře, který počítá s omezením oteplení pod 1,5 °C, může zamezit nejhorším negativním dopadům změny klimatu, ale zároveň představuje velkou výzvu pro celý svět v podobě potřeby výrazně snížit emise skleníkových plynů ve všech oblastech lidské činnosti. Česká republika patří k zemím s vysokými emisemi skleníkových plynů, v rámci EU máme třetí nejvyšší

emise na obyvatele a také náš historický příspěvek k oteplování planety jako dlouhodobě vysoce průmyslové země je velmi významný.

Jako součást Evropské unie sdílí Česká republika cíl snížit do roku 2030 emise skleníkových plynů o 55 % (oproti 1990), do roku 2050 pak dosáhnout klimatické neutrality. Naplnění těchto cílů bude vysoce náročné a neobejde se bez aktivního zapojení všech států. Příspěvek České republiky ke změně klimatu je jednoznačný a s ním se pojí i naše odpovědnost podílet se aktivně na řešení klimatické krize. Transformace na uhlíkově neutrální ekonomiku představuje příležitost, jak zachovat stav životního prostředí pro další generace. Uhlíkově neutrální ekonomika není krokem zpět, ale zodpovědnou a potřebnou reakcí na možné dopady klimatické změny. Je to intenzivní modernizační proces, který mimo jiné znamená zdravější a čistší životní prostředí, tvorbu pracovních míst v moderních sektorech i snížení závislosti na dovozu fosilních paliv (zvláště ropy a plynu) ze zahraničí. Zároveň je zřejmé, že přechod na uhlíkovou neutralitu znamená zásadní změnu a mimo jiné bude vyžadovat rozsáhlé nasazení technologií, které jsou teprve ve stadiu vývoje – například sezonní akumulace přebytků elektřiny pomocí výroby vodíku.

Tato studie představuje možné scénáře vývoje české energetiky a dopravy, které by měly dosáhnout prakticky nulových emisí skleníkových plynů do roku 2050. Modely zahrnují kromě výroby elektřiny i kompletní výrobu tepla v ČR a také sektor dopravy (mimo mezinárodní leteckou dopravu). Součástí nejsou naopak procesy a sektory, kde vznikají emise skleníkových plynů, které nepocházejí ze spalování fosilních paliv – například zemědělství či různé nespalovací průmyslové procesy (výroba cementu).

¹ AR6 CLIMATE CHANGE 2021: THE PHYSICAL SCIENCE BASIS, [HTTPS://WWW.IPCC.CH/REPORT/AR6/WG1](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1)



STUDIE PREZENTUJE TŘI SCÉNÁŘE BUDOUCÍHO VÝVOJE

- ▶ referenční scénář je založený z velké části na současných plánech ČR pro budoucnost energetiky popsáných ve vládním Národním klimaticko-energetickém plánu z roku 2019
- ▶ pokročilý dekarbonizační scénář ukazuje cestu, jak dosáhnout budoucnosti bez emisí oxidu uhličitého, tedy prakticky konec spalování uhlí, zemního plynu a ropy
- ▶ základní dekarbonizační scénář počítá s využitím zemního plynu ještě v roce 2050 a uhlíkové neutrality nedosahuje (k roku 2050 ovšem dochází ke snížení emisí na 13 % hodnoty z roku 1990)

Oba dekarbonizační scénáře nepočítají s výstavbou žádné nové jaderné elektrárny ani s využitím technologie zachytávání a ukládání uhlíku ze spalování fosilních paliv ve velkých stacionárních zdrojích. V těchto bodech se odlišují od obdobně tematicky zaměřené studie společnosti McKinsey z roku 2020.²

Představované scénáře jsou založeny na výstupech modelování Institute for Sustainable Futures při University of Technology v Sydney a energetického institutu Aurora Energy Research, které si objednaly organizace Greenpeace Česká republika a Hnutí DUHA. Zohledňuje aktuální energetická a ekonomická data, využívá současné vědecké a technologické poznání, bere v úvahu možné změny legislativy i dostupné predikce vývoje v příštích letech.

Stejně jako jakékoliv další studie a scénáře budoucího vývoje budoucnosti se tyto modely mohou v mnoha ohledech mýlit. Někdy je technologický pokrok mnohem rychlejší, než kdokoliv očekával (např. u dřívějších odhadů celosvětového rozvoje fotovoltaiky), jindy je vývoj pomalejší (například v oblasti energetické

efektivitu). Jindy se zase zásadně mění ekonomické či politické podmínky, například ještě v roce 2020 počítaly modely (včetně modelu ČEPS připraveného pro Uhelnou komisi) cenu povolenky CO₂ kolem 30 eur v roce 2030. Mezitím v prvním půlroce 2021 vyskočila cena povolenky nad 50 eur a do roku 2030 se očekává její další výrazný růst. Odhady i reálné plány uhelného sektoru to velmi rychle posunulo.

Zkrachovat mohou samozřejmě i politické cíle, například v roce 2008 byl plán mít dva nové bloky Temelína hotové v roce 2020. Projekt padl a v roce 2021 se mluví o nových jaderných blocích v Dukovanech nejdříve v roce 2037. V neposlední řadě budoucnost mohou zásadně ovlivnit různé náhlé události typu přírodních katastrof, havárií (Fukušima) či pandemie. V tomto kontextu tedy tento materiál nemá ambici detailně předpovědět přesný vývoj české energetiky v dalších 30 letech. Materiál ani nepředstavuje ideální vizi vývoje a stavu energetiky a dopravy v roce 2050, například proto, že dnešní technologické možnosti a předpoklady vývoje spotřeby by znamenaly příliš velkou zátěž naší krajiny v případě kompletního nahrazení fosilních paliv. Jeho ambice je jiná: ukázat, že i dnes známými technologiemi je možné do roku 2050 v ČR uhlíkové neutrality dosáhnout, a to při zachování ekonomického růstu a kvality života a současného snižování dovozní závislosti, a zároveň poukázat na rizika a kolize s jinými cíli. Ekonomická kapitola dokládá, že odklon od fosilních paliv vychází dobře i ekonomicky.

Je pravděpodobné, že se na cestě k uhlíkové neutralitě budeme potýkat s různými výzvami a skutečnost se od našeho scénáře odchýlí. Můžeme-li soudit na základě zkušeností se scénářem Energetická (R)evoluce pro EU z roku 2005,³ skutečná dekarbonizace bude dokonce ještě rychlejší, než dnes předpokládáme. A nebudeme na to sami: směrem k uhlíkové neutralitě se společně vypravila celá EU a ve světě má stejný cíl již 55 zemí.⁴

² HANZLIK, V., JAVŮREK, V., SMEETS, B., SVOBODA, D., 2020. KLIMATICKY NEUTRÁLNÍ ČESKO - CESTY K DEKARBONIZACI EKONOMIKY. MCKINSEY & COMPANY.

³ https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/energy-revolution-a-sustainab_0.pdf ⁴ <https://eciu.net/netzerotracker>



ZÁSADNÍ ZÁVĚRY STUDIE TEDY JSOU

Studie potvrzuje proveditelnost ukončení spalování uhlí pro výrobu elektřiny a tepla v ČR do roku 2030.

Studie ukazuje, že zatím neznáme přesnou cestu k ukončení využívání ropy a zemního plynu v ČR do roku 2050, u níž by byla prověřena slučitelnost s cíli ochrany půdy a biodiverzity na české, evropské i globální úrovni. Pokročilý scénář naopak odhaluje pravděpodobné kolize. Není také prověřena slučitelnost s cíli pro oběhové hospodářství. Vzhledem k tomu, že opuštění nebo odložení dekarbonizačního cíle je s cíli ochrany půdy, biodiverzity a oběhovým hospodářstvím také neslučitelné, je nutné:

- ▶ podrobně se zabývat potenciálem biomasy a stanovit, jaké množství je udržitelně využitelné pro jednotlivé účely (včetně energetického), a uvažovaný energetický potenciál modifikovat na základě výsledků této analýzy;
- ▶ nastavit podrobná pravidla pro rozvoj větrných elektráren s ohledem na ochranu přírody (nestačí vyloučení národních parků,

chráněných krajinných oblastí a maloplošných chráněných území) a uvažovaný energetický potenciál modifikovat na základě výsledků;

- ▶ popsat, jak investice do technologického rozvoje způsobů bezemisní výroby a ukládání energie mohou snížit tlak na využití biomasy a větrné energie (zvyšování efektivity fotovoltaických článků, využití geotermální energie...);
- ▶ popsat materiálové potřeby dekarbonizace a nastavit pravidla pro minimalizaci spotřeby vzácných surovin, předcházení vzniku odpadů a efektivní recyklaci;
- ▶ zabývat se otázkou, zda je dosažení úplné dekarbonizace v roce 2050 možné při současném zachování ekonomiky postavené na trvalém růstu a zda není vhodné současný model upravit tak, aby se snížila jeho náročnost na využívání zdrojů, zatímco by zůstala zachována kvalita života a dostupnost služeb.



2. POPIS MODELU ENERGETIKY ČR PRO ROK 2050

Softwarový model vyvinutý pracovníky Institute for Sustainable Futures při University of Technology Sydney ukazuje hodnoty spotřeby primárních zdrojů energie, konečné spotřeby energie v jednotlivých sektorech nebo emisí oxidu uhličitého na základě ekonomických a demografických charakteristik a souboru informací o aktuálním stavu. Celoroční průběh bilance výroby a spotřeby elektřiny z pohledu fungování elektrizační soustavy byl pro Pokročilý scénář v roce 2050 ověřen modelem společnosti Aurora Energy Research.

Pro Českou republiku v období 2020 až 2050 byly vedle Referenčního modelovány dva dekarbonizační scénáře – Základní a Pokročilý. Referenční scénář vychází z Národního klimaticko-energetického plánu ČR, který v roce 2019 předložilo MPO Evropské komisi. Počítá s postupným útlumem využívání uhlí až do roku 2050 a jeho postupnou náhradou zemním plynem. Rozvoj obnovitelných zdrojů je v Referenčním scénáři pomalý, scénář počítá s tím, že mezi lety 2036 a 2040 bude do provozu uveden nový blok v jaderné elektrárně Dukovany.

Oba dekarbonizační scénáře počítají s rychlým rozvojem obnovitelných zdrojů a ukončením spalování uhlí k roku 2030. V obou případech hraje významnou roli rozvoj elektromobility a tepelných čerpadel. Oba scénáře nepočítají s výstavbou nového bloku v jaderné elektrárně Dukovany, po skončení životnosti stávajících bloků (mezi lety 2035 a 2040) zůstává v provozu jen jaderná elektrárna Temelín.

Pokročilý dekarbonizační scénář předpokládá ukončení využívání fosilních paliv v sektorech výroby elektřiny, dopravy a vytápění do roku 2050. V porovnání se Základním dekarbonizačním scénářem již v těchto sektorech nepočítá s využitím zemního

plynu. Významnou roli zde hraje využití vodíku vyráběného převážně v letních měsících z přebytků obnovitelné elektřiny. Výroba vodíku v praxi slouží pro sezonní akumulaci zmíněných přebytků.

VSTUPY DO MODELOVÁNÍ

Předpoklady vývoje ekonomiky a počtu obyvatel do roku 2050 byly čerpány z Národního klimaticko-energetického plánu ČR. Model tak počítá s ekonomickým růstem v celém období (3,25 % až 1,65 %) a mírným poklesem počtu obyvatel po roce 2035. Podíl sektorů na hrubém domácím produktu zůstává v modelu stejný jako v roce 2018 – před epidemií covid-19 (průmysl 37 %, služby 61 %, zemědělství 2 %). Model zohlednil pro rok 2020 pokles ekonomiky v důsledku epidemie koronaviru, od roku 2021 počítá s návratem k hospodářskému růstu.

Jako vstup do modelu byl zadán předpoklad zachování současné základní struktury průmyslové výroby, klíčovými segmenty mají i v roce 2050 zůstat výroba železa, oceli a stavebních hmot, těžba surovin, zpracovatelský, chemický a stavební průmysl. Model počítá s pokračováním trendu snižování spotřeby energie v průmyslu v důsledku zlepšování energetické efektivity – konkrétně o 0,5 % ročně v období 2020 až 2030 a o 0,75 % ročně v období 2031 až 2050 (pro srovnání – mezi lety 2010 a 2019 došlo ke snížení konečné spotřeby energie v průmyslu o 5,2 %).⁵

V sektoru domácností model počítá s postupným nárůstem vybavení elektrickými spotřebiči, jehož hlavní příčinou je snižování podílu domácností s nízkými příjmy. Model počítá s různými typy domácností ve městech, na předměstích (satelitní výstavba) i na venkově, jejichž poměr se časem mění.

⁵ SOUHRNNÁ ENERGETICKÁ BILANCE ČESKÉ REPUBLIKY, MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU, ÚNOR 2021



Tabulka 2.1:

Potenciál energetických úspor v budovách (bez zahrnutí spotřebičů)

		2020	2030	2040	2050	2030	2040	2050	2030	2040	2050
		Hypotetický scénář				Optimální scénář			Základní scénář		
Konečná spotřeba energie v domácnostech	[PJ/a]	372	312	248	212	345	316	289	351	328	306
Rodinné domy	[PJ/a]	161	130	94	76	149	136	123	151	140	129
Bytové domy	[PJ/a]	88	76	60	50	83	78	73	84	79	75
Veřejné a komerční	[PJ/a]	124	107	94	86	113	102	93	117	109	102
Úspora energie oproti výchozímu stavu	[PJ/a]		-66	-130	-166	-33	-62	-89	-27	-50	-72
Měrná spotřeba tepla na vytápění	[MJ/m ²]	491	386	292	246	426	368	325	434	382	339

Zdroj: MPO⁶

V případě vytápění domácností i dalších budov vstupuje do modelu předpoklad zlepšování energetických standardů budov podle Optimálního scénáře aktuální renovační strategie ministerstva průmyslu.

Model předpokládá zachování vysokého podílu systémů centrálního zásobování teplem na vytápění budov i na dodávkách tepla pro potřeby průmyslových podniků. Celkem pro rok 2050 počítá s dodávkou 160 PJ tepla z kogeneračních zdrojů na spalování biomasy včetně bioplynu, přičemž navýšení oproti dnešku je dáno tím, že teplo z kogeneračních zdrojů se bude podílet na náhradě přímé spotřeby fosilních paliv.

V sektoru dopravy model pracuje u obou dekarbonizačních scénářů s poklesem objemu silniční dopravy (osobní i nákladní) o 4 % mezi lety 2020 a 2050. Naopak u železniční dopravy se počítá s průměrným růstem 0,6 % mezi lety 2025 a 2050. Pokročilý dekarbonizační scénář pak počítá s meziročním poklesem využívání osobní automobilové dopravy o 0,3 % mezi lety 2025 a 2050 ve prospěch hromadné dopravy. Automobily se spalovacími motory na fosilní paliva mají ukončit provoz do roku 2045.

Vzhledem k vysokému instalovanému výkonu solárních a větrných elektráren počítá model jejich produkci v průběhu celého roku v hodinových intervalech podle geografického rozmístění zdrojů a databáze meteorologických údajů podle metodiky Stefana Pfenningera ze Spolkové vysoké technické školy v Curychu.^{7,8}

EKONOMICKÉ VSTUPY MODELU

Předpokládaný vývoj ceny paliv je uveden v následující tabulce. Cena biomasy s postupem času roste vzhledem k rostoucí poptávce a pravděpodobné potřebě dovozu.

POTENCIÁL OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ

Dekarbonizační scénáře počítají s vysokým využitím dostupného potenciálu obnovitelných zdrojů energie, zejména v případě větrných a solárních elektráren a energie z biomasy. Využití vodních elektráren je kalkulováno přibližně na současné úrovni, geotermální energie bude využívána převážně díky tepelným čerpadlům, scénář nepředpokládá průlom ve využívání ve velkém měřítku v průmyslu či v komerční a obecní energetice.

⁶ DLOUHODOBÁ STRATEGIE RENOVACÍ NA PODPORU RENOVACE VNITROSTÁTNÍHO FONDU OBYTNÝCH A JINÝCH NEŽ OBYTNÝCH BUDOV, VEŘEJNÝCH I SOUKROMÝCH, MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU, https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/energeticka-ucinnost/strategicke-dokumenty/2020/6/_20_III_DLOUHODOBA_STRATEGIE_RENOVACI_20200520_SCHVALENE.PDF ⁷ PFENNINGER, S. STAFFELL, I. (2016A), PFENNINGER, STEFAN AND STAFFELL, IAIN (2016). LONG-TERM PATTERNS OF EUROPEAN PV OUTPUT USING 30 YEARS OF VALIDATED HOURLY REANALYSIS AND SATELLITE DATA. ENERGY 114, PP. 1251–1265. DOI: 10.1016/J.ENERGY.2016.08.060 ⁸ PFENNINGER, S. STAFFELL, I. (2016B), STAFFELL, IAIN AND PFENNINGER, STEFAN (2016). USING BIAS-CORRECTED REANALYSIS TO SIMULATE CURRENT AND FUTURE WIND POWER OUTPUT. ENERGY 114, PP. 1224–1239. DOI: 10.1016/J.ENERGY.2016.08.068



Tabulka 2.2:
Projekce vývoje ceny paliv

Projekce vývoje ceny paliv						
Všechny scénáře		2017	2020	2030	2040	2050
Biomasa	\$/GJ	7.70	13.65	20.00	26.00	30.00
Syntetická paliva	\$/GJ	-	-	20.00	26.00	30.00
Ropa	\$/GJ	8.5	12.3	21.5	24.2	35.1
Zemní plyn	\$/GJ	2.5	3.3	5.5	6.2	8.9
Uhlí	\$/GJ	2.9	3.3	4.2	4.4	5.3

VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY

V případě větrných elektráren je v Základním dekarbonizačním scénáři kalkulováno s instalovaným výkonem 8,8 GWe, v Pokročilém pak 16,1 GWe pro rok 2050. Hodnota v Pokročilém scénáři je tedy výrazně vyšší než odhad realizovatelného potenciálu (7 GWe) ze studie Ústavu fyziky

atmosféry, zůstává ovšem v mezích potenciálu technického (28,8 GWe).⁹ Technický potenciál vylučuje z výstavby území do 500 metrů od obytné zástavby, národní parky, chráněné krajinné oblasti a koridory kolem dopravní infrastruktury. Bere rovněž v úvahu omezení vzájemného stínění větrných elektráren, které by vedlo ke snížení rychlosti větru. Nezahrnuje ovšem další limity, zejména akceptaci ze strany obyvatel dotčených lokalit.

Tabulka 2.3 :
Instalovaný výkon obnovitelných zdrojů elektřiny v modelovaných scénářích

V GW		2018	2025	2030	2040	2050
Vodní elektrárny (bez přečerpávacích)	REF	1,092	1,122	1,122	1,115	1,110
	E[R]		1,108	1,108	1,113	1,082
	ADV E[R]		1,080	1,108	1,113	1,082
Zdroje na biomasu a bioplyn (včetně kogeneračních)	REF	0,805	0,907	0,895	1,039	1,150
	E[R]		2,103	3,136	3,703	3,981
	ADV E[R]		1,284	2,263	3,147	4,406
Větrné elektrárny	REF	0,318	0,591	0,919	1,805	3,038
	E[R]		0,897	2,327	7,026	8,777
	ADV E[R]		0,897	4,824	11,954	16,058
Geotermální elektrárny	REF	0,000	0,030	0,030	0,030	0,030
	E[R]		0,002	0,002	0,002	0,002
	ADV E[R]		0,002	0,002	0,002	0,002
Fotovoltaické elektrárny	REF	2,204	2,399	3,912	6,827	10,911
	E[R]		3,694	6,997	15,504	23,058
	ADV E[R]		4,723	10,073	19,906	33,136
Total	REF	4,419	5,053	6,882	10,821	16,243
	E[R]		7,803	13,595	27,348	36,900
	ADV E[R]		8,014	18,271	36,123	54,683

⁹ HANSLIAN, D., 2020. AKTUALIZACE POTENCIÁLU VĚTRNÉ ENERGIE V ČESKÉ REPUBLICE Z PERSPEKTIVY ROKU 2020, ÚSTAV FYZIKY ATMOSFÉRY AV ČR, PRAHA.



FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY

Instalovaný výkon fotovoltaických elektráren je v Základním dekarbonizačním scénáři odhadován na 23,1 GWe a v Pokročilém na 33,1 GWe pro rok 2050. Také v tomto případě jsou uvedené hodnoty v rámci technického potenciálu vyčísleného pro fotovoltaiku v České republice na střechách, fasádách a brownfieldech ve studii EGÚ Brno pro Solární asociaci – technický potenciál je odhadován na 39 GWe.¹⁰

ENERGETICKÉ VYUŽITÍ BIOMASY

Instalovaný výkon v kogeneračních zdrojích na biomasu (včetně bioplynu) je v Základním dekarbonizačním scénáři odhadován na 4 GWe, v Pokročilém scénáři pak na 4,4 GWe pro rok 2050. Vzhledem k poměrně vysokému faktoru využití kogeneračních zdrojů počítá Pokročilý scénář s výrobou elektřiny ve zdrojích spalujících biomasu na úrovni 26,4 TWh. Vzhledem k tomu, že využití biomasy pro individuální vytápění oproti současnosti klesne o 37%, bude pro energetické účely třeba zajistit zhruba 370 PJ biomasy jako primárního zdroje. Hodnota odpovídá horní hranici možného potenciálu v ČR dle odborné literatury.¹¹ Po korekci výroby a spotřeby vodíku navržené ze strany Aurora Energy Research lze výrobu elektřiny z biomasy snížit na 16 TWh ročně a spotřebu primárního zdroje na 330 PJ.

VÝSLEDKY – VÝSTUPY

Model ukazuje pokles konečné spotřeby energie ve srovnání se současnou hodnotou (1018 PJ v roce 2019) v Základním dekarbonizačním scénáři na 830 PJ a v Pokročilém na 723 PJ v roce 2050. K nejvýznamnějšímu poklesu spotřeby dochází v sektoru dopravy. Naopak v průmyslu se počítá s nárůstem konečné spotřeby v důsledku hospodářského růstu. V sektoru domácností a služeb dochází

ke snížení konečné spotřeby energie zhruba na dvě třetiny současné hodnoty, zejména díky snížení spotřeby na vytápění budov.

Vzhledem k omezení ztrát při transformačních procesech (zejména ve výrobě elektřiny) dojde k výraznějšímu poklesu ve spotřebě primárních zdrojů energie – ze současných 1806 PJ na 1189 PJ v Základním a 941 PJ v Pokročilém dekarbonizačním scénáři pro rok 2050. V obou dekarbonizačních scénářích dochází k rychlému poklesu spotřeby fosilních paliv a růstu produkce obnovitelných zdrojů. V Pokročilém dekarbonizačním scénáři dosahuje podíl obnovitelných zdrojů 76 % na celkové spotřebě primárních obnovitelných zdrojů, fosilní paliva jsou v roce 2050 využívána již pouze v chemickém průmyslu, nikoli k energetickým účelům.

Dodávka tepla z kogeneračních zdrojů (kompletně zajištěná spalováním biomasy a bioplynu) v Pokročilém scénáři oproti současnosti mírně vzroste (na 160 PJ v roce 2050), protože nižší spotřebu efektivnějších budov vyváží vyšší spotřeba tepla v průmyslu, kde bude nahrazovat přímé využití fosilních paliv. Naopak v sektoru individuálního vytápění dochází k poklesu spotřeby tepla o 29 % oproti současnosti a jejímu vyššímu pokrytí tepelnými čerpadly a solárními kolektory. V praxi tak dojde k významnému přesunu biomasy od decentralizovaného vytápění ke kombinované výrobě tepla a elektřiny.

V obou dekarbonizačních scénářích významně roste spotřeba elektřiny – především v důsledku elektrifikace dopravy, průmyslu a zvyšování podílu tepelných čerpadel na pokrývání spotřeby vytápění budov. Poptávka po elektřině (bez započítání spotřeby na výrobu vodíku) vzroste ze současných 61,2 TWh na 91,9 TWh v základním a 98,3 TWh v Pokročilém dekarbonizačním scénáři v roce 2050.

¹⁰ HRUBÝ, M., ET AL. OPONENTNÍ POSUDEK K VYBRANÝM TÉMATŮM Z NÁVRHU NÁRODNÍHO KLIMATICKO-ENERGETICKÉHO PLÁNU (NKEP) PRO OBLAST FVE, EGÚ BRNO.

¹¹ THE POTENTIAL BIOMASS FOR ENERGY PRODUCTION IN THE CZECH REPUBLIC, [HTTPS://WWW.SCIENCEDIRECT.COM/SCIENCE/ARTICLE/ABS/PII/S0961953405002023](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0961953405002023)



BILANCE ELEKTŘINY V PRŮBĚHU ROKU VČETNĚ VYUŽITÍ PŘESHraniČNÍCH PROPOJENÍ

Vzhledem k tomu, že význam elektřiny se bude podle výsledků modelu s postupující elektrifikací dopravy i dalších sektorů spotřeby zvyšovat, je třeba bilanci elektřiny věnovat zvýšenou pozornost. Proto byl celoroční průběh bilance výroby a spotřeby elektřiny v ČR pro rok 2050 v Pokročilém dekarbonizačním scénáři ověřen celoevropským softwarovým modelem společnosti Aurora Energy Research (AER).

Model AER počítá s navýšením kapacit přeshraničních propojení v souladu s rozvojovým plánem sdružení provozovatelů evropských přenosových soustav ENTSO-E pro rok 2040.¹² Konkrétní kapacity pro vývoz elektřiny do sousedních států a dovoz do České republiky jsou shrnuty v následující tabulce.

Tabulka 2.4:

Kapacity přeshraničních propojení pro dovoz a vývoz elektřiny se sousedními státy v roce 2050

Sousední stát	Kapacita přeshraničního vedení pro dovoz do ČR [MW]	Kapacita přeshraničního vedení pro vývoz z ČR [MW]
Rakousko	900	900
Slovensko	2300	3000
Polsko	800	600
Německo	3900	4500
Celkem	7900	9000

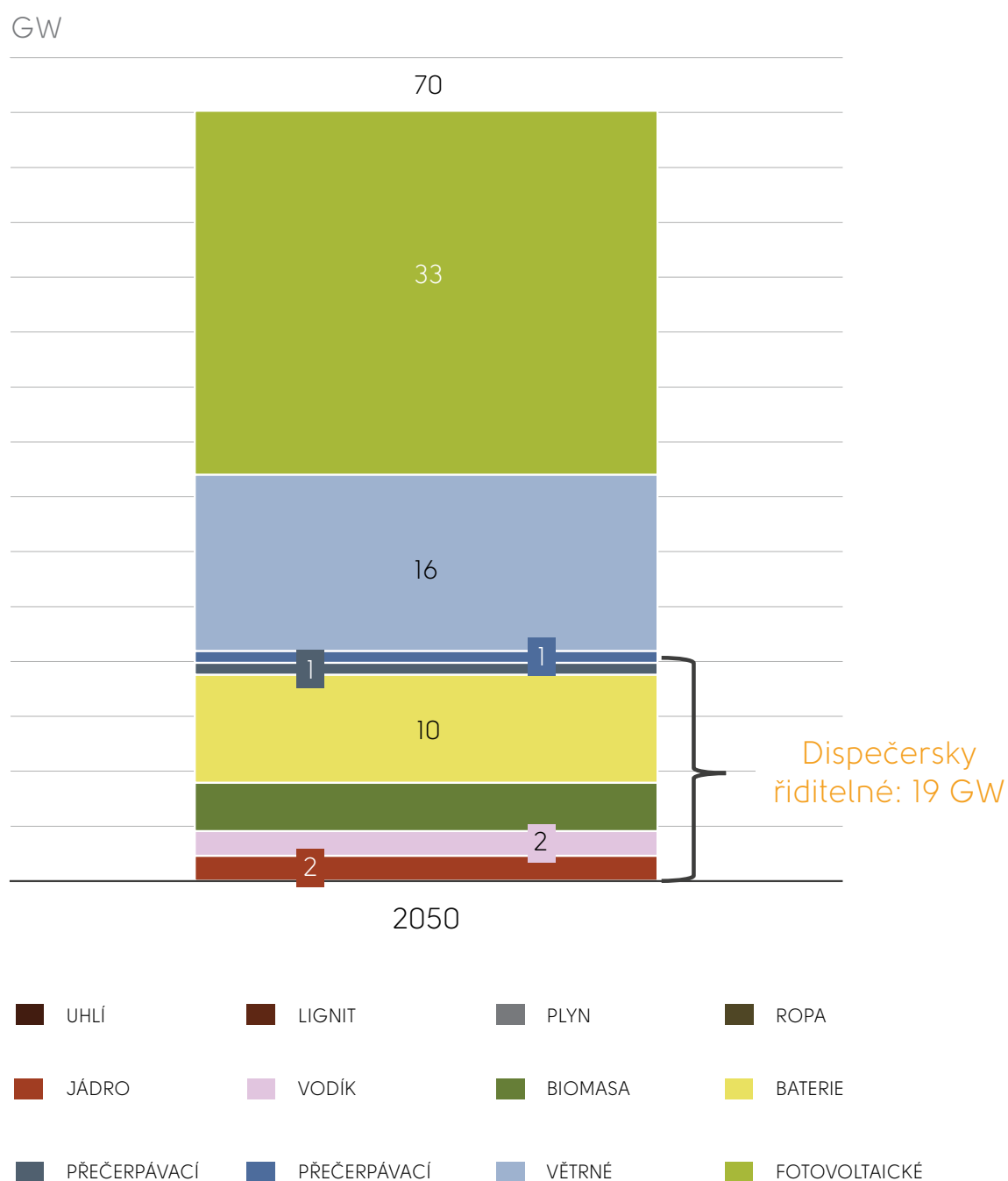
¹² PŘESHraniČNÍ KAPACITY ELEKTRICKÝCH VEDENÍ V ROCE 2050 ODHADLI EXPERTI AURORA ENERGY RESEARCH PODLE DOKUMENTŮ ENTSO-E 10-YEAR NETWORK DEVELOPMENT PLAN 2040 – [HTTPS://TYNDP.ENTSOE.EU/TYNDP2018/POWER-SYSTEM-2040/](https://tyndp.entsoe.eu/tyndp2018/power-system-2040/) A DOSAVADNÍCH ZKUŠENOSTÍ S REALIZACÍ PŘEDCHOZÍCH PLÁNŮ (PLÁN ENTSO-E PRO ROK 2050 ZATÍM NEBYL ZPRACOVÁN).



Výsledky modelování ukazují, že zásobování elektřinou v České republice lze v roce 2050 zajistit pomocí zdrojových kapacit použitých v modelu (viz přehled na následujícím grafu).

Graf 2.1:

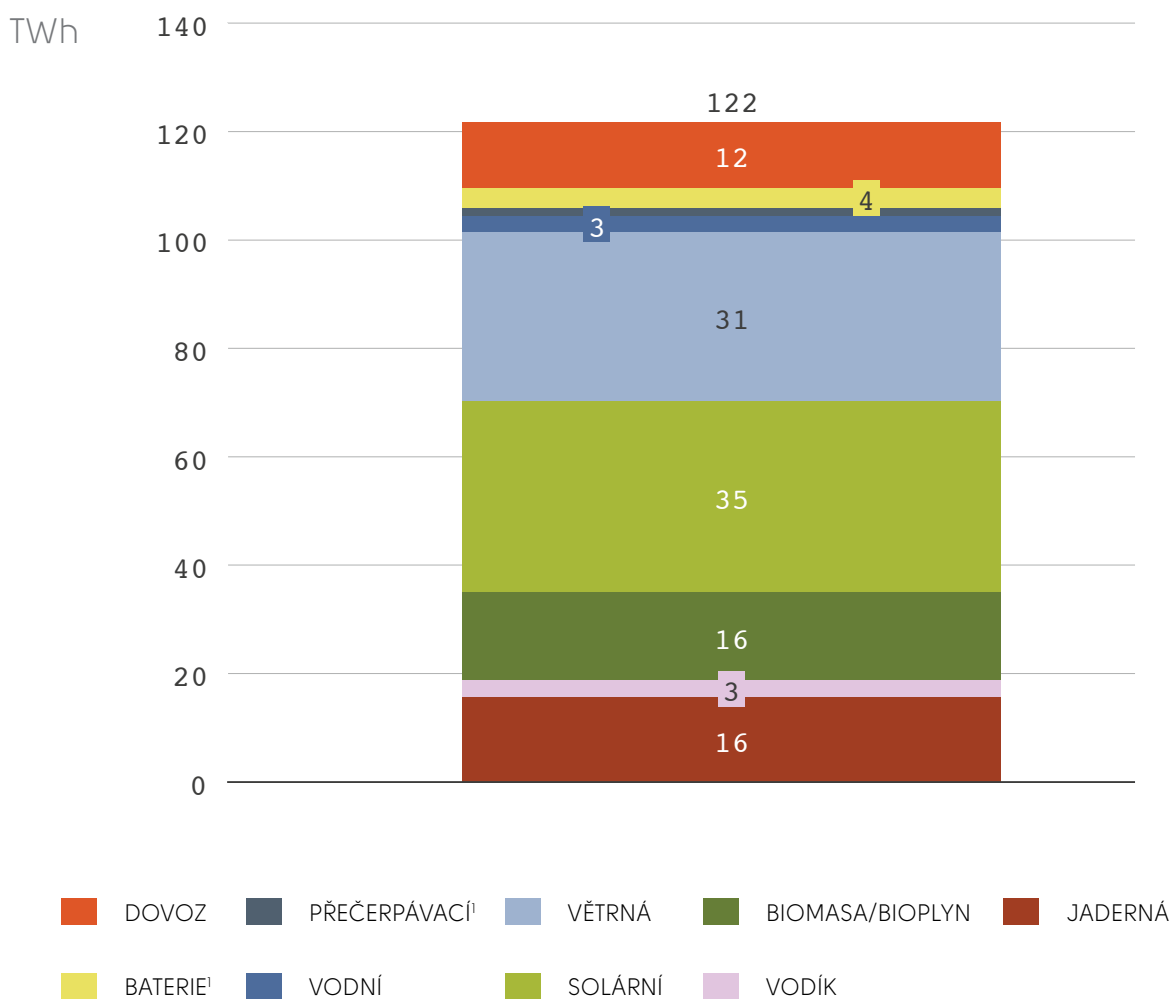
Instalovaný výkon v ČR v roce 2050 v GW





Graf 2.2:

Roční výroba elektřiny v ČR v roce 2050



¹ Hrubá výroba elektřiny - nezahrnuje spotřebu na přečerpávání a nabíjení

Model ukazuje, že pro bezproblémové zásobování elektřinou bude nutné zajistit rychlý rozvoj akumulace pomocí bateriových systémů. Česká republika bude v roce 2050 zemí s čistým dovozem 12 TWh ročně. Významnou změnou oproti dnešku bude rovněž výroba vodíku z přebytků obnovitelné elektřiny a jeho využití v elektrárnách

s kombinovaným cyklem – CCGT. Oproti modelu ISF počítá Aurora Energy Research s využitím vodíkových CCGT v režimu špičkového zdroje - jejich produkce klesá ve srovnání s modelem ISF z 11,2 na 3,12 TWh za rok. Roční spotřeba elektřiny na výrobu vodíku pak klesá z 24,1 na 7,42 TWh.



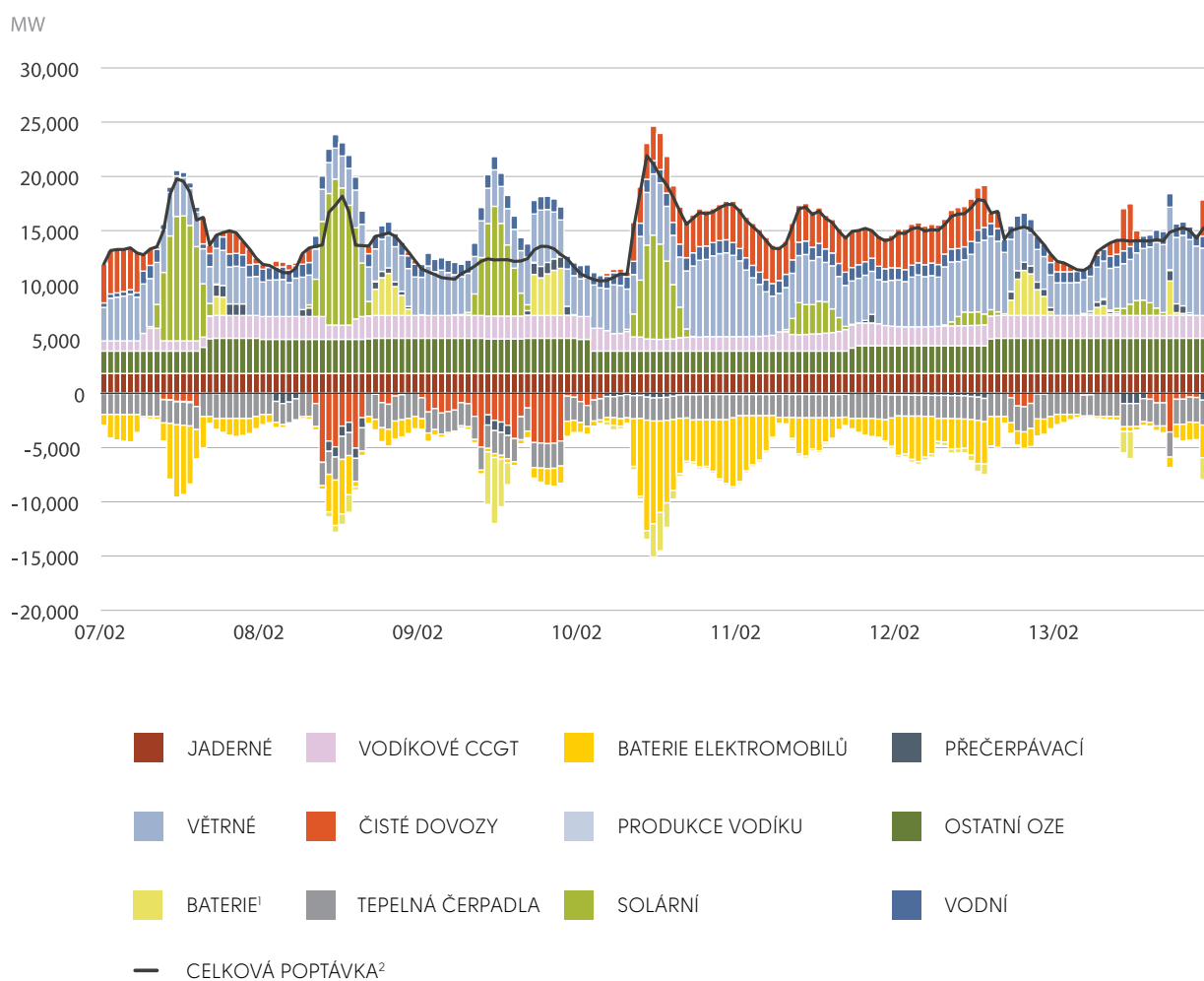
Výstupy modelování jsou ilustrovány grafy týdenního průběhu výroby a spotřeby elektřiny v jednotlivých ročních obdobích a v týdnu s nejmenší produkcí obnovitelných zdrojů při současně vysoké poptávce.

Typický zimní týden je charakterizován poměrně vysokou výrobou větrných elektráren, nicméně zejména v obdobích se zvýšenou spotřebou v důsledku nabíjení elektromobilů je část spotřeby kryta dovozem. Zdroje s kombinovaným cyklem využívající vodík jsou plně využívány.

Graf 2.3:

Typický zimní týden. Výroba elektřiny z větrných elektráren je doplněna hlavně produkcí zdrojů na vodík a biomasu

Hodinové pokrytí poptávky během obvyklého zimního týdne 7.–13. února 2050 v pokročilém scénáři



¹ mimo elektromobily, ² čára celkové poptávky nezahrnuje ukládání energie a export

Zdroj: Aurora Energy Research



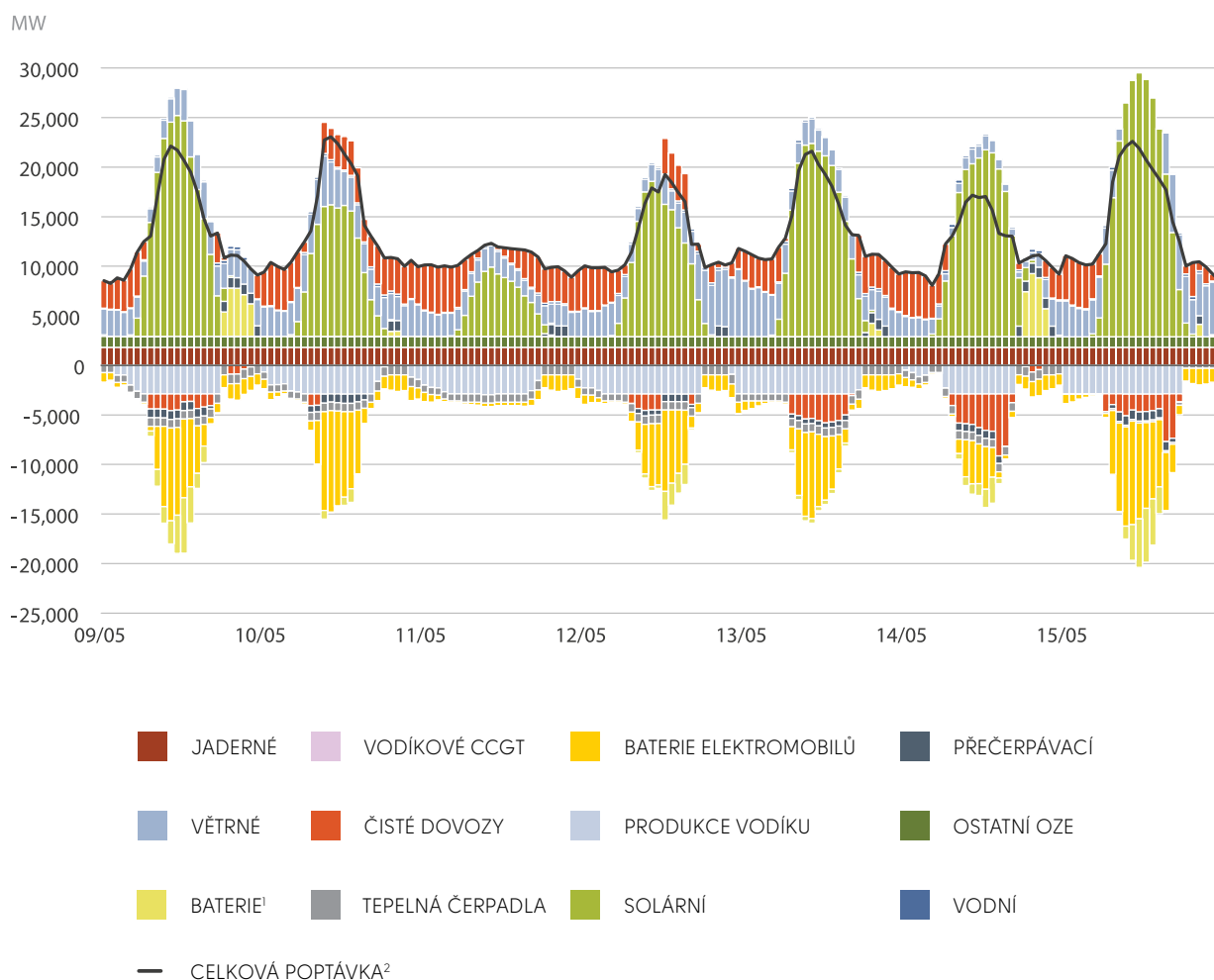
V průběhu jarního týdne dochází k poměrně vysoké výrobě elektřiny z fotovoltaických elektráren, která umožňuje pokrýt nabíjení elektromobilů, výrobu vodíku a za příznivých podmínek i akumulaci pro pozdější spotřebu

během následujících hodin a dní. Dovoz elektřiny v časových úsecích bez slunečního svitu převažuje nad vývozem v obdobích s příznivými povětrnostními podmínkami. Využití CCGT na vodík je během jarních týdnů nízké.

Graf 2.4:

Typický jarní týden. Výroba fotovoltaických elektráren a bateriová akumulace omezují dovoz elektřiny

Hodinové pokrytí poptávky během obvyklého jarního týdne 9.–15. května 2050 v pokročilém scénáři



¹ mimo elektromobily, ² čára celkové poptávky nezahrnuje ukládání energie a export

Zdroj: Aurora Energy Research



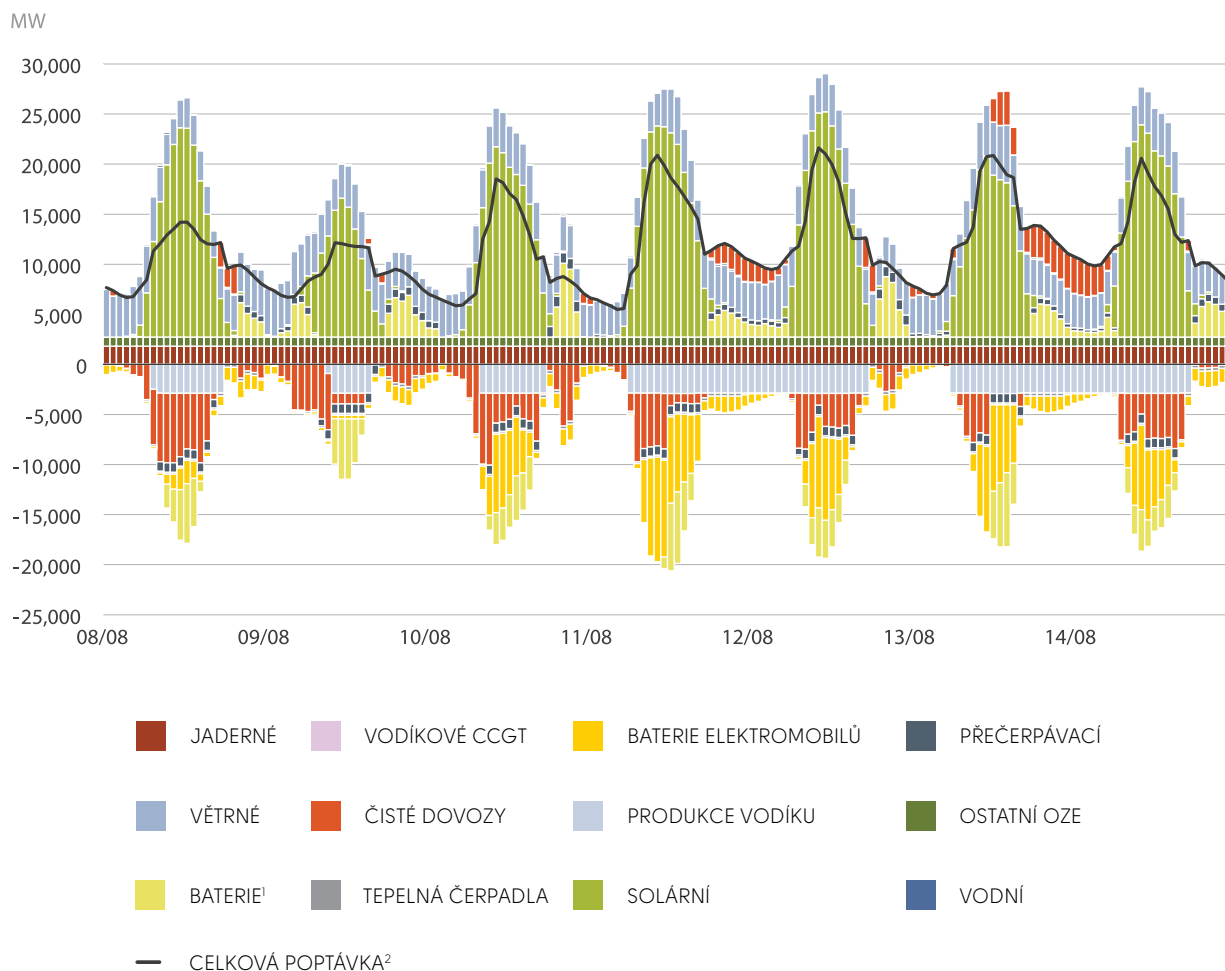
V letním týdnu se díky vysoké produkci fotovoltaických elektráren a nízké ceně elektřiny významně využívá bateriová akumulace a výroba vodíku pro sezonní akumulaci. Vývoz elektřiny

převažuje nad dovozem. Kogenerační zdroje na biomasu jsou v provozu jen pro zajištění teplé vody a procesního tepla v průmyslových provozech.

Graf 2.5:

Typický letní týden. Dominantní využití solárních a větrných elektráren s nasazením akumulace a výroby vodíku

Hodinové pokrytí poptávky během obvyklého letního týdne 8.–14. srpna 2050 v pokročilém scénáři



¹ mimo elektromobily, ² čára celkové poptávky nezahrnuje ukládání energie a export

Zdroj: Aurora Energy Research



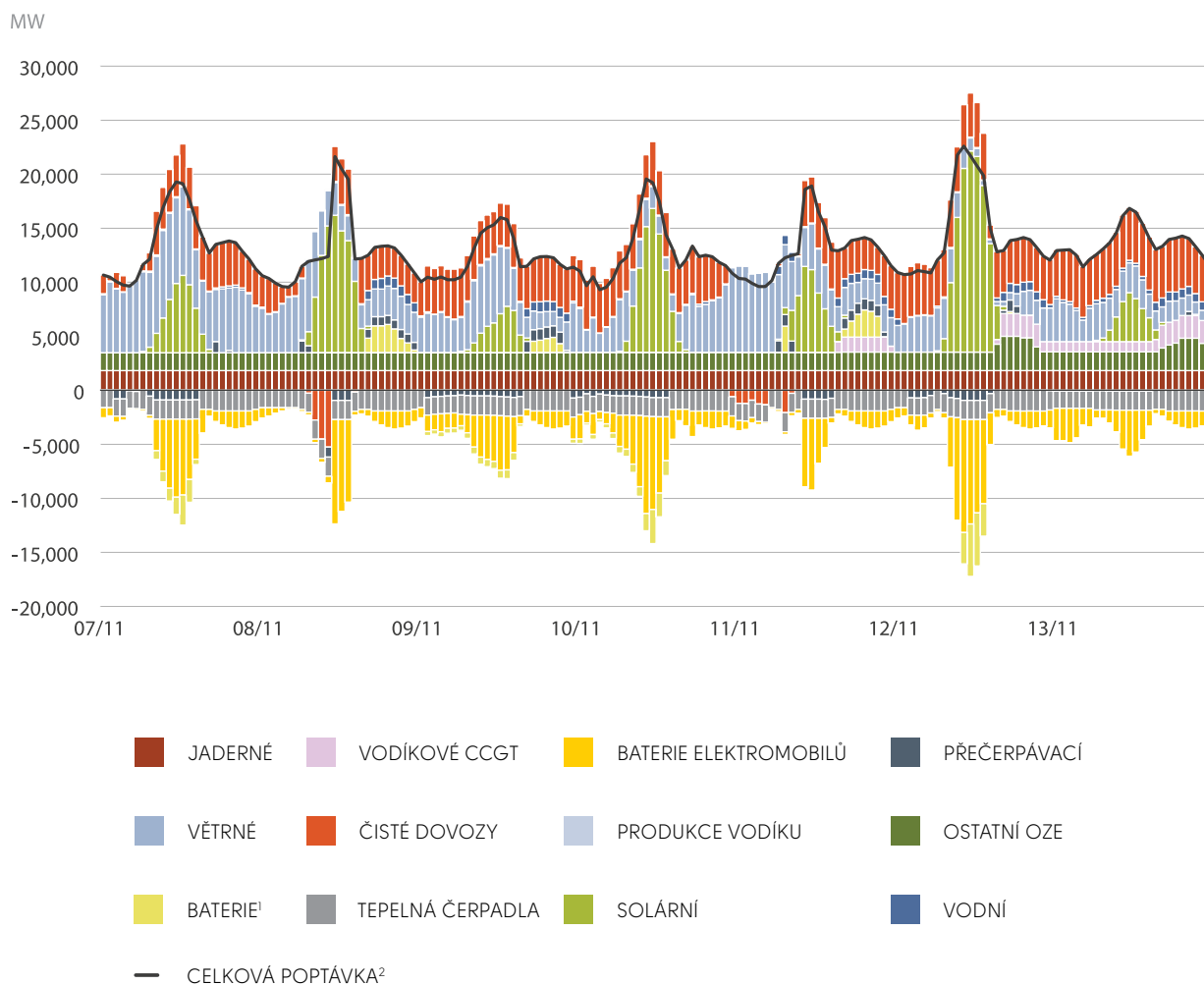
Během podzimního týdne roste ve srovnání s létem produkce větrných elektráren, ale pokles výroby z fotovoltaiky je významnější. Ve dnech s vysokou poptávkou a nízkou produkcí obnovitelných zdrojů

jsou využívány vodíkové zdroje s kombinovaným cyklem. Dovoz elektřiny významně převyšuje vývoz, v evropském měřítku je ovšem dostatek elektřiny z větrných elektráren.

Graf 2.6:

Typický podzimní týden. Výroba větrných elektráren je doplněna hlavně dovozem elektřiny.

Hodinové pokrytí poptávky během obvyklého podzimního týdne 7.–13. listopadu 2050 v pokročilém scénáři



¹ mimo elektromobily, ² čára celkové poptávky nezahrnuje ukládání energie a export

Zdroj: Aurora Energy Research



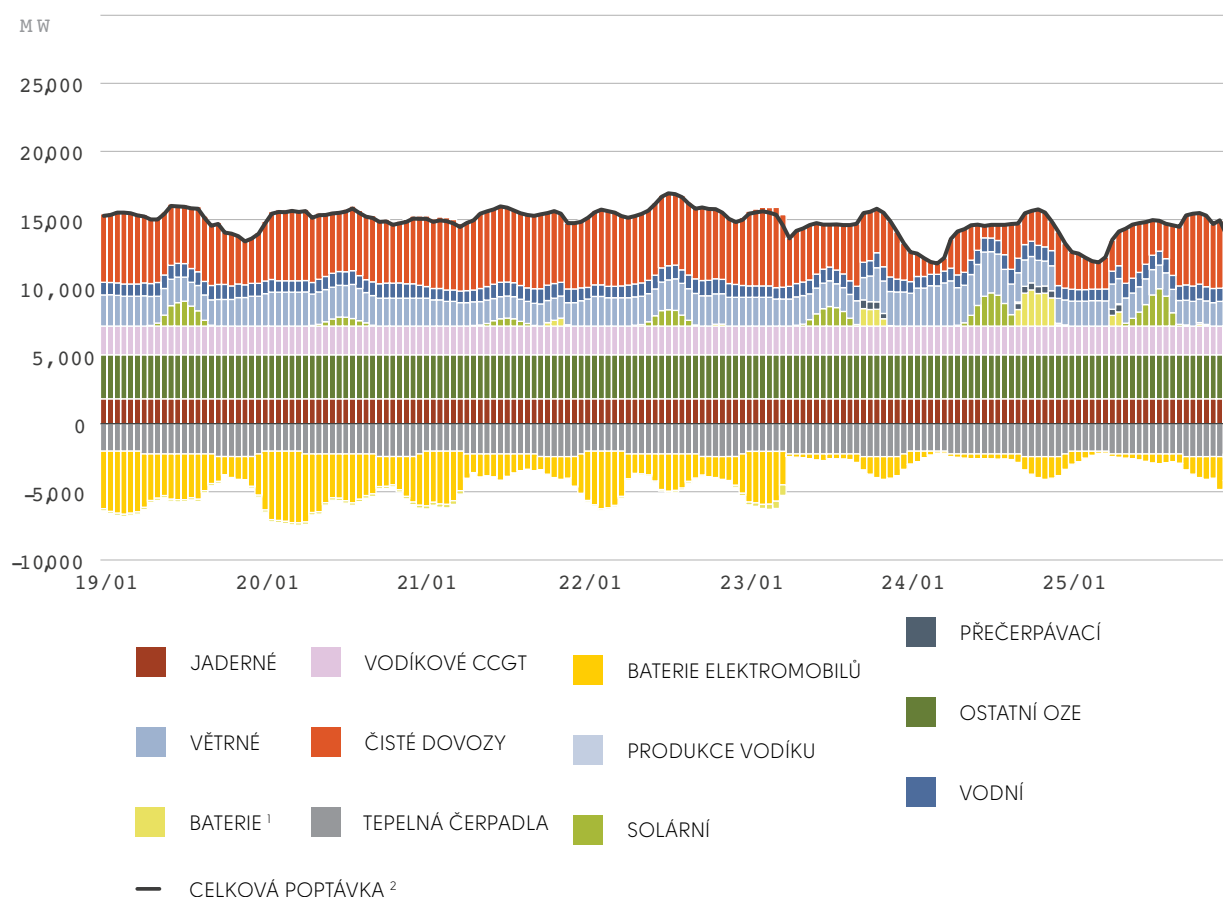
Týden s minimální produkcí obnovitelných zdrojů (v modelovaném roce jde o týden od 19. do 26. ledna) jsou kogenerační zdroje na biomasu, stejně jako CCGT na vodík a oba jaderné bloky v JE Temelín provozovány na plný výkon. V průběhu celého

týdne Česká republika dováží významné množství elektřiny (dovoz pokrývá zhruba třetinu spotřeby). V uvedeném týdnu se počítá s dispečerským řízením nabíjení elektromobilů, které by ovšem nemělo ohrozit jejich provoz.

Graf 2.7:

Dovoz elektřiny a provoz zdrojů na vodík jsou zásadní pro pokrytí poptávky v týdnech s nízkou výrobou větrných a solárních elektráren

Hodinové pokrytí poptávky během týdne 19.–25. ledna 2050 s nízkou produkcí OZE a vysokou poptávkou v pokročilém scénáři



¹ mimo elektromobily, ² čára celkové poptávky nezahrnuje ukládání energie a export

Zdroj: Aurora Energy Research

Použitý model neumožňuje zahrnutí zdrojů pro zajištění podpůrných služeb přenosové soustavy. Společnost Aurora Energy Research odhaduje, že pro bezpečný provoz soustavy je třeba počítat

s dalšími dispečersky říditelnými elektrárnami o výkonu 2000 MW. Jejich spotřeba biomasy nebo bioplynu není modelována, bude záviset na provozu ostatních zdrojů.



EMISE CO₂

Pokročilý scénář dosahuje v roce 2050 nulové emise CO₂, tzn. v produkci elektřiny, tepla a v dopravě se

nespalují již žádná fosilní paliva. Základní scénář počítá s 22 mil. tun CO₂ v roce 2050, tj. pokles oproti 2019 o 81%. Model nezahrnuje ostatní skleníkové plyny.

Graf 2.8:

Vývoj emisí CO₂ podle jednotlivých sektorů



JADERNÁ ENERGETIKA

Referenční scénář, založený na plánech ministerstva průmyslu a obchodu pod vedením Karla Havlíčka, počítá s výstavbou nového jaderného reaktoru 1200 MW a jeho zprovozněním mezi lety 2035–2039. Pokročilý ani Základní dekarbonizační scénář nepočítají s výstavbou žádného nového jaderného zdroje, nový reaktor v modelu vychází draž než alternativy v podobě obnovitelných zdrojů. Provoz jaderné elektrárny Temelín uvažují všechny scénáře shodně až za horizont roku 2050 v souladu se záměrem provozovatele.¹³ U elek-

trárny Dukovany Referenční i Základní scénář počítají s plánovaným prodloužením životnosti až do období mezi 2040–2044 a Pokročilý scénář modeluje odstavení Dukovan již dle současného plánu, tedy kolem roku 2037.

Nové jaderné zdroje jsou mnohem dražší než nové obnovitelné zdroje a nůžky mezi nimi se dále rozevírají, jak postupně zlevňuje výstavba obnovitelných zdrojů, což demonstruje následující graf, který je založený na každoroční studii sdružených nákladů na výrobu elektřiny (LCOE) od konzultační společnosti Lazard.

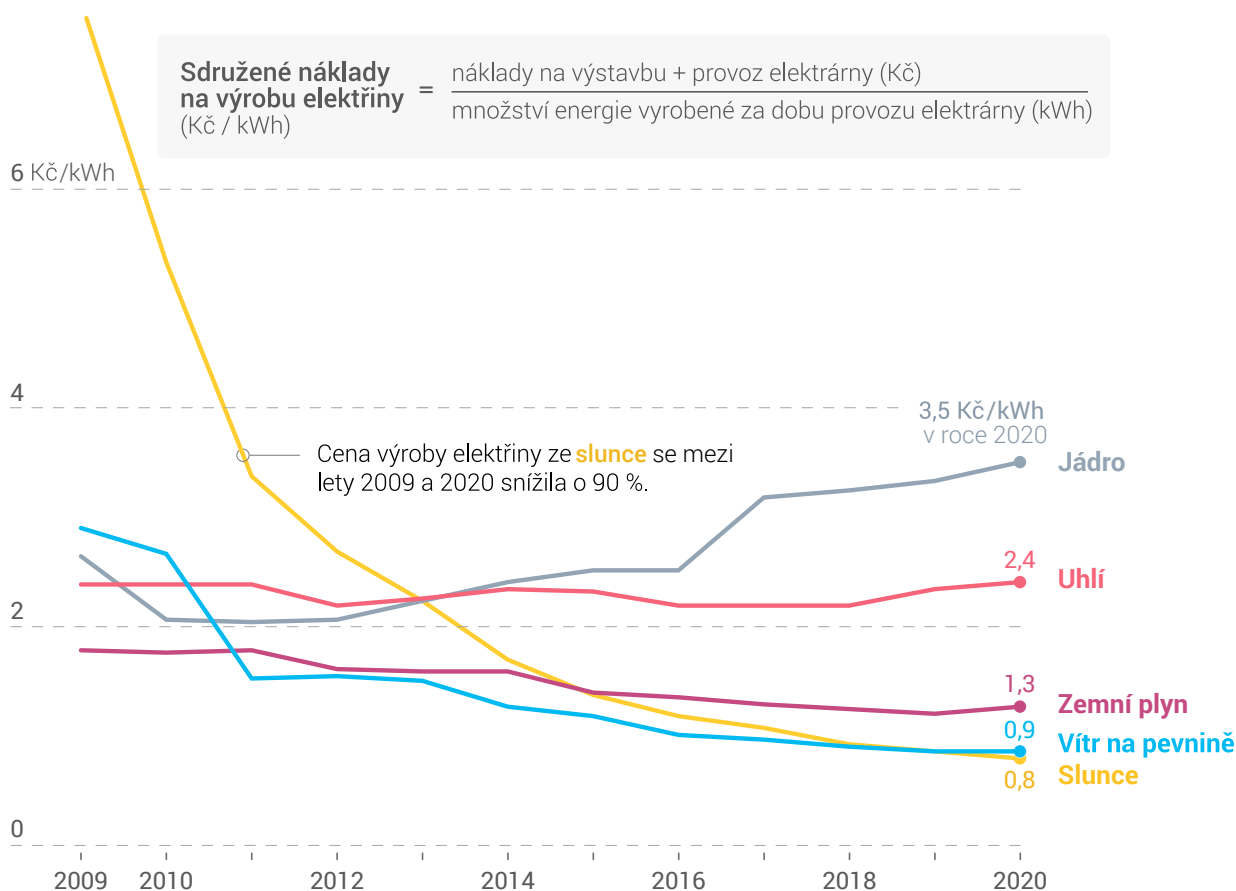
¹³ CEZ GROUP: READY FOR DECENTRALIZED ENERGY FUTURE, INVESTMENT STORY, APRIL 2021



Graf 2.9:

Vývoj světových cen elektřiny podle zdrojů

Ceny výroby elektřiny ze slunce a větru v poslední dekádě výrazně klesly a dnes tyto obnovitelné zdroje energie patří ve světě mezi nejlevnější



Zdroj dat: Lazard, <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/cena-energie>, licencováno pod CC BY 4.0

Stavba jaderných elektráren má ve většině případů zpoždění a trpí na dodatečné navyšování rozpočtů, a těžko tak lze očekávat, že by v ČR tomu bylo jinak. K průtahům docházelo v minulosti u stavby novějších bloků Temelína a nyní i u stavby dálnic a dalších velkých staveb. V případě jaderných elektráren dosahují některá zpoždění i celé dekády, jako například u nových bloků slovenské elektrárny Mochovce, které měly být v provozu mezi 2012 a 2013 a v provozu budou možná v letech 2021, resp. 2023, či elektrárny Flamanville ve Francii, s plánem dokončení v roce 2012 a dnešním

odhadem spuštění ke konci 2022,¹⁴ případně s finským reaktorem Olkiluoto 3, s plánovaným spuštěním v roce 2010, u kterého se očekává spuštění v roce 2022. Maďarská elektrárna Paks 3 se zatím ještě nezačala stavět, přičemž původní plán byl začít stavbu v roce 2018.¹⁵

Ostatně v ČR již jedna plánovaná výstavba zkrachovala. V roce 2008 rozjel ČEZ s podporou vlády oficiální kroky na výstavbu nových bloků v Temelíně, analýzu dopadů na životní prostředí a poté i tendr. Plán byl spustit reaktory v roce

¹⁴ <https://www.reuters.com/business/energy/finlands-olkiluoto-3-nuclear-reactor-faces-another-delay-2021-08-23/>

¹⁵ <https://eu.boell.org/en/2021/04/26/hungarys-paks-2-nuclear-plant-project-russias-controversial-test-laboratory>



2020, v roce 2014 byl ale tendr zrušen. Současný plán pro nový reaktor je spuštění v roce 2037, s velmi reálným rizikem dalšího zpoždění. Znamená to tedy, že by mohlo trvat dalších 20 či více let, než by nový zdroj naběhl a projekt by vázal stovky miliard korun bez reálného vlivu na rychlé snižování emisí. Alternativou, kterou ukazují scénáře této studie, je investovat do obnovitelných zdrojů, jejichž výstavba trvá jen několik měsíců až let a mohou již v příštích letech dodávat bezemisní elektřinu a pomoci nahrazovat odstavované uhelné elektrárny.

Současné technologie využívané v jaderných elektrárnách mají jen velmi omezené možnosti řešit potřebu náhrady zdrojů centrálního vytápění na fosilní paliva (plánované využití odpadního tepla z jaderné elektrárny Temelín pro vytápění Českých Budějovic je v tomto ohledu výjimečným projektem). Menší jaderné reaktory teoreticky použitelné pro vytápění měst jsou stále ve fázi výzkumu a vývoje.

Kromě ekonomických důvodů a rizika velkých zpoždění představuje jaderná energetika také

další problémy. Nukleární reaktory za sebou zanechávají nevyřešené ekologické škody při těžbě uranu a v podobě vyhořelého paliva. Vysoce radioaktivní odpad je nutné podle odborníků perfektně izolovat po dobu nejméně 200 000 let. Pokrok ve výběru místa pro trvalé úložiště v ČR je malý, žádná obec na svém území takového úložiště nechce mít. Podobně je na tom zbytek světa, žádné takové zařízení zatím na světě není v provozu. Možností pro ČR není ani recyklace radioaktivního odpadu. Kvůli technické náročnosti, vysokým nákladům, kontaminaci prostředí a riziku šíření zneužitelného materiálu, se na světě přepracovává pouze malý zlomek vyhořelého jaderného paliva.

Dalšími problémy jaderného průmyslu je možnost zneužití jaderného materiálu a technologií pro vojenské účely a terorismus. A v neposlední řadě je to riziko jaderné havárie. Události ve Fukušimě ukázaly, že se havárie může stát i v jedné z ekonomicky a technologicky nejvyspělejších zemí světa. Vážná jaderná havárie se odehrála i v Československu v roce 1977, následně musel být natrvalo zavřen jeden blok elektrárny Jaslovské Bohunice.¹⁶



¹⁶ https://cs.wikipedia.org/wiki/Hav%C3%A1rie_elektr%C3%A1rny_Jaslovsk%C3%A9_Bohunice_A1

3. ODKLON OD UHLÍ A TRANSFORMACE VÝROBY TEPLA

Spalování uhlí dnes v Česku produkuje 37 % netto výroby elektřiny¹⁷ a 48 % distribuovaného tepla¹⁸ a uhelné elektrárny a teplárny jsou významné i z hlediska poskytování systémových služeb pro stabilizaci elektroenergetické soustavy. Modelování zahrnující rychlý odklon od uhlí se tedy muselo vypořádat se všemi těmito třemi funkcemi, které uhlí v energetickém mixu v dnešní době splňuje.

Druhým východiskem pro modelování budoucnosti uhlí je ekonomický výhled pro využívání tohoto paliva. Závěry vládní Uhlé komise z prosince 2020 počítají s cenou 30 eur v roce 2030, ale realita roku 2021 byla již nad 50 eur. Evropská komise předpokládá, že v roce 2030 dosáhne cena povolenky 85 eur, podle analytiků z agentury Bloomberg bude ve stejném roce stát dokonce 108 eur.¹⁹ S uvedenou cenou povolenky bude výroba elektřiny z uhlí zcela nekonkurenceschopná, a to i v případě předpokládané vyšší ceny elektřiny. Již cena povolenky oscilující mezi 18 až 33 eury přitom v roce 2020 způsobila masivní ztráty všem klíčovým hráčům vyrábějícím v ČR elektřinu z uhlí: společnosti Pavla Tykače Severní energetická a Vršanská uhelná prodávaly kumulovaně 0,6 miliardy,^{20, 21} OKD vytvořila ztrátu ve výši 2,4 miliardy korun²² a ČEZ musel v první polovině roku 2021 v důsledku přecenění aktiv Severočeských dolů odepsat 8,7 miliardy.²³ Rychlá ekonomická smrt uhelné energetiky tak již probíhá, a to zcela jinak, než dosud předpokládala česká vláda a její úředníci.

Propočty BNEF pro Česko, Polsko, Rumunsko a Bulharsko ukazují,²⁴ že kompletní odstavení a nahrazení uhelných kapacit by ekonomicky optimálně mělo proběhnout do roku 2030. Z hlediska výroby bude ekonomicky nejvýhodnější redukce vývozu, rychlé snižování výroby z uhlí a nárůst výroby z OZE a zemního plynu. Ke konci desetiletí ovšem vlivem růstu ceny emisní povolenky bude i výroba ze zemního plynu vytlačována dalším růstem výroby z OZE.

Je tedy nutné počítat buď s výpadkem spalování uhlí pro výrobu energie nejpozději do roku 2030, nebo s jeho masivním dotováním, které by kromě rozpočtových úskalí naráželo i na pravidla Evropské unie. Dotování z evropských peněz je nepředstavitelné, ale i dotování ze státního rozpočtu je v rozporu s pravidly veřejné podpory v EU.

VÝROBA ELEKTŘINY

Oba dekarbonizační scénáře počítají s rychlým snižováním instalovaného výkonu i výroby z uhlí. Do roku 2025 klesne instalovaný výkon ze 7 GW v roce 2020 na 3 GW. Základní scénář počítá s 1 GW elektrického výkonu v rámci kombinované výroby elektřiny a tepla z hnědého uhlí v roce 2030. Pokročilý scénář počítá s tím, že 1 GW elektrického výkonu bude poskytovat spalování neobnovitelné (fosilní) složky odpadů, tedy reálně vyseparovaného nerecyklovatelného plastu. Mezi roky 2031–2034 počítají oba scénáře s koncem spalování uhlí a odpadů fosilního původu. Pokles instalovaného výkonu je znázorněn v následujícím grafu.

¹⁷ https://www.eru.cz/documents/10540/6616306/ROCNI_ZPRAVA_PROVOZ_ES_2020.PDF/EDC0cb03-700A-43A7-8c08-A1ccb3f2d173

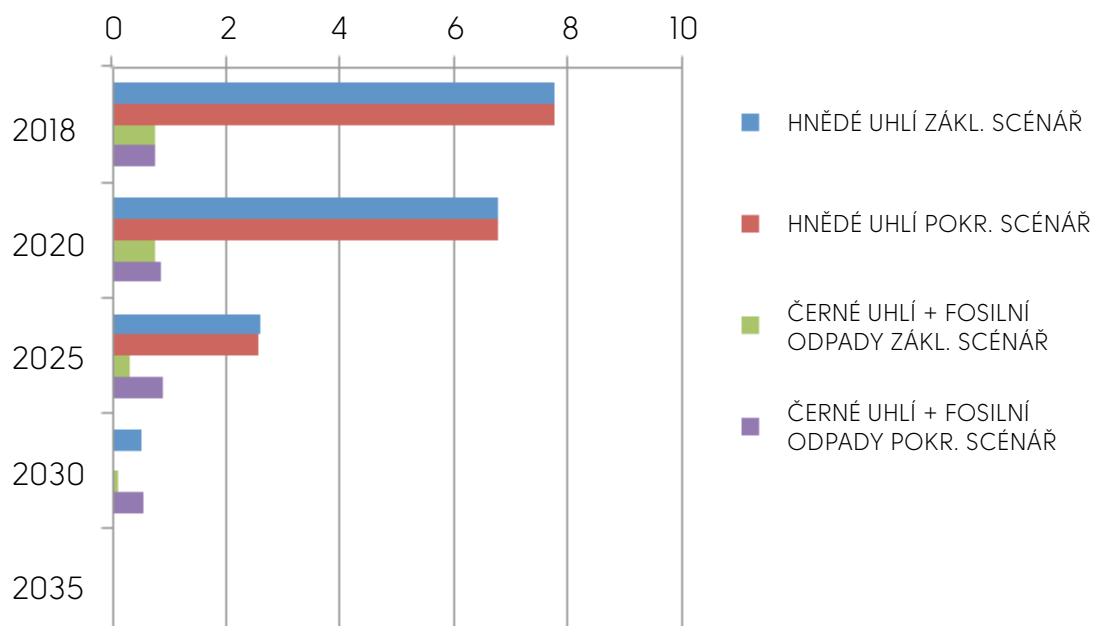
¹⁸ https://www.eru.cz/documents/10540/7156840/ROCNI_ZPRAVA_PROVOZ_TS_2020.PDF/f353f7f2-ad73-4a82-8bb2-c0209b38b26a

¹⁹ EUROPE CO2 PRICES MAY RISE MORE THAN 50% BY 2030, EU DRAFT SHOWS ²⁰ TYKAČOVA VRŠANSKÁ UHELNÁ VYKÁZALA ZTRÁTU A ZADLUŽILA SE KVŮLI POČERADŮM ²¹ TYKAČOVA SEVERNÍ ENERGETICKÁ SKONČILA OPĚT VE ZTRÁTĚ. LONI PRODĚLALA 302 MILIONŮ KORUN ²² OKD LONI PROHLUBILA ZTRÁTU NA 2,4 MILIARDY KORUN ²³ ZISK ČEZ SE V POLOLETÍ PROPADL O 89 PROCENT. SKUPINA PLÁNUJE DŘÍVĚJŠÍ KONEC TĚŽBY V SEVEROČESKÝCH DOLECH



Graf 3.1:

Instalovaná kapacita pro výrobu elektřiny v dekarbonizačních scénářích, v GW



V obou scénářích dochází k odstavování uhelných elektráren rychlým tempem. Otázku pořadí odstavování jednotlivých zdrojů vyřešila Uhlerná komise na svém zasedání 5. června 2020 v Prunéřově, kde schválila kritérium, podle kterého se mají seřadit zdroje spalující uhlí. Kritérium je postaveno na emisní intenzitě, tedy na tom, kolik emisí CO₂

vznikne na jednotku vyprodukované energie. Zdroj s nejvyšší emisní intenzitou by pak měl být odstaven jako první, poté zdroj s druhou nejvyšší intenzitou a tak dále. Uhlerná komise schválila i konkrétní vzorec pro výpočet emisní intenzity, který pracuje s údaji za roky 2017–2019 a zahrnuje do výpočtu produkci elektřiny i tepla.

$$X = \left(\frac{\sum_{i=1}^3 y_i z_i}{\sum_{i=1}^3 y_i} \right) / \bar{y}$$

x = emisní intenzita zdroje [t CO₂/MWh]
 z_i = verifikované emise CO₂ v roce i [t CO₂]
 y_i = (saldo elektřiny dodané do sítě
+ prodej elektřiny v areálu výroby
+ ostatní spotřeba
+ užitečné teplo) v roce i [MWh]

Vzorec má být aplikován zvlášť na 4 kategorie uhelných zdrojů (elektrárny, teplárny, vytápny, závodní energetiky). Každá kategorie totiž plní

jiný účel, ekonomika provozu se řídí jinými vlivy a tak podobně.



Experti Hnutí DUHA a Greenpeace zpracovali na základě dostupných údajů od provozovatelů elektráren a výpočtů dle schváleného vzorce tabulku emisní intenzity pro kategorii „elektrárny“. V této kategorii se spálí nejvíce uhlí

a vyprodukuje nejvíce emisí. Také primárně k této kategorii se vztahovala odborná debata v Uhelné komisi. V případě pokročilého scénáře by orientační termíny odstavení zdrojů vypadaly takto.

Tabulka 3.1:

Návrh termínů odstavení uhelných elektráren dle emisní intenzity

Uhelná elektrárna	Emisní intenzita 2017–2019 (tun CO ₂ /MWh)	Instalovaný výkon (MW)	Orientační termín odstavení
Počerady	1,033 ⁽¹⁾	1000	co nejdříve
Mělník III	1,031 ⁽¹⁾	500	již odstavena
Dětmarovice	1,021 ⁽¹⁾	600	co nejdříve
Tisová II	0,958 ⁽²⁾	100	do konce 2023
Chvaletice	0,938 ⁽³⁾	820	do konce 2024
Ledvice 4	0,932 ⁽¹⁾	110	do konce 2029
Prunéřov II	0,918 ⁽¹⁾	750	do konce 2029
Tušimice II	0,902 ⁽¹⁾	800	do konce 2029
Ledvice 6	0,847 ⁽¹⁾	660	do konce 2029
Kladno	0,802 ⁽⁴⁾	470	do konce 2029
Mělník II	0,786 ⁽¹⁾	220	do konce 2029

¹ PROPOČET ČEZ ZVEŘEJNĚNÝ NA VALNÉ HROMADĚ 21. 6. 2020

² VLASTNÍ PROPOČET PODLE ÚDAJŮ SPOLEČNOSTI SOKOLOVSKÁ UHELNÁ

³ VLASTNÍ PROPOČET PODLE ÚDAJŮ Z POSUDKU K ŽÁDOSTI O VÝJIMKU A DATABÁZE EU ETS

⁴ VLASTNÍ PROPOČET PODLE PRŮMĚRNÝCH ÚDAJŮ NA WEBU SEV.EN A DATABÁZE EU ETS

Z tabulky plyne, že prvním zdrojem v kategorii „elektrárny“ uzavřeným dle kritéria Uhelné komise by měla být uhelná elektrárna Počerady a posledním pak elektrárna Mělník II. Pro některé zdroje (například Dětmarovice) však již bylo avizováno odstavení bez ohledu na pořadí v tabulce emisní intenzity. V takovém případě by bylo pravděpodobně možné jiné zdroje odstavit o něco později.

Čistý vývoz elektřiny z České republiky byl v roce 2020 10,2 TWh elektřiny. Například elektrárny Počerady a Chvaletice přitom v roce 2020 dohromady vyrobily 6,6 TWh elektřiny. Celkem vyrobily uhelné elektrárny v ČR v uvedeném roce 28,0 TWh elektřiny netto. Ukončení exportu by tedy umožnilo zastavit více než třetinu tuzemské výroby elektřiny z uhlí bez náhrady. Za zbývajících 64 procent (17,8 TWh) ovšem bude nutné náhradu zajistit, a to ve velmi napjatém termínu cca osmi let.



Hlavní náhrada je v obou dekarbonizačních scénářích řešena zejména zvyšováním výroby z obnovitelných zdrojů (viz zvláštní kapitola). Část potřebné výroby je nahrazena dočasně spalováním zemního plynu – jednak v rámci kogenerační výroby v teplárenství a jednak výstavbou plynových elektráren. Dekarbonizační scénáře uvažují s výstavbou a provozem tří nových velkých plynových elektráren mezi roky 2025–2045 (v případě základního scénáře i v roce 2050).

V roce 2030 předpokládá základní scénář s brutto výrobou elektřiny ze zemního plynu ve výši 22,8 % z konečné spotřeby a pokročilý scénář ve výši 22,1 % z konečné spotřeby. Skutečná brutto výroba elektřiny ze zemního plynu přitom v roce 2020 dosáhla výše 11,0 % z konečné spotřeby. Na tomto místě je ovšem příhodné připomenout, že oba budoucí scénáře počítají oproti současnosti s podstatným zvýšením konečné spotřeby elektřiny (základní scénář o 16,4 %, pokročilý scénář dokonce o 20,0 %). Důvodem je předpokládaný rozvoj elektrifikace dopravy a efektivní výroby tepla.

Tabulka 3.2:

Hlavní ukazatele související s ukončením výroby elektřiny z uhlí k roku 2030

	Skutečný stav 2020	Základní scénář 2030	Pokročilý scénář 2030
výroba elektřiny z uhlí brutto (TWh)	31,0	2,2	0
výroba elektřiny ze zemního plynu brutto (TWh)	6,6	16,0	19,8
výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů brutto (TWh)	10,3	32,8	35,5
výroba elektřiny celkem brutto (TWh)	81,4	82,2	89,7
konečná spotřeba elektřiny celkem netto (TWh)	60,2	70,0	72,2
konečná spotřeba domácností netto (TWh)	16,0	n/a	n/a

Výroba plynových tepláren i elektráren má být po roce 2030 postupně nahrazována dále se zvyšující výrobou z OZE, a to několika způsoby:

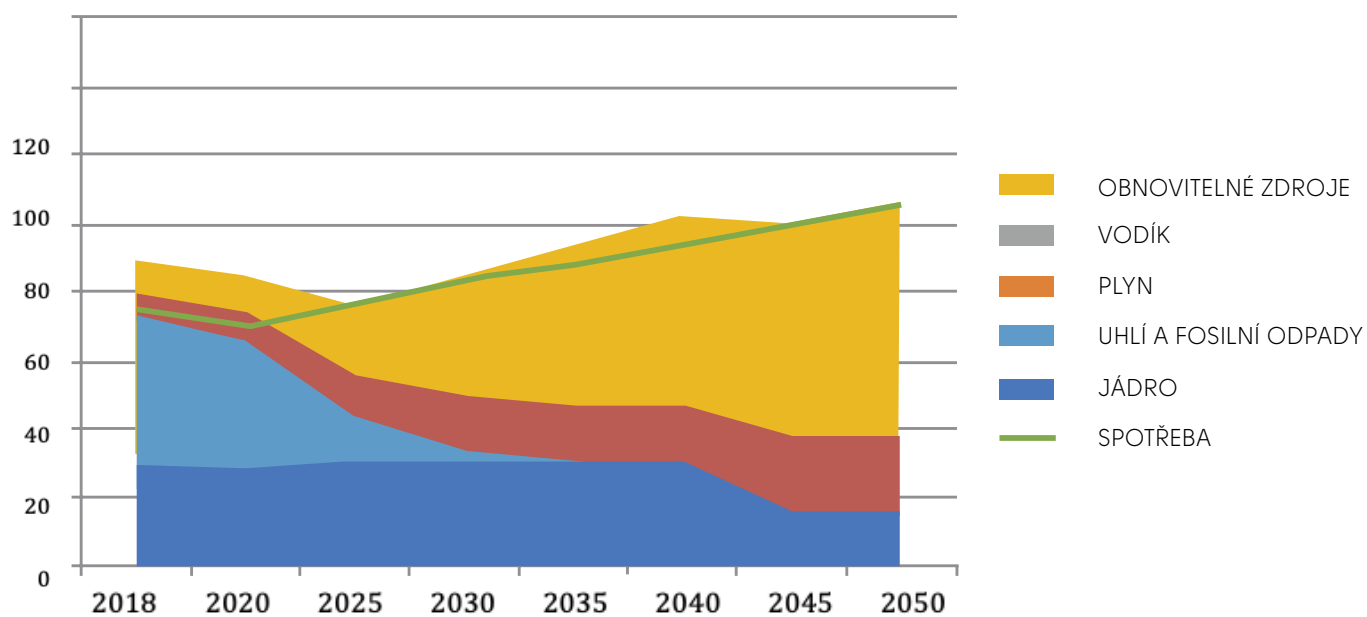
- ▶ nahrazováním elektřiny ze zemního plynu za elektřinu z větrných a solárních elektráren,
- ▶ nahrazováním zemního plynu bioplynem,
- ▶ nahrazováním zemního plynu vodíkem vyrobeným z přebytků OZE v době příznivého počasí, kdy aktuální výroba přesahuje aktuální spotřebu.

Základní scénář počítá s výrobou elektřiny ze zemního plynu i v roce 2050, pokročilý počítá s kompletním odklonem od zemního plynu.



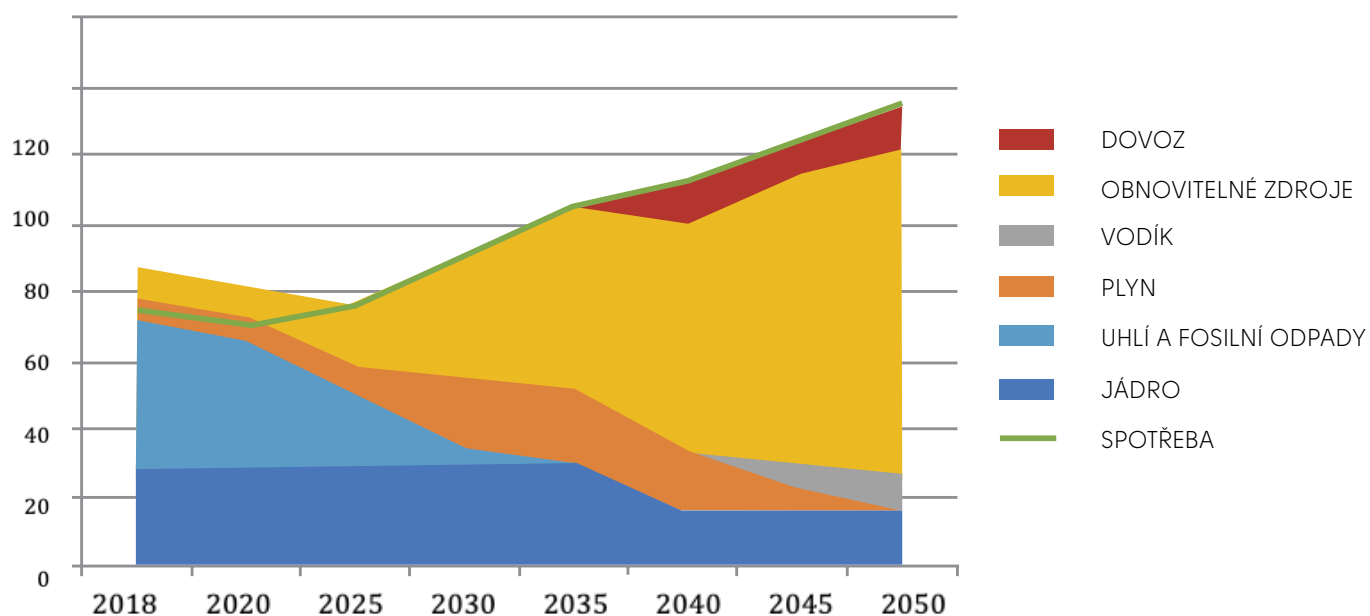
Graf 3.2:

Výroba elektřiny a spotřeba
(vč. výroby vodíku v základním dekarbonizačním scénáři, v TWh)



Graf 3.3:

Výroba elektřiny a spotřeba
(vč. výroby vodíku v pokročilém dekarbonizačním scénáři, v TWh)





VÝROBA TEPLA

Oba dekarbonizační scénáře opět počítají s rychlým odklonem od využívání uhlí na výrobu tepla – v centrálním zásobování teplem, v lokálních topeništích i v průmyslu. Využívají přitom možnosti náhrady a možnosti úspor, které Česká republika má.

- ▶ **Snížení spotřeby.** Teplem (a teplou vodou) dnes stále velmi plýtváme, v nezateplených obytných i firemních budovách, neefektivních průmyslových provozech či starých tepelných rozvodech. Pomocí zateplování domů (a výstavby nových s velmi nízkou spotřebou), modernizace teplotních sítí a novými technologiemi i racionální organizací provozu průmyslových podniků do roku 2030 ušetřit 70 PJ a 240 PJ do roku 2050.
- ▶ **Biomasa a bioplyn.** Udržitelné využívání zejména biologicky rozložitelných odpadů a ohleduplně pěstovaných energetických plodin na plochách, které nepotřebujeme k potravinové produkci – v bioplynových stanicích, obecních výtopnách, vysoce účinných kogeneračních zdrojích i moderních domácích kotlech. Více ve zvláštní kapitole OZE.
- ▶ **Tepelná čerpadla.** Využívání tepelného potenciálu vody nebo vzduchu je vhodné nejen pro rodinné domky, ale i větší instalace v rámci centrálního zásobování teplem (využívající například potenciál odpadních vod). O tepelná čerpadla je velký zájem v programu Kotlíkových dotací. Jejich spotřeba elektřiny je započítána ve scénářích do celkového růstu spotřeby elektřiny.
- ▶ **Solární ohřev vody.** Část spalovaného uhlí nebo zemního plynu může nahradit využití sluneční energie pro ohřev vody na střeších. Více opět v kapitole OZE.

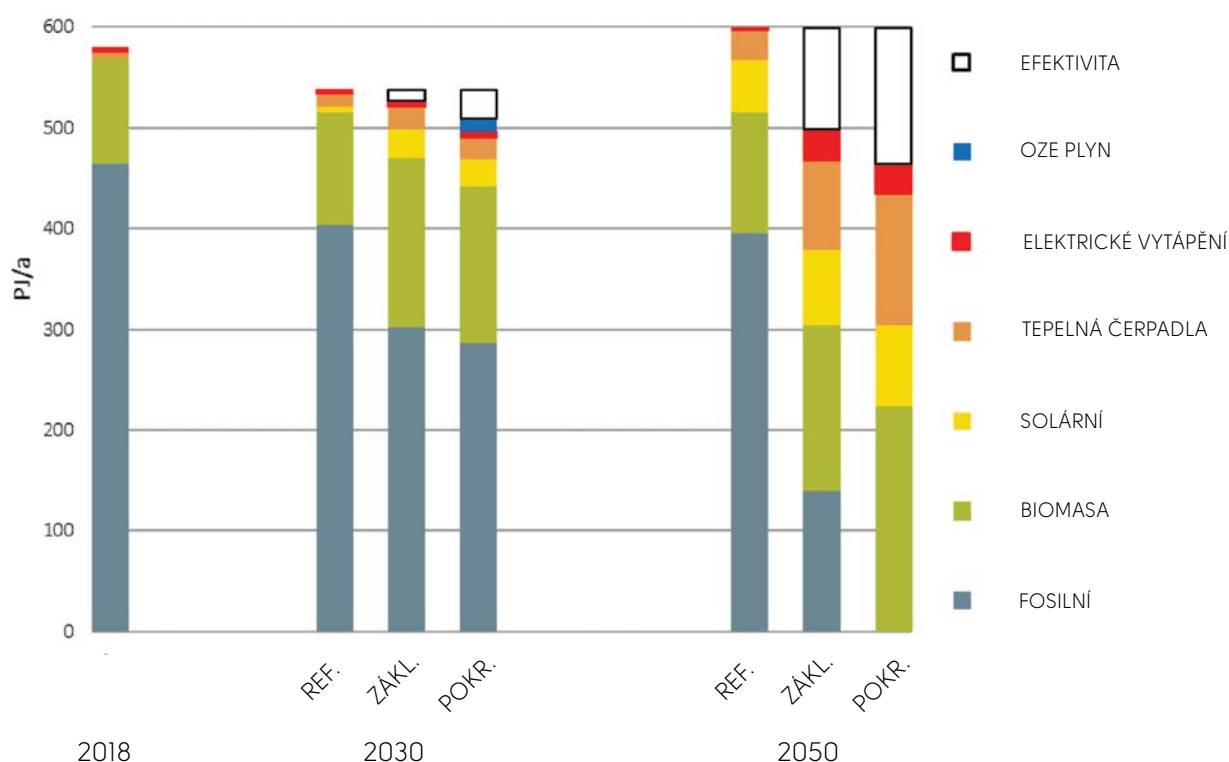
V první fázi (do roku 2030) dochází ve scénářích k transformaci výroby tepla z uhlí na zemní plyn, biomasu a solární ohřev vody, jak v případě dálkového tepla, tak v případě domácností (vyměněny jsou všechny uhelné kotle). Základní scénář počítá s omezenou výrobou tepla z uhlí i v roce 2030 (a jejím ukončením před rokem 2035) v dálkovém vytápění. Pokročilý scénář počítá s úplným koncem spalování uhlí pro výrobu tepla do roku 2030 a nahrazuje ji vyšší výrobou z vodíku a vyšším využitím potenciálu úspor. Oba scénáře počítají k roku 2030 s poklesem výroby celkově z fosilních paliv asi o $\frac{1}{3}$ oproti současnosti.

Do roku 2040 a 2050 pak dochází v obou dekarbonizačních scénářích zejména k dalšímu výraznému poklesu výroby tepla z fosilních paliv (v tomto případě již jen zemní plyn) na přibližně $\frac{1}{4}$ v základním (respektive na nulu v pokročilém) scénáři oproti současnosti. Toto snížení je zčásti kompenzováno využitím potenciálu úspor tepla (ušetřit se dá 17 % dle základního a 20 % dle pokročilého scénáře oproti scénáři referenčnímu). Nadále roste výroba tepla (zejména jako kombinované s výrobou elektřiny) z biomasy a bioplynu na 1,5násobek v základním (respektive dvojnásobek v pokročilém) scénáři oproti současnosti. Zvyšuje se také výroba tepelných čerpadel (v domácnostech i větších instalacích v rámci centrálního zásobování teplem), jejichž spotřeba elektřiny je započítána ve scénářích do celkového růstu spotřeby elektřiny. Dochází k významnému rozvoji solárního ohřevu vody.



Graf 3.4:

Scénáře výroby tepla



Využití celkového potenciálu náhrady uhlí a následně i zemního plynu ve výrobě tepla je nutné dále ověřit na úrovni jednotlivých soustav centrálního zásobování teplem.

UDRŽOVÁNÍ STABILITY ELEKTROENERGETICKÉ SOUSTAVY

Aktuální elektroenergetická soustava stojí zejména na uhelných a jaderných elektrárnách a ke stabilitě přispívají uhelné a plynové teplárny a elektrárny. O tom není sporu. Důležitá je otázka, zda může soustava fungovat v budoucnu, když:

- ▶ do roku 2030 vypneme poslední uhelné elektrárny,
- ▶ Německo odstaví jaderné bloky a Česko nespustí nový dukovanský reaktor,
- ▶ skončíme se spalováním fosilního zemního plynu do roku 2050 (jak předpokládá pokročilý scénář)?

Odpověď zní: ano, možné to je. V první řadě potřebujeme, aby se nadále (v ČR konečně) rozvíjely obnovitelné zdroje energie – zejména solární a větrné elektrárny. Jejich potenciál je obrovský. Mají však nevýhodu: vyrábí podle toho, kdy fouká vítr či svítí slunce. Proto nestačí nahradit roční objem výroby uhlí (a následně i plynu a nakonec i jádra). Je potřeba zajistit dostatečné množství elektřiny z jiných zdrojů za noci, za dní se zataženou oblohou i za bezvětrí.

Kromě zdrojů se tedy musí změnit i síť a její fungování. Existují 4 hlavní řešení, s nimiž modelování pro oba dekarbonizační scénáře operuje:

- ▶ zvýšení kapacity přeshraničních propojení, aby bylo jednodušší efektivně „přelévat“ elektřinu napříč kontinentem a vyrovnávat nedostatky a přebytky, a to i na větší vzdálenosti (stejnoseměrné vedení vysokého napětí);



- ▶ chytré řízení spotřeby: motivace a technologické inovace vedoucí ke snižování spotřeby v době nižší výroby elektřiny a k jejímu posunutí na dobu přebytků. To má i významný ekonomický rozměr pro spotřebitele: v době přebytků výroby z OZE bude proud téměř zdarma, nebo dokonce za negativní ceny (za spotřebu dostanou zapláceno);
- ▶ akumulace energie – ať už krátkodobá v přečerpávacích elektrárnách a bateriích, nebo dlouhodobá pomocí výroby syntetického metanu či vodíku. K zajištění primární regulace (FCR – Frequency Containment Reserve) jsou již v Německu, Belgii nebo Velké Británii využívány velké bateriové systémy;²⁵
- ▶ čtvrté řešení jsou flexibilní zdroje na biomasu, bioplyn a zemní plyn (který je coby fosilní palivo postupně nahrazován bioplymem, syntetickým metanem či vodíkem vyrobeným z OZE);
- ▶ v blízké budoucnosti lze počítat rovněž s nasazením technologií, které budou sloužit hlavně k zajištění točivé rezervy – například Asynchronní rotační stabilizátor energetického systému (ARESS) na principu speciálního generátoru se setrvačnickem, který aktuálně vyvíjí firma Siemens – instalace prvních tří kusů má být v tomto případě dokončena koncem roku 2022.²⁶
- ▶ schválení realistického termínu konce uhlí (2030) vládou ČR a stanovení harmonogramu útlumu (využití možností, v první řadě redukce vývozu elektřiny skrze odstavení nejplýtvavějších uhelných elektráren);
- ▶ legislativní zajištění útlumu (zákon o odklonu od uhlí, změny zákonů) dle kritéria emisní intenzity;
- ▶ zajištění spravedlivé transformace uhelných regionů (pomocí efektivního využití Fondu pro spravedlivou transformaci, Modernizačního fondu a dalších nástrojů) se zapojením obcí a místních lidí;
- ▶ rozšíření nařízení vlády zajišťující výsluhový příspěvek pro odcházející zaměstnance/kyně některých uhelných dolů (Sokolovská uhelná, OKD, velkolom ČSA) na všechny ostatní doly (Severočeské doly, velkolom Vršany) a také na uhelné elektrárny a teplárny;
- ▶ zvýšení energetické daně na fosilní paliva spalovaná mimo systém evropských emisních povolenek ETS (srovnání podmínek s teplárnami, které platí emisní povolenky), jak předpokládají platné státní strategie;
- ▶ koncepční podpora transformace teplárenství s cílem optimalizovat nové systémy centrálního zásobování teplem (prevence naddimenzovaných zdrojů pro vytápění nekvalitních budov s vysokou energetickou náročností), upřednostňování efektivních OZE projektů (solární ohřev vody, tepelná čerpadla, bioplynové stanice, biomasová kogenerace) v Modernizačním fondu a dalších dotačních programech;
- ▶ podpora zprůsnění emisních limitů pro velká spalovací zařízení (revize EU směrnice o průmyslovém znečištění se rozbíhá od roku 2021, hotová by mohla být v roce 2024 – hlasování v Radě EU pro životní prostředí nebo Evropské radě. Účinnost od 2028);
- ▶ zajištění dostatečného instalovaného výkonu pro pokrytí výrobní přiměřenosti a systémových služeb formou státních aukcí na tzv. kapacitní platby na straně výroby i spotřeby. Naopak zásadně odmítnout dotování výroby elektřiny v uhelných elektrárnách či výplaty kompenzací jejich vlastníkům.

OPATŘENÍ

Pro úspěšný odklon energetiky od uhlí potřebuje ČR jasnou strategii sociálně ohleduplného odchodu od využívání uhlí pro výrobu energie zakotvenou v legislativě, která zajistí do roku 2030 postupné odstavení všech uhelných elektráren, pomůže přechodu teplárenství na efektivní využívání čistších paliv a zajistí spravedlivou transformaci uhelných regionů. Strategie by měla obsahovat tato opatření:

²⁵ <https://www.steag.com/en/news/insights/we-maintain-the-heartbeat-of-the-grid/>, ²⁶ <https://www.modernpowersystems.com/features/featurethe-search-for-stability-7900251/>

4. EKONOMICKÁ ANALÝZA

Součástí modelování Energetické revoluce je také analýza nákladů a ekonomických úspor jednotlivých scénářů. Všechny scénáře včetně scénáře referenčního budou pro příštích několik desetiletí představovat investice v řádech desítek miliard korun ročně. Dekarbonizační scénáře zároveň ale přinesou miliardové úspory za platby za fosilní paliva. Celkově budoucnost energetiky znamená největší národní „investiční projekt“, který je však spjat s modernizací, s tvorbou nových pracovních míst a podporou ekonomiky. V příštích letech je možné na velkou část těchto investičních nákladů čerpat peníze z mnoha evropských zdrojů – Fond spravedlivé transformace, Modernizační fond a Fond obnovy, kde jsou stovky miliard korun. Je navíc jisté, že EU bude projekty na snižování emisí podporovat dlouhodobě, některé dotace může dokonce dekarbonizací podmiňovat.



SOCIÁLNÍ DOPADY ENERGETICKÉ TRANSFORMACE

Energetická transformace představuje zásadní změny v celém sektoru energetiky, teplárenství a dopravy. Ve všech scénářích se počítá s nárůstem cen energií a celkovou potřebou investic pro stát, podniky i domácnosti. Pro část společnosti – především pro nízkopříjmové domácnosti – mohou náklady na dekarbonizaci představovat problém. Proto je zásadní rolí státu, vlády, samospráv, ale i dalších institucí, aby průběžně analyzovaly tyto dopady a navrhovaly opatření, která pomohou negativní dopady zmírnit.

Správně zvolenými opatřeními podpoří ČR akceptaci k pokračování energetické transformace a podpoří sociálně slabé. V roce 2021 dosáhl program Zelená úsporám rozšíření, a představuje tak jeden z důležitých nástrojů, jak pomoci českým domácnostem snížit účty za energie. Fungují také kotlíkové dotace. Díky růstu ceny emisních povolenek bude mít stát daleko více peněz na tyto stávající a podobné budoucí programy. Musí se však daleko více zaměřit na poskytování pomoci nízkopříjmovým domácnostem či lidem v exekucích, pro které je finanční spoluúčast na zateplování, instalaci solárních panelů či výměnu starých kotlů problematická. V tomto by mohl v budoucnu pomoci Sociální klimatický fond, jehož zřízení v létě 2021 navrhla Evropská komise.

V uhelných regionech, které čeká nejzásadnější transformace, se již nyní začínají využívat finance z evropských fondů. Pro zaměstnance a zaměstnankyně v neperspektivních sektorech fosilní energetiky by stát měl vyčlenit speciální výsluhové příspěvky, které již několik let fungují pro horníky z některých uhelných těžebních firem.



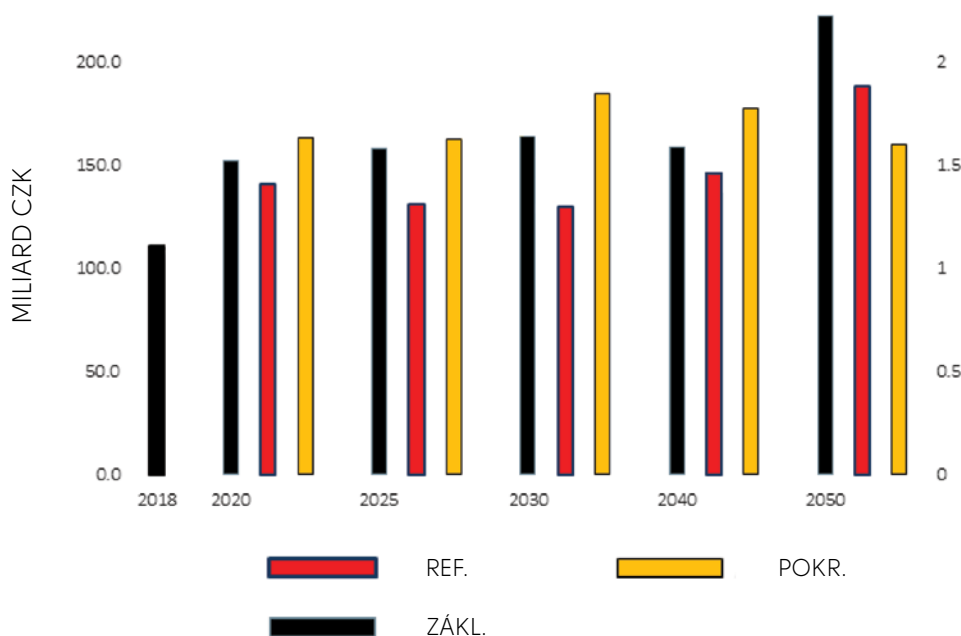
NÁKLADY NA VÝROBU ELEKTŘINY

První graf ukazuje srovnání systémových nákladů na dodávku elektřiny pro všechny tři modelované scénáře. Hodnoty zahrnují všechny náklady na výstavbu nových elektráren, průměrné standardní náklady na provoz a údržbu pro každou technologii, náklady na palivo a náklady na emisní povolenky. Nejsou zahrnuty náklady na infrastrukturu (např. plynovou), náklady na síť či ukládání elektřiny – ty jsou odhadnuty samostatně dále. Cena povolenek byla v době vzniku této studie (podzim 2020) odhadována na 50 eur/t CO₂ v roce

2030 a 100 eur/t CO₂ v roce 2050. Toto se zdá jako konzervativnější odhad, vzhledem k cenám a odhadům z roku 2021, kdy se cena povolenky od května dlouhodobě držela nad 50 eur, překonala dokonce hranici 60 eur a zásadně vzrostly predikce cen do budoucnosti. Výsledky modelování ukazují, že po většinu období vykazuje nejnižší náklady na výrobu elektřiny Základní dekarbonizační scénář. Pokročilý scénář je do roku 2040 nejdražší, ale v posledním desetiletí se stane nejméně nákladným.

Graf 4.1:

Systémové náklady na dodávku elektřiny, v mld. Kč



NÁKLADY NA AKUMULACI ELEKTŘINY

Dle analýzy ISF budou investiční náklady na potřebné navýšení kapacit uskladnění elektřiny v bateriích a vodíku ve výši 8631 GWh za rok (s kapacitou 12 000 MW) představovat mezi lety 2035–2050 celkem 47,9 miliardy Kč, tj. ročně 3,2 miliardy Kč.

Tento odhad vychází z předpokladu, že cena baterií bude nadále klesat až na hodnotu 19 USD/kW

v roce 2050 (zhruba 42 % současné hodnoty). Instalovaný výkon elektrolyzérů pro výrobu vodíku podle modelu odpovídá výkonu vodíkových zdrojů. Náklady na elektrolyzéry mají podle modelu do roku 2050 klesnout na 200 USD/kW, což spadá do intervalu odhadů International Renewable Energy Agency (od 130 do 307 USD/kW v roce 2050).



INVESTICE DO SEKTORU VYTÁPĚNÍ

Odhadované náklady na investice do sektoru produkce tepla se odhadují v referenčním scénáři na 620 miliard Kč za období 2030–2050, tj. přibližně 20 miliard ročně, zatímco náklady na Základní dekarbonizační i Pokročilý mají náklady podobné, přibližně 1200 mi-

liard Kč za třicetileté období, tj. Roční investice v hodnotě 40 miliard Kč. Model se nezbýval otázkou úspor a nákladů na paliva, které u dekarbonizačních scénářů budou mnohem vyšší než v referenčním, ani neřeší úspory za emisní povolenky.

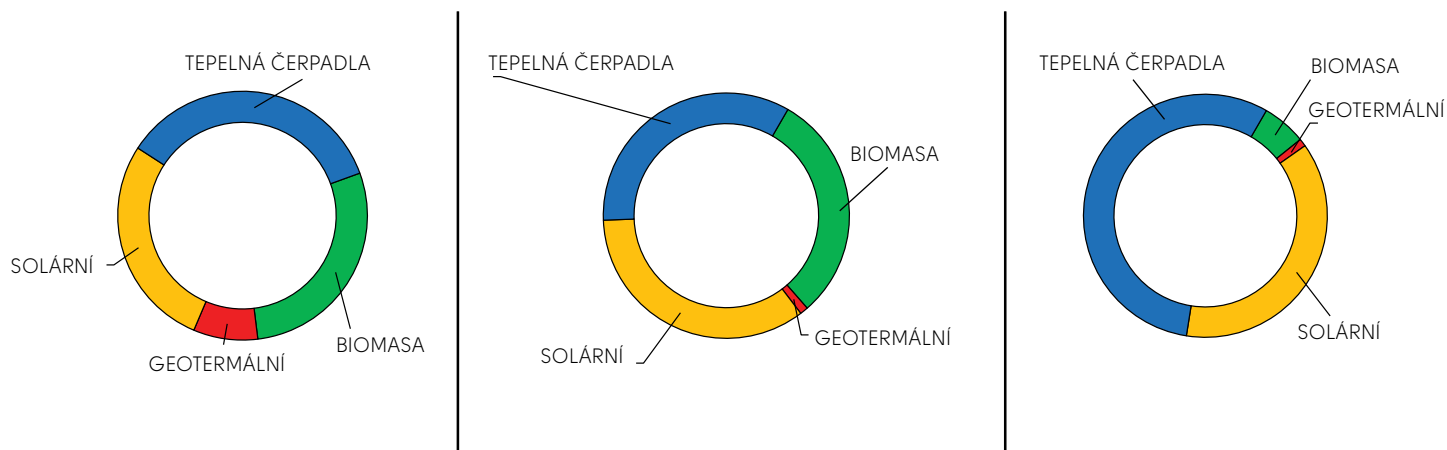
Graf 4.2:

Kumulativní investice do obnovitelného tepla pro období 2020-2050

Referenční scénář
2020–2050 kumulativní
investice 620 mld. Kč

Základní dekarbonizační scénář
2020–2050 kumulativní
investice 1180 mld. Kč

Pokročilý dekarbonizační scénář
2020–2050 kumulativní
investice 1206 mld. Kč



EXTERNALITY

Součástí modelování nebyla otázka kvantifikace množství škodlivin jiných než CO_2 , a tedy ani kvantifikace externalit. Negativními náklady na životní prostředí a zdraví lidí se nicméně zabývala v roce 2021 zveřejněná studie Centra pro otázky životního prostředí „Rozvoj obnovitelných zdrojů v ČR

do roku 2030“. ²⁷ Podle této studie představují externality z emisí látek SO_2 , NO_x a prachu z energetiky cca 19 miliard Kč ročně. Scénáře Energetická revoluce, které směřují ke konci spalování uhlí a dalších fosilních paliv, by pak představovaly zásadní snížení těchto společenských nákladů.

²⁷ https://www.czp.cuni.cz/czp/images/2021/COZP_2021_ROZVOJ_OZE_2030.PDF

5. BUDOVY – SEKTOR S NEJVĚTŠÍM POTENCIÁLEM ÚSPOR ENERGIE

Na zajištění vytápění a provozu budov případně v Evropské unii 40 % celkové spotřeby energie a 36 % emisí skleníkových plynů spojených se spalováním fosilních paliv k energetickým účelům.²⁸ S využitím dostupných technologií lze v současné době stavět domy s dramaticky nižší spotřebou,

než bylo běžné v sedmdesátých nebo osmdesátých letech 20. století. Pasivní domy, které představují technologickou špičku, potřebují na vytápění 15 kWh na metr čtvereční za rok, čtyřicet let starý (tedy poměrně nový) dům většinou více než dvanáctkrát tolik – viz tabulka.

Tabulka 5.1:

Měrná spotřeba tepla na vytápění podle typu budovy

Typ domu	Typická stavba ze 70. let	Současná novostavba s dodržením normy	Nízkoenergetický dům	Pasivní dům
Měrná spotřeba tepla na vytápění [kWh/m ² .a]	většinou více než 200	80 až 140	méně než 50	méně než 15

Zdroj: Centrum pasivního domu, <https://www.pasivnidomy.cz/co-je-pasivni-dum/t2>

Limitní potenciál úspor daný teoretickým přechodem všech budov ke splnění pasivního standardu ovšem nelze v dohledné době naplnit z důvodu praktických omezení. U některých starších domů jde také o technická omezení – zateplení tlustou vrstvou izolace, perfektní zatěsnění a řízené větrání s rekuperací není vždy dosažitelné. To ovšem není hlavní problém, významného snížení spotřeby u většiny rekonstrukcí dosáhnout lze.

Hlavní příčiny omezeného čerpání potenciálu úspor v budovách jsou především následující:

- ▶ Rekonstrukce domu je z pohledu uživatele technicky i finančně velmi náročný projekt. V případě domů, které jsou z uživatelského

pohledu funkční (například stavby ze sedmdesátých a osmdesátých let 20. století), mají jejich majitelé nízkou motivaci rekonstrukci zahajovat.

▶ Řada renovací je provedena spíše s cílem zvýšení komfortu bydlení (zvýšení počtu vytápěných místností, vytápění na vyšší teplotu) než kvůli snížení spotřeby energie. Navzdory poměrně rozsáhlému tempu zateplování podpořenému programy Zelená úsporám a Nová zelená úsporám (podle šetření Českého statistického úřadu provedeného již v roce 2015 uvedlo 47 % domácností, že žijí v domě se zateplenými stěnami, a 33,6 % v domě se zateplenou střechou)²⁹ zůstává spotřeba energie v domácnostech stále na úrovni roku 2011.³⁰

²⁸ RENOVAČNÍ VLNA PRO EVROPU – EKOLOGICKÉ BUDOVY, NOVÁ PRACOVNÍ MÍSTA, LEPŠÍ ŽIVOTNÍ ÚROVEŇ; SDĚLENÍ KOMISE EVROPSKÉMU PARLAMENTU, RADĚ, HOSPODÁŘSKÉMU A SOCIÁLNÍMU VÝBORU A VÝBORU REGIONŮ, EVROPSKÁ KOMISE, 14. 10. 2020, ²⁹ SPOTŘEBA PALIV A ENERGIÍ V DOMÁCNOSTECH, ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, PRAHA, 2017, https://www.czso.cz/documents/10180/50619982/ENERGO_2015.PDF/86331734-A917-438A-B3C2-43A,

³⁰ SOUHRNNÁ ENERGETICKÁ BILANCE ČESKÉ REPUBLIKY, MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU, ÚNOR 2021



► Projekty zateplení optimalizované podle návratnosti investice nedosahují vysoké kvality z pohledu skutečné úspory energie. Z ukázkových pilotních projektů s vynikajícími výsledky (například brněnské sídliště Nový Lískovec,³¹ kde se podařilo spotřebu tepla na vytápění snížit na třetinu původních hodnot) se dosud nestal běžný standard.

Z výše uvedených důvodů byly pro účely modelu popsaného v x pro odhad vývoje spotřeby v sektoru budov použity hodnoty Optimalizovaného scénáře ze strategie renovací zpracované ministerstvem průmyslu a obchodu,³² který vláda schválila v červnu 2020. Základní parametry jsou uvedeny v následující tabulce

Tabulka 5.2:

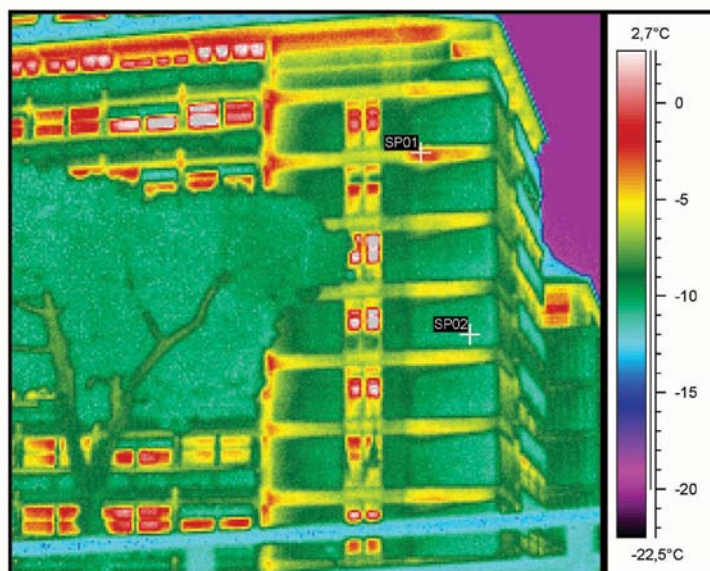
Snižování spotřeby energie v budovách podle renovační strategie

Rok	2020	2030	2040	2050
Konečná spotřeba energie v budovách [PJ]	373	345	316	289
Měrná spotřeba tepla na vytápění [kWh/m ² .a]	136,9	118,3	102,2	90,3

Zdroj: Renovační strategie MPO

V případě, že se podaří pomocí podpůrných programů a v důsledku rostoucích cen paliv zatraktivnit kvalitní renovace, lze čerpání potenciálu urychlit (proto renovační strategie obsahuje

i ambicióznější Hypotetický scénář). Z technického pohledu tak potenciál úspor v budovách zůstává místem, kde mají dekarbonizační scénáře určitou rezervu.



Fotografie pomocí termokamery ukazující úniky tepla v vícepatrovém domě. Autor Greenpeace.

³¹ BRNO - NOVÝ LÍSKOVEC, KOMPLEXNÍ REGENERAČNÍ PANELOVÝCH DOMŮ, PREZENTACE JANY DRÁPALOVÉ, [HTTPS://WWW.ZDRAVAMESTA.CZ/CB21/ARCHIV/PARTNER/BISE/BISE_CZ_DRAPALOVA_CZ.PDF](https://www.zdravamesta.cz/cb21/archiv/partner/bise/bise_cz_drapalova_cz.pdf), ³² DLOUHODOBÁ STRATEGIE RENOVACÍ NA PODPORU RENOVACE VNITROSTÁTNÍHO FONDU OBYTNÝCH A JINÝCH NEŽ OBYTNÝCH BUDOV, VEŘEJNÝCH I SOUKROMÝCH, MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU, [HTTPS://WWW.MPO.CZ/CZ/ENERGETIKA/ENERGETICKA-UCINNOST/STRATEGIE-DOKUMENTY/DLOUHODOBÁ-STRATEGIE-RENOVACI-BUDOV--255200/](https://www.mpo.cz/cz/energetika/energeticka-ucinnost/strategie-dokumenty/dlouhodobá-strategie-renovaci-budov--255200/)

6. ROLE OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE V DEKARBONIZACI ČESKÉ EKONOMIKY

Pokročilý dekarbonizační scénář počítá prakticky s kompletní náhradou současné spotřeby fosilních paliv obnovitelnými zdroji. Vychází přitom z aktuální zkušenosti s prudkým rozvojem obnovitelných zdrojů zejména ve výrobě elektřiny (v Evropské unii překročil podíl obnovitelných zdrojů na výrobě elektřiny v roce 2020 hranici 38 %, což je více, než kolik produkuje elektrárny na fosilní paliva. K významné akceleraci pak došlo v posledních letech – v roce 2010 činil podíl OZE zhruba 22 %).³³ Evropská komise v návrhu balíčku opatření pro omezení emisí skleníkových plynů stanovila cíl dosáhnout do roku 2030 podílu obnovitelných zdrojů

na úrovni 40 % konečné spotřeby energie (tedy elektřiny, tepla i paliv, pro elektřinu to modelově znamená cca 60 %).³⁴ K dosažení tohoto cíle bude třeba tempo rozvoje obnovitelných zdrojů ještě znatelně zvýšit.³⁵

Rozvoj obnovitelných zdrojů ve většině států Evropské unie je dosud v kontrastu se stagnací sektoru v České republice. Ta sice plní svůj cíl pro rok 2020 (dosáhnout podílu obnovitelných zdrojů 13 % na konečné spotřebě energie), ale do značné míry pouze díky rozšířenému vytápění dřevem v domácnostech mnohdy v zastaralých a nevyhovujících kotlích, jak dokládá následující tabulka:

Tabulka 6.1:

Podíl jednotlivých zdrojů na výrobě obnovitelné energie v ČR v roce 2019

Obnovitelný zdroj	Podíl na výrobě energie z OZE
Biomasa v domácnostech	41,16 %
Biomasa mimo domácnosti	25,11 %
Vodní elektrárny	3,52 %
Bioplyn	11,86 %
Biologicky rozložitelná část tuhého kom. odpadu	1,59 %
Kapalná biopaliva	6,97 %
Tepelná čerpadla	4,14 %
Solární termální systémy	0,37 %
Větrné elektrárny	1,23 %
Fotovoltaické elektrárny	4,06 %
Celkem	100 %

³³ AGORA ENERGIEWENDE AND EMBER (2021): THE EUROPEAN POWER SECTOR IN 2020: UP-TO-DATE ANALYSIS ON THE ELECTRICITY TRANSITION, https://static.agora-energie.de/fileadmin/PROJEKTE/2021/2020_01_EU-ANNUAL-REVIEW_2020/A-EW_202_REPORT_EUROPEAN-POWER-SECTOR-2020.PDF

³⁴ AMENDMENT TO THE RENEWABLE ENERGY DIRECTIVE TO IMPLEMENT THE AMBITION OF THE NEW 2030 CLIMATE TARGET, EUROPEAN COMMISSION, JULY 2021, https://ec.europa.eu/info/files/amendment-renewable-energy-directive-implement-ambition-new-2030-climate-target_en

³⁵ TRENDS AND PROJECTIONS IN EUROPE 2020, TRACKING PROGRESS TOWARDS EUROPE'S CLIMATE AND ENERGY TARGETS, EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2020



Zásadním problémem České republiky zůstává velmi pomalý rozvoj větrných a solárních elektráren, tedy sektorů s významným nevyužitým potenciálem, které se rozhodující měrou podílejí na evropském rozvoji obnovitelných zdrojů v posledních letech.³⁷

Pokročilý dekarbonizační scénář počítá v roce 2050 s tuzemskou výrobou 94 TWh elektřiny a téměř 400 PJ tepla z obnovitelných zdrojů (v porovnání s 10 TWh elektřiny a 104 PJ tepla vyrobenými v roce 2019). Tento razantní nárůst bude možný jen za podmínky kompletního využití potenciálu jednotlivých obnovitelných zdrojů.

UVAŽOVANÝ SCÉNÁŘ PRO ROZVOJ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ

Zatímco v případě tradičních odvětví, jako je výroba elektřiny ve vodních elektrárnách nebo využívání lesní biomasy k vytápění, jsou již možnosti prakticky vyčerpány, v případě větrných a slunečních elektráren disponuje Česká republika významným, dosud nevyužitým potenciálem.

VODNÍ ELEKTRÁRNY

V případě využití energie vody zůstává jistý potenciál v rozvoji malých vodních elektráren, Komora OZE odhaduje možnost nárůstu instalovaného výkonu do roku 2050 na necelých 50 MW, což odpovídá scénářům publikovaným OTE v roce 2018.³⁸ V celkovém energetickém mixu je ovšem uvedený potenciál zanedbatelný a oba popsané dekarbonizační scénáře do roku 2050 naopak předpokládají mírné snížení instalovaného výkonu vodních elektráren oproti současnosti. Při rozvoji malých vodních elektráren je třeba brát v potaz prostupnost toků, zachování minimálních zůstatkových průtoků a využívání šetrnějších turbín.

VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY

Rychlý rozvoj větrných elektráren, jejichž aktuální instalovaný výkon činí jen 337 MW a je hluboko pod úrovní obvyklou v rozvinutých zemích se srovnatelnými podmínkami,³⁹ je zásadním východiskem obou dekarbonizačních scénářů. Pokročilý scénář počítá s instalovaným výkonem větrných elektráren pro rok 2050 na úrovni 16,1 GWe. To odpovídá více než 5 tisícům větrných turbín s instalovaným výkonem 3 GWe, respektive průměrné hustotě 65 turbín na 1000 km². To je jen o málo více než současná hustota větrných turbín v sousedním Sasku (48 turbín / 1000 km²).⁴⁰ Největší předpokládaný potenciál leží v kraji Vysočina.

Hodnota v Pokročilém scénáři je tedy výrazně vyšší než odhad realizovatelného potenciálu (7 GWe) ze studie Ústavu fyziky atmosféry, zůstává ovšem zhruba na polovině ji uváděného potenciálu technického (29 GWe).⁴¹ Technický potenciál vylučuje z výstavby území do 500 metrů od obytné zástavby, národní parky, chráněné krajinné oblasti a koridory kolem dopravní infrastruktury. Bere rovněž v úvahu omezení vzájemného stínění větrných elektráren, které by vedlo ke snížení rychlosti větru. Nezahrnuje ovšem další limity, zejména akceptaci ze strany obyvatel dotčených lokalit. Požadavek na vysoké využití větrných elektráren podtrhuje náročnost úkolu nahradit aktuální spotřebu fosilních paliv.

FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY

Na aktuálním instalovaném výkonu fotovoltaických elektráren na úrovni 2071 MW se rozhodující měrou podílejí velkoplošné zdroje umístěné na zemědělské půdě. Naopak podíl malých fotovoltaických elektráren do výkonu 30 kW (typicky umístovaných na střechách budov) činí necelých 12 % z celkového výkonu.⁴² Právě střešní instalace mají velký nevyužitý potenciál, stejně tak jako agro-fotovoltaika. V Pokročilém scénáři se počítá s in-

³⁷ AGORA ENERGIEWENDE AND EMBER (2021) – VIZ ODKAZ 1

³⁸ OČEKÁVANÁ DLOUHODOBÁ ROVNOVÁHA MEZI NABÍDKOU A POPTÁVKOU ELEKTŘINY A PLYNU, OTE, ÚNOR 2018, ³⁹ WIND ENERGY IN EUROPE - 2020 STATISTICS AND THE OUTLOOK FOR 2021 - 2025, WindEurope 2021, <https://windeurope.org/intelligence-platform/product/wind-energy-in-europe-in-2020-trends-and-statistics/>, ⁴⁰ STATUS OF WIND ENERGY IN GERMANY 31.12.2011 DEWIJ (PDF) (IN GERMAN). DEUTSCHE WINDGUARD. <https://www.windguard.de/vero-effentlichungen.html>, ⁴¹ HANSLIAN, D., 2020. AKTUALIZACE POTENCIÁLU VĚTRNÉ ENERGIE V ČESKÉ REPUBLICE Z PERSPEKTIVY ROKU 2020, ÚSTAV FYZIKY ATMOSFÉRY AV ČR, PRAHA., ⁴² ROČNÍ ZPRÁVA O PROVOZU ELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVY ČR 2020, ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD, PRAHA 2021



stalovaným výkonem fotovoltaiky na 33,1 GWe pro rok 2050. Také v tomto případě jsou uvedené hodnoty v rámci technického potenciálu vyčísleného pro fotovoltaiku v České republice na střechách, fasádách a brownfieldech ve studii EGÚ Brno pro Solární asociaci – technický potenciál je odhadován na 39 GW.⁴³

BIOMASA

Použitý model nerozlišuje bioplyn a pevnou biomasu. Pomocí jejich spalování se v České republice v roce 2019 vyrobilo 5 TWh elektřiny a 94,5 PJ tepla při použití 163 PJ biomasy jako primárního zdroje. V Pokročilém dekarbonizačním scénáři hraje pevná biomasa společně s bioplynem klíčovou roli – celkem se počítá s výrobou 26,4 TWh elektřiny a 224 PJ tepla, především v kogeneračních zdrojích (160 PJ tepla bude vyrobeno v kogeneraci, spotřeba tepla v individuálním vytápění oproti dnešku poklesne). Pro zajištění uvedené výroby tepla a elektřiny bude třeba zhruba 370 PJ biomasy jako primárního zdroje. Po korekci výroby a spotřeby vodíku a zvýšení kapacity přeshraničních vedení podle návrhu Aurora Energy Research lze výrobu elektřiny z biomasy snížit na 16 TWh ročně a spotřebu primárního zdroje na 330 PJ.

V roce 2019 se v České republice spotřebovalo pro energetické účely dřevo a dřevní štěpka s energetickým obsahem cca 120 PJ (80 PJ dřeva v domácnostech a 2,59 Mt štěpky a dřeva mimo domácnosti). Současná realita tak významně překračuje například odhady Nezávislé energetické (takzvané Pačesovy) komise z roku 2008, která odhadovala potenciál lesní a zbytkové biomasy v součtu na 82 PJ.⁴⁴ Vliv zvýšeného objemu těžby dřeva během kůrovcové kalamity přitom není zásadní – v roce 2017 byla spotřeba dřeva v domácnostech jen o 10 % nižší a v sektorech mimo domácnosti prakticky stejná jako v roce 2019.⁴⁵ Je ovšem

patrné, že se zvyšováním spotřeby lesní biomasy k energetickým účelům nad dnešní úroveň již nelze počítat – mezní hodnota daná kompletním ročním přírůstkem dřevní hmoty v lesích je odhadována na 161 PJ.⁴⁶

Za předpokladu zachování současné úrovně energetického využívání dřeva a odpadní biomasy z jeho zpracování (včetně celulózových výluhů v papírenském průmyslu) zbývá pro naplnění potřeb Pokročilého scénáře zajistit 195–235 PJ energetické biomasy ze zemědělské půdy nebo dovozem (případně je nahradit jiným zdrojem energie). Částečně lze toto množství pokrýt naplněním předpokladu Akčního plánu pro biomasu, podle kterého lze energeticky využít obilnou a řepkovou slámu s energetickým obsahem kolem 50 PJ.⁴⁷

Na pěstování biomasy k energetickým účelům by v případě Pokročilého dekarbonizačního scénáře bylo třeba vyčlenit významně větší plochu zemědělské půdy, než je dnes obvyklé. Aktuálně se podle odhadu CZ Biom pěstuje kukuřice na siláž pro bioplynové stanice v ČR na necelých 70 000 hektarech. Významnou plochu orné půdy v současnosti zabírá také řepka – 389 000 hektarů podle šetření Českého statistického úřadu z roku 2016,⁴⁸ přičemž zhruba třetina je určena k výrobě biopaliv. Dekarbonizační scénáře počítají s využíváním produkce motorových biopaliv na současné úrovni (na základě předpokladu, že sektor silniční dopravy bude z velké části, nikoli však kompletně elektrifikován a místo současného neefektivního a kontroverzního přimíchávání do fosilních pohonných hmot budou biopaliva směřovat výhradně do nákladní dopravy a do stavební a další těžké techniky). Vzhledem k tomu, že v roce 2050 lze předpokládat převahu kapalných biopaliv druhé generace,⁴⁹ bude k pokrytí spotřeby stačit výrazně menší plocha zemědělské půdy.

⁴³ HRUBÝ, M., ET AL. OPONENTNÍ POSUDEK K VYBRANÝM TÉMATŮM Z NÁVRHU NÁRODNÍHO KLIMATICKO-ENERGETICKÉHO PLÁNU (NKEP) PRO OBLAST FVE, EGÚ BRNO, ⁴⁴ ZPRÁVA NEZÁVISLÉ ODBORNÉ KOMISE PRO POSOUZENÍ ENERGETICKÝCH POTŘEB ČESKÉ REPUBLIKY V DLOUHODOBÉM ČASOVÉM HORIZONTU, VERZE K OPONENTUŘE, 30. 8. 2008, ⁴⁵ BUŤKA, A., VEVEŘKOVÁ, J., ANDRONIC, D., 2020. OBNOVITELNÉ ZDROJE V ROCE 2019. MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU., ⁴⁶ MOTLIK, J.: ČISTÉ TEPLLO: PŘÍLEŽITOST LEŽÍ LADEM. POTENCIÁL VÝROBY TEPLA Z OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE, CALLA–HNUTÍ DUHA, ČESKÉ BUDĚJOVICE–BRNO 2008, ⁴⁷ AKČNÍ PLÁN PRO BIOMASU V ČR NA OBDOBÍ 2012–2020, MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, PRAHA 2012, [HTTP://EAGRI.CZ/PUBLIC/WEB/FILE/179051/APB_FINAL_WEB.PDF](http://eagri.cz/public/web/file/179051/APB_FINAL_WEB.PDF), ⁴⁸ VYUŽITÍ ORNÉ PŮDY – OKOPANINY, TECHNICKÉ PLODINY, [HTTPS://WWW.CZSO.CZ/DOCUMENTS/10180/46015060/27016617015.PDF/F467C91D-8FD0-444F-B87B-DE22183A4144?VERSION=1.0](https://www.czso.cz/documents/10180/46015060/27016617015.PDF/F467C91D-8FD0-444F-B87B-DE22183A4144?VERSION=1.0), ⁴⁹ RUIZ, P., SGO BBI, A., NIJS, W., THIEL, CH., DALLA LONGA, F., KOBER, T., ELBERSEN, B., HENGVELD, G., 2015. THE JRC-EU-TIMES MODEL. BIOENERGY POTENTIALS FOR EU AND NEIGHBOURING COUNTRIES. EUROPEAN COMMISSION



Dostupné scénáře využití zemědělské půdy v České republice docházejí k poměrně vysokému potenciálu produkce zemědělských plodin. Propočet publikovaný v roce 2006 v odborném časopise Biomass and Bioenergy odhaduje potenciál energetických plodin v ČR na 290 PJ za rok v případě, že se podaří dosáhnout výnosů na úrovni Nizozemska.⁵⁰ Podle studie Jana Motlíka z roku 2008 lze v České republice získat ze zemědělské půdy 194 až 255 PJ za rok (včetně slámy) podle toho, jak velká plocha⁵¹ bude využita pro pěstování potravinářských a technických plo-

din. Energetický potenciál pěstování biomasy závisí na použitých pěstebních postupech (viz rámeček).

Pro Českou republiku zatím nebyl zpracován návrh zásadní změny využívání zemědělské půdy s ohledem na maximální omezování změny klimatu. Podobný návrh pro Velkou Británii počítá především s významným omezením chovu hovězího dobytka – výměra luk a pastvin využívaných pro pěstování píce tak klesne zhruba na čtvrtinu, s uvolněnou zemědělskou půdou se pak počítá pro pěstování energetických plodin i pro zalesnění.⁵²

ENVIRONMENTÁLNÍ LIMITY PRO ENERGETICKOU BIOMASU

Aktuální energetické využití lesní biomasy v České republice je vykazováno v rámci plnění evropských cílů rozvoje obnovitelných zdrojů, a mělo by tedy plnit kritéria udržitelnosti stanovená ve směrnici 2018/2001 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů, podle kterých je těžba dřeva prováděna s ohledem na zachování kvality půdy a biologické rozmanitosti. Je však zřejmé, že například standardy certifikačního systému FSC jsou přísnější než kritéria evropské direktivy – například odběr těžebních zbytků umožňují jen v případě některých lesních typů právě z důvodu zachování kvality půdy. Právě těžební zbytky jsou přitom využívány pro výrobu štěpky spalované ve velkých zdrojích (palivové dřevo je využíváno převážně k individuálnímu vytápění). Nárůst současného množství energeticky využívané lesní štěpky proto nelze považovat za dlouhodobě udržitelný.

V případě energetické biomasy pěstované na zemědělské půdě je stanovení environmentálních limitů složitým úkolem. Citované odhady energetického potenciálu pěstované biomasy vycházejí z vysokých hektarových výnosů vyšších než 9 tun suché hmoty z hektaru. Ty jsou dosahovány při použití metod intenzivního zemědělství na orné půdě (například průměrná sklizeň sena z jednoho hektaru nehnojeného trvalého travního porostu při dvou sečích za rok se v České republice nejčastěji pohybuje v rozmezí 3 až 4 tuny suché hmoty).⁵³ Příklad stávající praxe, kdy je v bioplynových stanicích ve velkém využívána kukuřice, tedy erozně nebezpečná plodina,⁵⁴ vyvolává otázku, zda je energetická biomasa vždy pěstována na vhodných plochách s využitím vhodných postupů.

Úkolem pro příští období je zpracovat strategii využití zemědělské půdy, která zahrne pěstování potravinářských plodin, krmiv i energetické biomasy včetně pěstebních postupů a plánu na střídání plodin. Další součástí strategie by měl být plán vysazování alejí, remízků a travnatých pásů, které omezují erozi, zvyšují biodiverzitu a mohou být v budoucnu využity i jako zdroj energetické biomasy.

Organizace Greenpeace a Hnutí DUHA jsou si vědomy, že energetická biomasa získaná ze zemědělské půdy při respektování environmentálních limitů nemusí odpovídat předpokladům použitého modelu. Jednou z možností řešení je urychlení vývoje v oblasti geotermální energie, s jejímž nástupem dnes experti počítají až po roce 2050.

⁵⁰ LEWANDOWSKI, I., WEGER, J., VAN HOOIJDONK, A., HAVLICKOVA, K., VAN DAM, J., FAAL, A., 2006. THE POTENTIAL BIOMASS FOR ENERGY PRODUCTION IN THE CZECH REPUBLIC. BIOMASS AND BIOENERGY VOL. 30, PP 405 - 421, ⁵¹ MOTLÍK, J.: ČISTÉ TEPLLO: PŘÍLEŽITOST LEŽÍ LADEM. POTENCIÁL VÝROBY TEPLA Z OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE, CALLA–HNUTÍ DUHA, ČESKÉ BUDĚJOVICE–BRNO 2008, ⁵² ALLEN, P., BLAKE, L., HARPER P., HOOKER-STROUD, A., JAMES, P., KELLNER, T., 2013. ZERO CARBON BRITAIN: RETHINKING THE FUTURE. CENTRE FOR ALTERNATIVE TECHNOLOGY, ⁵³ VRSTVA MAPY POTENCIÁLNÍ VÝNOS TTP PROJEKTU RESTEP, RESTEP.VUMOP.CZ, ⁵⁴ EROZE OD ROKU 2019, UŽIVATELSKÁ PŘÍRUČKA, MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČR, [HTTP://EAGRI.CZ/PUBLIC/WEB/FILE/609079/PRIRUČKA_EROZE_OD_2019.PDF](http://eagri.cz/public/web/file/609079/PRIRUČKA_EROZE_OD_2019.PDF)



GEOTERMÁLNÍ ENERGIE

Česká republika nemá vhodné přírodní podmínky pro energetické využití horké podzemní vody, a nemůže tak využít vyzkoušené technologie využití geotermální energie známé třeba z Islandu. V úvahu připadá využití tepla podzemních hornin (metoda Hot Dry Rock), která je ovšem stále ve fázi výzkumu. Zmíněná metoda spočívá v natlačení vody do hloubky kolem pěti kilometrů, jejím ohřevu v takzvaném podzemním výměníku a vyčerpání na povrch pro výrobu tepla a elektřiny.

Významnou překážkou pro začátek rozvoje geotermální energetiky je nedostatečné geologické zmapování využitelných podzemních hornin. Hlubinné vrty jsou finančně velmi nákladné

a hrozí riziko, že po jejich provedení se nepodaří vytvořit dostatečně výkonný podzemní výměník s dlouhou životností. Podmínkou nastartování rozvoje geotermální energetiky je podpora výzkumu a také investice do pilotních projektů.

Dekarbonizační scénáře počítají s minimálním využitím geotermální energie (s výjimkou využití tepelných čerpadel) na úrovni 2 PJ. Potenciál využití geotermálních zdrojů v České republice je ovšem výrazně vyšší (potenciální roční výroba geotermálních elektráren byla odhadnuta na 24 TWh)⁵⁵ a v případě rychlejšího překonání technických bariér by mohly významně přispět k náhradě využívání energetické biomasy pro výrobu tepla.

AKUMULACE OBNOVITELNÉ ELEKTŘINY

Vysoký podíl elektřiny vyráběné z obnovitelných zdrojů závislých na počasí vyžaduje masivní nasazení technologií umožňujících denní i sezonní akumulaci elektřiny. Všechny scénáře vycházejí z předpokladu, že stávající kapacita přečerpávacích vodních elektráren již nebude navýšena.

Pokročilý scénář počítá v případě denní akumulace pro rok 2050 s celkovým výkonem baterií v hodnotě 10 000 MW za předpokladu, že při plném nabití jsou baterie schopny dodávat uvedený výkon po dobu dvou hodin. Instalace baterií je uvažována jako součást významné části fotovoltaických elektráren.

Pro sezonní akumulaci obnovitelné elektřiny počítá Pokročilý scénář s výrobou vodíku v elektrolyzérech během jarních a letních období s nad-

produkcí obnovitelné elektřiny. Vodík je určen pro spalování v elektrárnách s kombinovaným cyklem, které budou provozovány v režimu špičkových zdrojů. Pro rok 2050 se počítá s výrobou 3,12 TWh elektřiny ve vodíkových zdrojích, na výrobu vodíku bude spotřebováno 7,42 TWh elektřiny. Pro ukládání a přepravu vodíku bude podle Pokročilého scénáře využita stávající plynárenská infrastruktura.

Podle použitého modelu bez využití sezonní akumulace pomocí vodíku nelze uhlíkové neutrality dosáhnout. To ukazuje i Základní dekarbonizační scénář (bez využití vodíku), v němž se v roce 2050 nadále počítá s výrobou elektřiny a tepla spalováním zemního plynu. Dokončení vývoje a rychlý start vodíkových technologií jsou podmínkou pro naplnění Pokročilého scénáře.

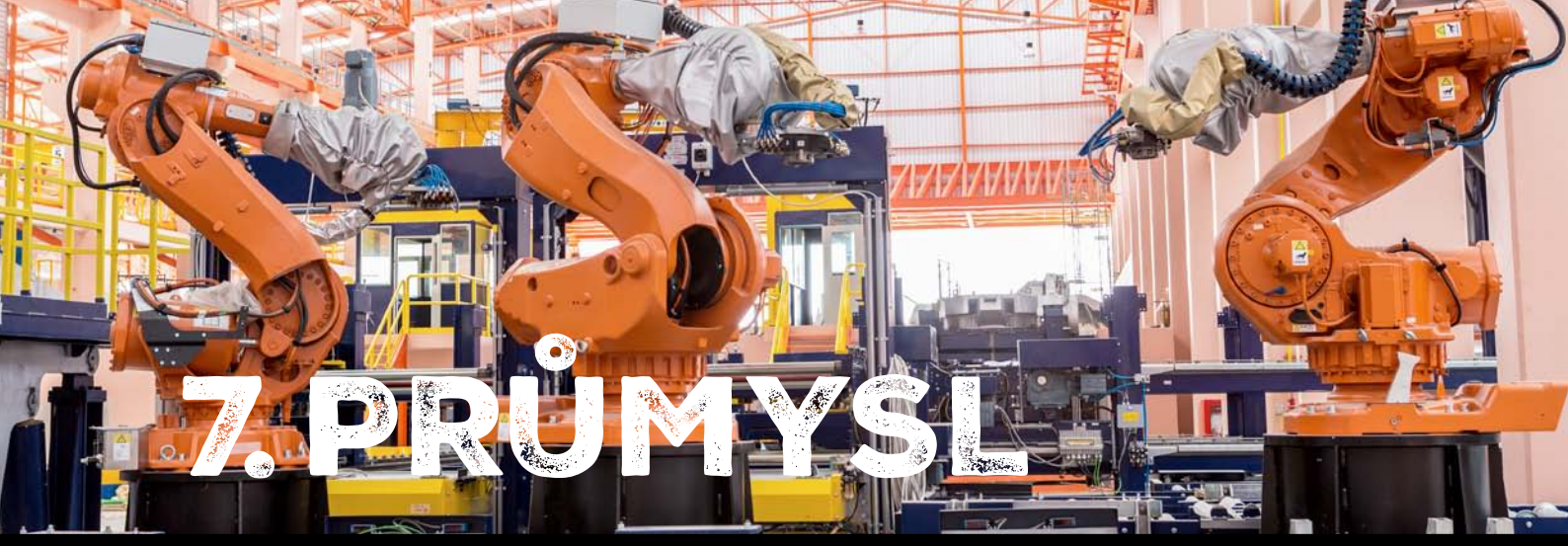
⁵⁵ BLÁŽKOVÁ, M., 2010. METODIKA K HODNOCENÍ GEOTERMÁLNÍHO POTENCIÁLU V MODELOVÉM ÚZEMÍ PODKRUŠNOHORÍ, FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ UJEP, ÚSTÍ NAD LABEM.



OPATŘENÍ:

- ▶ Státní fond životního prostředí zajistí optimální využití prostředků Modernizačního fondu na rovnoměrnou podporu všech druhů obnovitelných zdrojů podle velikosti a typu investora a otevře výzvy i pro subjekty mimo předregistraci. Podmínky dotací v teplárenství se výrazně posunou k preferenci obnovitelných zdrojů, energetického managementu a úložišť tepla.
- ▶ Veškeré peníze z aukcí emisních povolenek využije stát pro podporu rozvoje obnovitelných zdrojů, zvyšování energetické efektivity, zateplování domů a dalších konkrétních opatření pro ochranu klimatu.
- ▶ Nový energetický zákon nastaví motivační podmínky a odstraní bariéry pro vznik a fungování komunitních projektů obnovitelné energetiky a sdílení elektřiny z těchto zdrojů.
- ▶ Ministerstvo průmyslu připraví návrh českého příspěvku k plnění evropského cíle pro rozvoj obnovitelných zdrojů do roku 2030, jehož součástí bude trajektorie rozvoje nových větrných elektráren na úrovni 2000 MW a fotovoltaických elektráren na úrovni nejméně 5000 MW pro rok 2030. K dosažení těchto hodnot bude připraven plán aukcí a investičních podpor.
- ▶ V součinnosti MPO, MŽP a MMR bude připravena aktualizace Politiky územního rozvoje ČR, jejímž cílem bude zajistit v ČR dostatek území pro realizaci cílů rozvoje obnovitelných zdrojů energie a odstranění překážek rozvoje v rámci nižších stupňů územně-plánovací dokumentace (zásady územního rozvoje krajů, územní plány obcí, regulační plány).
- ▶ Zavedení jednotného environmentálního povolení vydávaného odbornými orgány ochrany přírody za účasti veřejnosti jako závazného podkladu pro rozhodování stavebních úřadů, které nahradí dílčí povolovací řízení.
- ▶ Ministerstvo zemědělství aktualizuje Akční plán pro biomasu do roku 2030 se zapojením relevantních stakeholderů a s cílem zajistit rozvoj udržitelného pěstování biomasy na zemědělské půdě pro potřeby transformace teplárenství.
- ▶ MPO připraví změny zákonů a metodik, které zjednoduší procesy připojování decentralizovaných zdrojů do distribuční sítě a odstraní zvýhodněné postavení firem spojených s monopolními provozovateli distribuční sítě.





Český průmysl má v rámci transformace energetiky a dopravy několik aspektů:

- ▶ spotřeba energie (elektrina, teplo a další produkty jako stlačený vzduch...),
- ▶ spotřeba fosilních paliv na technologické procesy (redukce železné rudy pomocí koksu, využití fosilních paliv pro chemickou výrobu...),
- ▶ produkce komponent a montáž nových energetických zdrojů, dopravních prostředků či opatření pro snižování spotřeby energie.

ENERGIE

Průmysl je sektor s velkou spotřebou energie, takže veškeré plány na odklon od fosilních paliv musí počítat se zajištěním energetických potřeb průmyslu. To je možné jednak pomocí zvyšování energetické efektivity výrobních procesů a jednak náhradou uhlí, ropy a plynu pro výrobu energie. Pro zjednodušení uvažují oba dekarbonizační scénáře se zachováním současné struktury průmyslu a zároveň se zachováním spotřeby (v pokročilém scénáři jde spotřeba mírně nahoru).

Spotřeba elektřiny v průmyslu je započítána do celkové spotřeby elektřiny. Pro část přímé spotřeby fosilních paliv je uvažováno nahrazení pomocí elektrifikace, což zvyšuje nároky průmyslu na elektřinu. Také celková spotřeba elektřiny v ČR výrazně roste mezi současností a rokem 2050 a modelování se vypořádává s pokrytím těchto nároků.

Pokrytí spotřeby tepla v průmyslu je součástí celkového řešení náhrady uhlí a následně i plynu ve výrobě tepla, respektive v oblasti teplárenství, kam se započítávají i závodní energetiky. Uhlí – a později i plyn – bude nahrazováno teplem z kogenerace biomasy a geotermálním teplem (v drtivé většině pomocí technologie tepelných čerpadel).

TECHNOLOGICKÉ PROCESY

Dekarbonizační scénáře počítají s výrazným poklesem konečné spotřeby uhlí v technologických procesech – z dnešních 14 PJ na 1 PJ v roce 2050. Jako náhrada je uvažována jednak elektrifikace (tavení železa v elektrických pecích) a jednak využití vodíku (jako redukčního činidla pro získávání surového železa). Již v současné době plánuje dosažení klimatické neutrality v roce 2030 huť Liberty Ostrava, a to právě přechodem na elektrické pece a výrobu oceli ze šrotu.

Naopak pokles využití zemního plynu pro neenergetické účely například v chemickém průmyslu je uvažován jen malý – ze 4 PJ na 3 PJ v obou scénářích.

Pokles konečné spotřeby ropy pro neenergetické účely (výroba plastů, hnojiv, léků a podobně) je z dnešních přibližně 100 PJ na 61 PJ v roce 2050. Uvažována je zejména redukce jednorázových plastů dle již existujících strategií a růst míry recyklace, která je v současné době v ČR (na rozdíl od míry třídění plastových obalů) nízká. Stejně tak je uvažována redukce spotřeby ropy na výrobu umělých hnojiv.

PRODUKCE

Průmysl se na transformaci nebude podílet jen zvyšováním efektivity výroby, změnou paliv a technologických procesů, ale je nezastupitelný v roli toho, kdo dekarbonizaci vyrobí a postaví. Komponenty pro nové zdroje energie, od biomasových kotlů pro domácnosti až po větrné turbíny jsou kombinací hi-tech a tradiční průmyslové výroby. To znamená zvýšení objemu zakázek, nová pracovní místa a rozhýbání ekonomiky.

Příkladem je větrná energetika, která snoubí digitální technologie, těžké strojírenství i stavebnictví. Minimálně 2426 v roce 2030 a 5583 v roce 2050 – tolik trvalých pracovních míst může v Česku zajišťovat větrná energetika, pokud stát obnoví přiměřenou pod-



poru pro větrné elektrárny a podpoří tak firmy vyrábějící a instalující potřebné technologie – ukázala to podrobná studie potenciálu tohoto odvětví.⁵⁶ Nové pracovní příležitosti vzniknou především v regionech, kde se budou větrné elektrárny stavět. Místní firmy připraví výstavbu, budou elektrárny provozovat a podílet se na jejich údržbě. Z výsledků studie také vyplývá, že větrná energetika bude představovat i oživení pro výrobní průmysl, který zaměstná nejméně dva tisíce pracovníků. Dále se dá očekávat, že nejméně dvě třetiny pracovních příležitostí vzniknou v malých

a středních firmách: stavebních, elektroinstalatérských, strojírenských a těch, které připravují projekty výstavby větrných elektráren.

Větrná energetika je však jen jeden příklad. Aby Česká republika zajistila růst obnovitelných zdrojů a úspory energie dle dekarbonizačních scénářů, bude průmysl zabývající se výrobou, instalací a provozem čistých zdrojů energie a také snižováním spotřeby energie potřebovat vytvořit přes 100 tisíc nových pracovních míst.⁵⁷



⁵⁶ https://www.hnutiduha.cz/sites/default/files/publikace/2016/08/studie_pracovni_mista_z_vetrnych_elektraren_final.pdf

⁵⁷ https://www.alies.cz/wp-content/uploads/2021/07/COZP-2021-Rozvoj-OZE-2030_FINAL2.PD

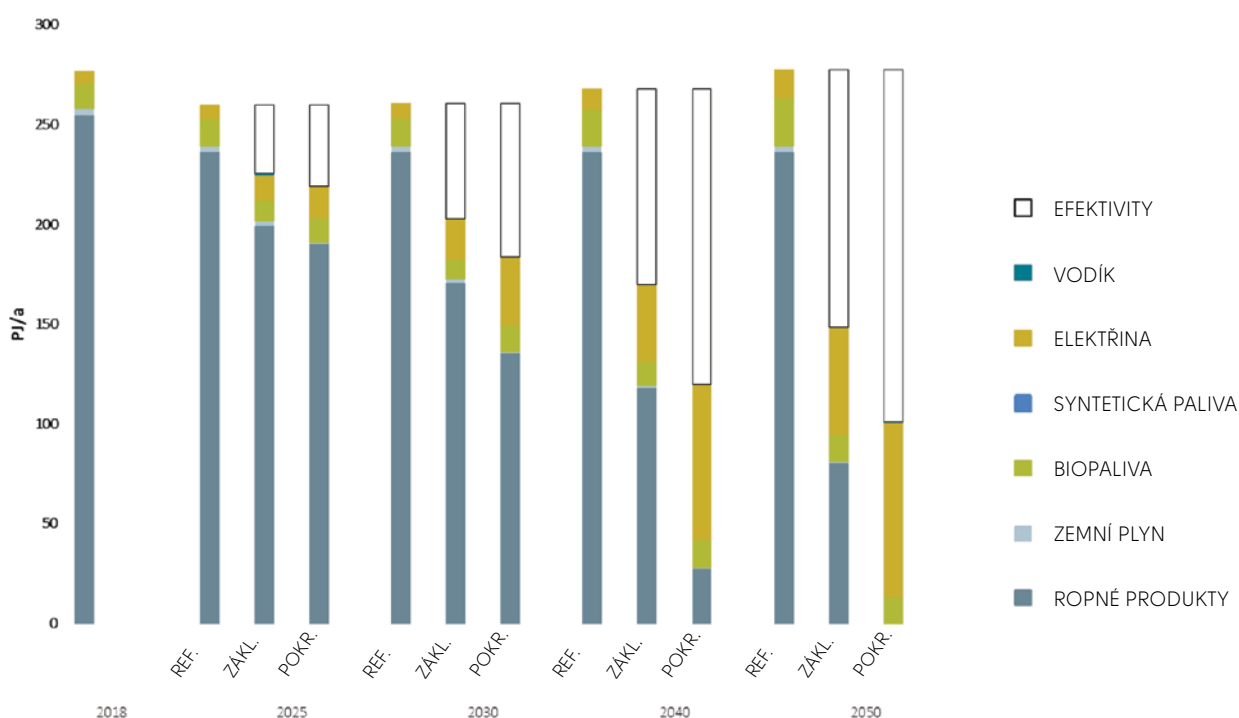
8. DOPRAVA

Doprava v ČR je v současnosti zodpovědná za 16 % emisí skleníkových plynů. Prakticky veškerou ropu a zemní plyn na pohon dopravních prostředků přitom země dováží. Pokročilý scénář počítá s kompletní transformací sektoru dopravy do roku 2050 tak, aby doprava byla bez využití ropy a zemního plynu a produkce skleníkových plynů. Model počítá s celkovým poklesem objemu silniční dopravy (osobní i nákladní) celkem o 4 % mezi lety 2020 a 2050 a s nárůstem u železniční dopravy o 16 %. Automobily se spalovacími motory na fosilní paliva mají podle scénářů ukončit provoz do roku 2045. V roce 2050 se počítá s 90% podílem elektromobilů. Nedílnou součástí modelované transformace celého sektoru je přechod na zásadní snížení

konečné spotřeby energií. Modelované scénáře počítají se zachováním podílu biopaliv. Vodíkový pohon či pohon na syntetická paliva vyrobená z obnovitelných zdrojů se ve scénářích do roku 2050 z ekonomických důvodů neprojevil, ale to neznamená, že nemohou být v budoucnosti částečnou alternativou.

Dosažení bezuhlíkové a vysoce efektivní dopravy bude vyžadovat vývoj ve všech oblastech. Jedná se prakticky o kombinaci zlepšování efektivity dopravních prostředků a dopravy, přechod od fosilních paliv na elektromobilitu, případně i vodík a syntetická paliva, přesun části individuální dopravy do veřejné dopravy a v neposlední řadě snížení objemů dopravy.

Graf 8.1:
Konečná spotřeba energie v sektoru dopravy





ELEKTROMOBILITA

Výhledové plány na konec klasických spalovacích automobilů má již mnoho rozvinutých zemí na celém světě⁵⁸ a v létě 2021 navrhla Evropská komise, že by se nové automobily na fosilní paliva měly přestat prodávat k roku 2035. Již dnes analýza životního cyklu elektromobilů ukazuje, že se jedná o ekologičtější možnost než klasické spalovací motory a s postupným nárůstem výroby elektřiny z bezemisních zdrojů se tato výhoda bude dále zvyšovat – v roce 2030 může být více než 60 % elektřiny v EU vyrobeno z obnovitelných zdrojů.⁵⁹ Přechod na elektromobilitu bude samozřejmě spojen s nárůstem spotřeby elektřiny. Tuto spotřebu námi prezentované scénáře/modely zahrnují, a v důsledku i se započítáním pokroku v úsporách a energetické efektivnosti se proto do roku 2050 očekává postupný nárůst celkové spotřeby elektřiny.

Elektrický pohon v osobní, ale i nákladní dopravě samozřejmě bude vyžadovat odpovídající postupný rozvoj infrastruktury pro nabíjení i investice do sítě, aby zvládla vysoké nároky na rychlodonosění. Zároveň vzrůstající počet elektromobilů nemusí ze sítě jen odebírat, ale připojená vozidla mohou sloužit jako obří decentralizovaná baterie, která může pomoci při stabilizaci sítě. Mnoho těchto opatření ještě není v komerčním uplatnění, ale ČR nebude muset všechno vymýšlet sama, protože tímto směrem se pohybuje prakticky celý svět, nevyjímaje EU. Nová evropská pravidla pro stavbu parkovacích míst již například počítají s potřebou přípravy elektrických nabíječek. Světovou „laboratoří“ elektromobility se stalo Norsko, které plánuje konec prodeje klasických aut v roce 2025. V červnu 2021 bylo v Norsku 85 % nově zaregistrovaných automobilů plug-in elektromobilů.⁶⁰

VEŘEJNÁ DOPRAVA

Zásadní bude udržet a posilovat síť kvalitní a dostupné veřejné dopravy, zvláště ve městech a jejich okolí. Městská veřejná doprava by měla být elektrizovaná vč. autobusů. Již dnes je ve velkých městech významná část dopravy poháněná

elektřinou (příměstské vlaky, metro, tramvaje, trolejbusy) a modernizace vozového parku a infrastruktury může pomoci zvýšit atraktivitu a také snížit spotřebu energie. Spotřeba se dá snížit i uplatněním dalších inovativních projektů typu rekuperace energie, po světě již existují pilotní projekty na rekuperaci tepla v podzemní dopravě. Nutností je i další rozvoj infrastruktury a podmínek pro pěší a cyklistickou dopravu a také opatření, která budou motivovat ke změně dopravního módu, jako jsou parkoviště P+R, mýtné v centrech měst a podobně. Systém sdílených dopravních prostředků může být vhodným doplněním k hromadné dopravě a snížit potřebu vlastnit a používat vlastní automobil. Perspektivní je také rozvoj malých elektrických prostředků individuální dopravy, jako jsou elektrické skútry, koloběžky, nákladní kola a podobně.

SNÍŽENÁ SPOTŘEBA A NÁKLADNÍ DOPRAVA

Účinná opatření státu, ale i firem mohou pomoci zvrátit současný trend nárůstu dopravy spojeného s negativními dopady na životní prostředí. Evropská legislativa již více než dekádu stanovuje průběžné limity na snižování spotřeby u nových automobilů. I když se řeší celkový konec klasických automobilů, tak se pravděpodobně další dekádu budou vyrábět a další dvě dekády používat a každé omezení spotřeby pak bude znát. Podle návrhu Evropské komise z července 2021 by nově prodávané automobily v roce 2030 měly mít nižší emise CO₂ o 37,5 %.⁶¹

Potenciál úspor je i v dalších oblastech dopravy, cestou by měla být modernizace dopravních prostředků včetně nákladní dopravy, modernizace vlaků a elektrifikace tratí, omezení maximální rychlosti na dálnicích či využití lepších pneumatik. Část kamionové dopravy je již v tuto chvíli nadbytečná a vozí po Evropě různé zboží či polotovary neúčelně a nesystematicky, případně jezdí kamiony úplně prázdné. I v tomto případě může opět kombinace různých evropských a národních restriktivních i motivačních opatření pomoci otočit trend pozemní nákladní dopravy.

⁵⁸ https://en.wikipedia.org/wiki/Phase-out_of_fossil_fuel_vehicles, ⁵⁹ <https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/downloads/T%26E%2%80%99%20EV%20LIFE%20CYCLE%20ANALYSIS%20LCA.pdf>, ⁶⁰ <https://insideevs.com/news/517969/norway-plugin-car-sales-june-2021/>, ⁶¹ <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/komise-zprisuje-celeevropska-stopka-pro-spalovaci-motory-mu/r-6667a372e4ae11eb8fa20cc47ab5f122>



9. MEZINÁRODNÍ SYNERGIE NA CESTĚ K ENERGETICKÉ REVOLUCI

Vydat se cestou Energetické revoluce neznamena pro ČR stát se osamělou bojovnicí či izolovaným ostrůvkem zelené iniciativy. V současnosti má podle mezinárodní databáze již 55 států národní cíl dosáhnout klimatické neutrality v budoucnosti mezi lety 2030 až 2060. Jedná se o klimatickou neutralitu celé ekonomiky států, nejen energetiky. Mezi premianty patří např. Finsko, s cílem do roku 2035, Rakousko do 2040 či Německo do roku 2045. Čína plánuje klimatickou neutralitu do roku 2060. V roce 2019 se všech 27 zemí EU dohodlo na společném cíli EU dosažení klimatické neutrality do roku 2050, stejný rok si zvolila i Velká Británie. Taktéž konec prodeje automobilů spalujících fosilní paliva jako jeden z kroků vedoucích ke klimatické neutralitě není jen iniciativa EU, plán či návrhy na konec fosilních aut existují v mnoha dalších zemích, včetně Číny, Indie či Kanady.

Fakt, že velká část světa již v současnosti sází na zelený rozvoj energetiky a hospodářství, představuje zásadní impuls pro vědecko-technologický pokrok v této oblasti. Výroba ve velkém pro celý svět umožňuje snižování nákladů a zvyšování efektivnosti. „Průkopnické“ země jako Německo, Dánsko či Norsko hledají a nalézají cesty, jak zajistit bezpečné dodávky elektřiny z obnovitelných zdrojů závislých na počasí či jak se zbavovat spalování fosilních paliv v dopravě (Dánsko vyrobí 60 % elektřiny z větru a slunce, Německo 33 %, Norsko pak má nejvyšší podíl elektroaut na světě). Zelená transformace zároveň znamená tvorbu nových pracovních míst v mnoha sektorech.

Na cestu Energetické (R)evoluce se vydává celá EU s 27 členskými státy. V roce 2020 – tedy rok po schválení cíle klimatické neutrality do roku 2050 – se zástupci

všech zemí EU dohodli na navýšení společného cíle na snížení emisí skleníkových plynů do roku 2030 o 55 % oproti úrovni v roce 1990. Aby tohoto ambiciózního cíle bylo možné dosáhnout, je třeba zpřísnit celou řadu evropských regulí a celkově zrychlit tempo investic a transformace v rámci tzv. Zelené dohody pro Evropu. V červenci proto Evropská komise představila zásadní balíček opatření v podobě legislativních změn v třinácti oblastech, které mají nasměrovat EU k dosažení zmíněných 55 %. Navržené změny budou muset ještě projít evropským legislativním procesem, a na jejich podobu tedy budou mít zásadní vliv zástupci národních vlád v Evropské radě a 705 členů a členek Evropského parlamentu.

Nová celoevropská opatření neskrývají ambici zásadně zrychlit zelenou transformaci Evropy, prakticky budou znamenat zdvojnásobení podílu obnovitelných zdrojů během dekády, zrychlení tempa zateplování domů a investic do energetických úspor ve všech sektorech. Navržený je konec prodeje nových automobilů na fosilní paliva k roku 2035 či zavedení tzv. uhlíkového cla na dovoz výrobků ze zemí, které nemají srovnatelná opatření na ochranu klimatu. To, že země EU se vydávají na tuto cestu společně, také znamená, že i soukromý sektor včetně průmyslu má stejné podmínky po celé EU a nikdo nemůže být zvýhodněn v rámci unijního ekonomického prostoru. Pro sektory vystavené mezinárodní konkurenci uplatňuje EU různá opatření typu povolenek na emise CO₂ zdarma.

Intenzivní spolupráce států EU také probíhá v oblasti správy a rozvoje elektrické sítě. Umožňuje tak zvyšovat bezpečnost dodávek elektřiny. Zvýšení přeshraničních kapacit a funkční výměny jsou

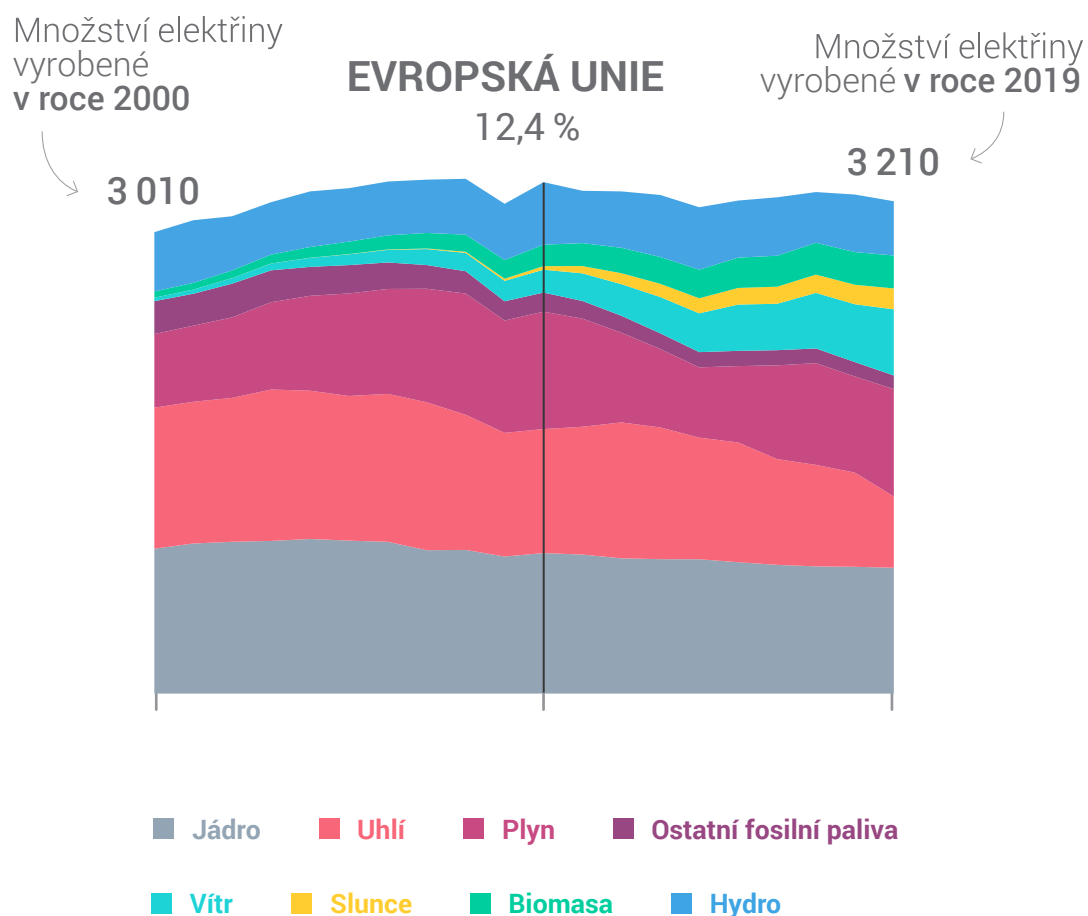


také nutným předpokladem pro nárůst podílu obnovitelných zdrojů energie. Evropská energetická revoluce bude na jedné straně znamenat vyšší mezinárodní obchod s elektřinou v rámci spojeného evropského prostoru, na druhé straně ale zásadně klesne potřeba dovozu černého uhlí, plynu a ropy z mnohdy nedemokratických zemí.

Čím více zemí se vydá směrem zelené transformace energetiky, tím to bude pro jednotlivé země jednodušší. Společné úsilí v rámci EU bude znamenat, že transformace bude levnější. Proto by ČR měla podpořit evropskou legislativu, která pomůže efektivně implementovat Zelenou dohodu pro Evropu.

Graf 9.1:

Vývoj celkové výroby elektřiny podle jednotlivých zdrojů v letech 2000 - 2019
Hodnoty jsou uváděné v TWh na rok



Zdroj: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/elektrina-svet>, upraveno, licencováno pod CC BY 4.0

10. VÝSTUPY MODELOVÁNÍ

Referenční scénář podle Institute for Sustainable Futures

Výroba elektřiny [TWh/rok]								
	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Elektrárny	62,6	58,5	58,2	60,2	62,9	62,7	63,8	67,5
- Tepelné - č. uhlí, neobn. odpady	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- Tepelné - hnědé uhlí	27,1	22,7	16,6	16,5	10,8	0,0	0,0	0,0
- Plynové	1,8	2,0	5,0	5,0	10,7	10,7	23,2	23,3
z toho vodíkové	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- Jaderné	29,1	28,1	30,3	30,3	30,3	38,7	24,2	24,2
- Tepelné biomasa (a obn. odpady)	0,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
- Vodní	1,6	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9
- Větrné	0,6	0,6	1,2	1,8	2,5	3,5	4,6	5,9
- Fotovoltaické	2,4	2,4	2,8	4,2	6,2	7,3	9,3	11,7
- Geotermální	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Kombinovaná výroba	25,4	25,3	24,9	24,8	24,3	24,8	24,3	24,3
- Černé uhlí (a neobn. odpady)	5,2	5,8	5,5	6,0	5,5	5,2	5,4	4,2
- Hnědé uhlí	10,7	9,3	9,3	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8
- Zemní plyn	4,3	4,8	4,7	4,7	4,6	4,7	4,6	4,7
z toho vodíkové	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- Topné oleje a mazut	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1
- Biomasa (a obnovitelné odpady)	4,8	5,1	5,1	5,1	5,3	5,9	5,4	6,6
- Geotermální zdroje	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- Vodík	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kogenerační zdroje podle účelu								
- Veřejné	17,1	16,9	16,9	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4
- Podnikové	8,3	8,4	7,9	8,4	7,9	8,4	7,9	7,9
Celková výroba elektřiny	88,0	83,9	83,0	85,0	87,3	87,5	88,1	91,9
- Fosilní zdroje	49,5	45,0	41,3	41,3	40,6	29,6	42,2	41,1
- Černé uhlí (a neobn. odpady)	5,2	5,8	5,5	6,0	5,5	5,2	5,5	4,2
- Hnědé uhlí	37,8	32,0	25,8	25,4	19,6	8,9	8,9	8,9
- Plyn	6,1	6,8	9,7	9,7	15,3	15,4	27,8	28,0
- Topné oleje a mazut	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
- Jaderné elektrárny	29,1	28,1	30,3	30,3	30,3	38,7	24,2	24,2
- Vodík	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- z toho zelený vodík	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- Obnovitelné zdroje (bez vodíku)	9,4	10,8	11,4	13,4	16,3	19,2	21,8	26,6
- Vodní elektrárny	1,6	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9
- Větrné elektrárny	0,6	0,6	1,2	1,8	2,5	3,5	4,6	5,9
- Fotovoltaika	2,4	2,4	2,8	4,2	6,2	7,3	9,3	11,7
- Biomasa (a obnovitelný odpad)	4,8	5,4	5,4	5,4	5,6	6,2	5,7	6,9
- Geotermální zdroje	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Import	12	11	12	12	12	12	12	12
Export	25	26	20	15	15	15	14	13
Ztráty v sítích	4,3	4,3	4,8	5,4	5,5	5,6	5,6	5,9
Vlastní spotřeba elektřiny	9,2	9,0	8,5	8,0	7,8	7,8	7,8	7,8
Elektrina pro výrobu vodíku	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Spotřeba elektřiny	60,6	55,7	61,9	68,9	71,4	71,7	73,0	77,0
OZE závislé na počasí	3,0	3,0	3,9	6,0	8,7	10,8	14,0	17,6
Podíl OZE závislých na počasí	3%	4%	5%	7%	10%	12%	16%	19%
Podíl OZE na výrobě	11%	13%	14%	16%	19%	22%	25%	29%

Výroba tepla [PJ/rok]								
	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Výtopny	18	22	19	20	17	14	12	10
- Fosilní paliva	17	21	17	17	13	10	8	6
- Biomasa	1	1	2	3	3	4	4	3
- Systémy se solárními kolektory	0	0	0	1	1	1	1	1
- Geotermální zdroje	0	0	0	0	0	0	0	0
Kombinovaná výroba	139	136	136	136	137	142	143	145
- Fosilní paliva	122	118	116	117	117	119	122	120
- Biomasa	17	18	19	19	20	23	20	25
- Geotermální zdroje	0	0	0	0	0	0	0	0
- Vodík	0	0	0	0	0	0	0	0
Decentralizovaná výroba	405	399	371	381	392	412	428	444
- Fosilní paliva	307	300	269	270	270	280	280	270
- Biomasa	87	88	88	89	90	91	91	92
- Systémy se solárními kolektory	1	1	1	5	13	21	33	51
- Geotermální zdroje	0	0	1	1	1	2	4	8
- Tepelná čerpadla	7	8	9	12	14	15	17	21
- Vytápění elektrinou	3	3	3	3	3	3	2	2
- Vodík	0	0	0	0	0	0	0	0
Celková výroba tepla	562	556	525	538	546	569	583	599
- Fosilní paliva	446	438	402	404	401	409	410	396
- Biomasa	105	106	110	112	113	118	115	120
- Systémy se solárními kolektory	1	1	1	6	14	22	34	52
- Geotermální zdroje	0	0	1	1	1	2	4	8
- Tepelná čerpadla	7	8	9	12	14	15	17	21
- Vytápění elektrinou	3	3	3	3	3	3	2	2
- Vodík	0	0	0	0	0	0	0	0
Podíl OZE	19%	19%	21%	22%	24%	25%	26%	30%
Společba tepelných čerpadel, TWh	0,6	0,7	0,7	1,0	1,1	1,1	1,3	1,6

Instalovaný elektrický výkon [GW]								
	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Celkem	19	19	18	20	22	22	25	28
- Fosilní zdroje	11	10	9	8	8	6	8	9
- Černé uhlí (a neobn. odpady)	1	1	1	1	1	1	1	1
- Hnědé uhlí	8	8	6	5	4	2	2	2
- Plyn	2	1	2	2	3	3	5	6
- Jádro	4	4	4	4	4	6	3	3
- Vodík	0	0	0	0	0	0	0	0
- Obnovitelné zdroje	4	5	5	7	9	11	13	16
- Vodní elektrárny	1	1	1	1	1	1	1	1
- Větrné elektrárny	0	0	1	1	1	2	2	3
- Fotovoltaika	2	2	2	4	6	7	9	11
- Biomasa (a obn. odpad)	0,8	0,897	0,907	0,895	0,925	1,039	1,0	1,2
- Geotermální zdroje	0	0	0	0	0	0	0	0
OZE závislé na počasí	3	3	3	5	7	9	11	14
Podíl OZE závislých na počasí	13%	13%	16%	25%	33%	39%	44%	49%
Podíl OZE na inst. výkonu	23%	25%	28%	35%	42%	48%	53%	57%



Referenční scénář podle Institute for Sustainable Futures

Konečná spotřeba energie [PJ/rok]	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Celkem	1 130	1 101	1 076	1 109	1 129	1 153	1 179	1 211
Celkem pro energetické účely	1 008	978	964	997	1 017	1 041	1 066	1 099
Doprava	277	260	260	261	265	268	273	278
- Ropná paliva	255	237	237	237	237	237	237	237
- Zemní plyn	3	3	3	3	3	3	3	3
- Biopaliva	13	13	13	14	16	18	22	24
- Elektřina	6	7	7	7	10	11	12	14
z toho obnovitelná elektřina	1	1	1	1	2	2	3	4
- Vodík	0	0	0	0	0	0	0	0
OZE podíl v dopravě	5%	6%	6%	6%	7%	8%	9%	10%
Průmysl	279	260	272	295	302	308	323	345
- Elektřina	87	82	92	111	114	114	115	125
z toho OZE	9	10	13	17	21	25	29	36
- teplo	24	23	23	23	23	23	23	24
z toho OZE	2	2	3	3	4	5	6	9
- Hard coal & lignite	46	26	26	26	26	26	24	11
- Ropné produkty	7	12	12	12	12	12	13	13
- Zemní plyn	98	96	96	96	96	96	98	99
- Solární	0	1	1	4	8	13	21	35
- Biomasa	18	20	20	20	20	20	21	21
- Geotermální	0	0	1	2	2	3	8	17
- Vodík	0	0	0	0	0	0	0	0
OZE podíl v průmyslu	11%	13%	14%	16%	18%	21%	26%	34%
Ostatní sektory	451	458	432	441	450	464	470	476
- Elektřina	115	112	124	130	133	133	133	133
z toho OZE	12	14	17	20	25	29	33	38
- Teplo	63	65	65	65	65	65	65	65
z toho OZE	18	18	20	22	23	24	26	28
- Hard coal & lignite	35	38	0	0	0	0	0	0
- ropné produkty	17	31	31	31	31	31	31	31
- Zemní plyn	128	121	121	121	121	131	131	131
- Solární	1	0	0	1	5	9	12	16
- Biomasa	87	85	85	85	85	85	85	85
- Geotermální	4	6	6	9	10	11	12	15
- Vodík	0	0	0	0	0	0	0	0
podíl OZE v ostatních sektorech	27%	27%	30%	31%	33%	34%	36%	38%
Celkem OZE	165	172	180	198	221	244	277	329
podíl OZE	16%	18%	19%	20%	22%	23%	26%	30%
Neenergetické využití	122	123	112	112	112	112	112	112
- Ropa	104	102	89	93	89	92	89	106
- Zemní plyn	5	6	6	6	6	6	7	7
- Uhlí	14	15	17	14	17	14	17	0

Konečná spotřeba energie v dopravě [PJ/rok]	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Silniční doprava	265	232	222	216	223	230	246	265
- Fosilní paliva	250	219	209	198	204	207	220	234
- Biopaliva a bioplyn	13	10	11	15	17	20	24	28
- Zemní plyn	3	2	2	2	1	1	0	0
- Vodík	0	0	0	0	0	0	0	0
- Elektřina	0	0	0	1	1	2	2	3
Železniční doprava	10	10	10	10	10	11	11	11
- Fosilní paliva	4	4	4	4	3	3	2	1
- Biopaliva a bioplyn	0	0	0	0	0	0	0	0
- Elektřina	6	6	6	7	7	8	9	10
Letecká doprava	1	1	1	1	1	2	2	2
- Fosilní paliva	1	1	1	1	1	2	2	2
- Biopaliva a bioplyn	0	0	0	0	0	0	0	0
Celkem	277	243	234	228	235	242	259	278
- Fosilní paliva	255	224	214	203	208	212	224	237
- Biopaliva a bioplyn	13	10	11	15	17	20	24	28
- Zemní plyn	3	2	2	2	1	1	0	0
- Vodík	0	0	0	0	0	0	0	0
- Elektřina	6	6	7	8	9	10	11	13
Celkem obnovitelné zdroje	13	11	12	16	18	22	26	32
podíl obnovitelných zdrojů	6%	6%	6%	6%	7%	8%	9%	10%

Emise CO2 [miliony tun/rok]	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
CO2 emise z elektráren a CHP	65	57	43	42	36	23	27	32
- Černé uhlí (a neobn. odpad)	7	8	7	8	7	6	6	5
- Hnědé uhlí	55	45	30	29	22	10	10	16
- Zemní plyn	3	4	5	5	7	7	11	11
- Ropa a nafta	0	0	0	0	0	0	0	0
CO2 emise dle sektoru	113	104	85	85	78	65	69	73
- % z emisí roku 1990 (mil t)	69%	63%	52%	52%	47%	40%	42%	44%
- Průmysl	14	13	12	13	12	12	12	11
- Ostatní sektory konečné spotřeby	14	15	11	11	11	11	11	11
- Doprava	19	18	18	18	18	18	18	18
- Produkce elektřiny	62	54	40	39	32	19	24	29
- Ostatní emie	3	4	5	4	5	4	5	5
CO2 emise na obyvatele	11	10	8	8	7	6	7	7

Spotřeba primárních zdrojů energie [PJ/rok]	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Celkem	1 970	1 908	1 757	1 760	1 736	1 742	1 664	1 752
- Fosilní	1 453	1 369	1 196	1 189	1 143	1 032	1 079	1 107
- Jaderné	307	296	316	312	312	398	248	248
- Obnovitelné	210	244	244	259	282	312	336	396
z toho na neenergetické využití	122	123	112	112	112	112	112	112
Podíl obnovitelných zdrojů	11%	13%	14%	15%	16%	18%	20%	23%



Základní dekarbonizační scénář podle Institute for Sustainable Futures

Výroba elektřiny [TWh/rok]	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Elektrárny	62,6	58,6	50,5	56,9	66,4	75,2	72,8	79,2
- Tepelné - č. uhlí, neobn. odpady	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- Tepelné - hnědé uhlí	27,1	22,7	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- Plynové	1,8	2,3	6,4	10,8	10,8	10,6	16,5	16,6
- z toho vodíkové	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- Jaderné	29,1	28,1	30,3	30,3	30,3	30,3	16,1	16,1
- Tepelné biomasa (a obn. odpady)	0,0	0,2	0,4	2,0	2,0	2,1	2,5	3,0
- Vodní	1,6	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7
- Větrné	0,6	0,6	1,7	4,5	9,3	13,7	15,5	17,1
- Fotovoltaické	2,4	3,0	4,2	7,5	12,2	16,6	20,6	24,7
- Geotermální	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kombinovaná výroba	25,4	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3
- Černé uhlí, neobn. odpady	5,2	5,1	1,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
- Hnědé uhlí	10,7	9,3	5,9	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0
- Zemní plyn	4,3	5,4	5,4	5,2	5,2	5,1	5,0	4,4
- z toho vodíkové	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- Topné oleje a mazut	0,4	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
- Biomasa (a obnovitelné odpady)	4,8	5,1	12,2	17,0	20,0	20,1	20,3	20,9
- Geotermální zdroje	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- Vodík	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kogenerační zdroje podle účelu								
- Veřejné	17,1	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9
- Podnikové	8,3	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4
Celková výroba elektřiny	88,0	83,9	75,9	82,2	91,7	100,5	98,2	104,5
- Fosilní zdroje	49,5	45,2	25,2	19,2	16,2	15,9	21,6	21,1
- Černé uhlí (a neobn. odpady)	5,2	5,1	1,7	0,8	0,0	0,1	0,0	0,0
- Hnědé uhlí	37,8	32,0	11,5	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0
- Plyn	6,1	7,7	11,8	16,0	16,0	15,7	21,5	21,0
- Topné oleje a mazut	0,4	0,5	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0
- Jaderné elektrárny	29,1	28,1	30,3	30,3	30,3	30,3	16,1	16,1
- Vodík	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- z toho zelený vodík	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- Obnovitelné zdroje (bez vodíku)	9,4	10,6	20,4	32,8	45,3	54,3	60,5	67,4
- Vodní elektrárny	1,6	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7
- Větrné elektrárny	0,6	0,6	1,7	4,5	9,3	13,7	15,5	17,1
- Fotovoltaika	2,4	3,0	4,2	7,5	12,2	16,6	20,6	24,7
- Biomasa (a obnovitelný odpad)	4,8	5,3	12,6	19,0	22,0	22,2	22,7	23,9
- Geotermální zdroje	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Import	12	11	12	12	12	10	12	12
Export	25	24	12	12	17	19	12	13
Ztráty v sítích	4	4	5	5	6	6	7	7
Vlastní spotřeba elektřiny	9	8	8	7	6	5	5	4
Elektřina pro výrobu vodíku	0	0	0	0	0	0	0	0
Spotřeba elektřiny	60,6	57,6	63,4	70,0	74,4	80,1	86,6	91,9
OZE závislé na počasí	3	4	6	12	22	30	36	42
Podíl OZE závislých na počasí	3%	4%	8%	15%	23%	30%	37%	40%
Podíl OZE na výrobě	11%	13%	27%	40%	49%	54%	62%	64%

Výroba tepla [PJ/rok]	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Výtopny	18	18	18	18	18	18	18	18
- Fosilní paliva	17	17	17	11	7	4	3	2
- Biomasa	1	1	1	6	10	12	13	11
- Systémy se solárními kolektory	0	0	0	1	1	2	3	4
- Geotermální zdroje	0	0	0	0	0	0	0	0
Kombinovaná výroba	139	135	140	140	140	140	137	128
- Fosilní paliva	139	118	93	77	65	65	119	105
- Biomasa	17	18	48	64	75	75	18	23
- Geotermální zdroje	0	0	0	0	0	0	0	0
- Vodík	0	0	0	0	0	0	0	0
Decentralizovaná výroba	405	403	380	368	355	350	344	340
- Fosilní paliva	307	303	258	214	146	107	74	76
- Biomasa	87	85	90	99	124	129	126	76
- Systémy se solárními kolektory	1	1	9	28	38	49	60	70
- Geotermální zdroje	0	0	0	0	0	1	1	2
- Tepelná čerpadla	7	10	18	21	37	50	63	85
- Vytápění elektřinou	3	3	4	6	10	15	20	31
- Vodík	0	0	0	0	0	0	0	0
Celková výroba tepla	562	556	538	527	514	508	499	486
- Fosilní paliva	446	438	368	303	218	176	141	380
- Biomasa	105	104	139	168	210	215	214	165
- Systémy se solárními kolektory	1	1	9	28	40	51	63	75
- Geotermální zdroje	0	0	0	0	0	1	1	2
- Tepelná čerpadla	7	10	18	21	37	50	63	85
- Vytápění elektřinou	3	3	4	6	10	15	20	31
- Vodík	0	0	0	0	0	0	0	0
Podíl OZE	19%	21%	31%	42%	57%	64%	70%	70%
Spotřeba tepelných čerpadel, TWh	0,6	0,8	1,4	1,7	3,0	3,8	4,7	6,2

Instalovaný elektrický výkon [GW]	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Celkem	19	18	17	22	28	35	38	43
- Fosilní zdroje	11	9	5	4	3	3	4	4
- Černé uhlí (a neobn. odpady)	1	1	0	0	0	0	0	0
- Hnědé uhlí	8	7	3	1	0	0	0	0
- Plyn	2	1	2	3	3	3	4	4
- Jádno	4	4	4	4	4	4	2	2
- Vodík	0	0	0	0	0	0	0	0
- Obnovitelné zdroje	4	5	8	14	21	27	32	37
- Vodní elektrárny	1	1	1	1	1	1	1	1
- Větrné elektrárny	0	0	1	2	5	7	8	8,8
- Fotovoltaika	2	2	4	7	11	16	19	23
- Biomasa (a obn. odpad)	0,8	0,881	2,103	3,163	3,667	3,703	3,8	4,0
- Geotermální zdroje	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OZE závislé na počasí	3	3	5	9	16	23	27	32
Podíl OZE závislých na počasí	13%	15%	26%	43%	58%	65%	71%	74%
Podíl OZE na inst. výkonu	23%	25%	45%	63%	75%	79%	84%	86%



Základní dekarbonizační scénář podle Institute for Sustainable Futures

Konečná spotřeba energie [PJ/rok]	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Celkem	1 130	1 049	1 012	986	964	934	915	895
Celkem pro energetické účely	1 008	967	938	915	895	867	849	830
Doprava	277	241	225	203	191	170	154	148
- Ropná paliva	255	221	199	171	152	118	92	81
- Zemní plyn	3	3	2	2	2	1	1	1
- Biopaliva	13	10	10	10	11	12	12	13
- Elektřina	6	7	12	20	26	39	49	54
z toho obnovitelná elektřina	1	1	3	8	13	21	30	35
- Vodík	0	0	1	0	0	0	0	0
OZE podíl v dopravě	5%	5%	6%	9%	12%	19%	28%	32%
Průmysl	279	259	269	290	298	305	316	322
- Elektřina	87	81	96	115	125	130	139	157
z toho OZE	9	10	26	46	62	70	86	101
- Teplo	24	22	22	23	23	24	25	26
z toho OZE	2	2	3	7	10	17	23	27
- Hard coal & lignite	46	41	21	4	2	0	0	1
- Ropné produkty	7	6	6	4	2	0	0	0
- Zemní plyn	98	92	87	90	54	31	12	0
- Solární	0	1	8	13	18	23	29	35
- Biomasa	18	17	23	33	55	69	73	50
- Geotermální	0	1	7	9	19	28	38	53
- Vodík	0	0	0	0	0	0	0	0
OZE podíl v průmyslu	11%	12%	25%	37%	55%	68%	79%	83%
Ostatní sektory	451	467	443	422	406	391	379	359
- Elektřina	115	120	120	118	117	120	123	120
z toho OZE	12	15	32	47	58	65	76	78
- Teplo	63	65	71	72	74	72	71	70
z toho OZE	18	18	21	30	38	40	44	40
- Hard coal & lignite	35	38	6	1	0	1	0	0
- ropné produkty	17	31	32	30	28	25	24	22
- Zemní plyn	128	122	123	96	67	55	42	57
- Solární	1	1	1	14	21	26	31	35
- Biomasa	87	86	84	84	92	83	77	40
- Geotermální	4	6	6	6	8	9	11	14
- Vodík	0	0	0	0	0	0	0	0
podíl OZE v ostatních sektorech	27%	27%	33%	43%	53%	57%	63%	58%
Celkem OZE	165	167	225	307	403	464	530	522
podíl OZE	16%	17%	24%	34%	45%	54%	62%	63%
Neenergetické využití	122	82	74	71	69	68	66	65
- Ropa	104	68	59	59	56	56	53	61
- Zemní plyn	5	4	3	3	3	3	3	3
- Uhlí	14	10	11	9	11	8	10	1

Spotřeba primárních zdrojů energie [PJ/rok]	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Celkem	1 970	1 814	1 530	1 452	1 413	1 377	1 213	1 189
- Fosilní	1 453	1 302	893	708	557	466	414	397
- Jaderné	307	296	315	311	311	312	165	165
- Obnovitelné	210	216	322	434	545	599	633	626
- z toho na neenergetické využití	122	82	74	71	69	68	66	65
Podíl obnovitelných zdrojů	11%	12%	21%	30%	39%	44%	52%	53%

Konečná spotřeba energie dopravě [PJ/rok]	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Silniční doprava	265	230	212	190	177	155	138	131
- Fosilní paliva	250	216	194	166	148	116	89	81
- Biopaliva a bioplyn	13	10	10	10	10	11	11	12
- Zemní plyn	3	2	2	1	1	1	0	0
- Vodík	0	0	0	0	0	0	0	0
- Elektřina	0	1	6	12	17	28	37	38
Železniční doprava	10	9	10	11	12	13	14	15
- Fosilní paliva	4	4	4	3	3	3	2	0
- Biopaliva a bioplyn	0	0	0	0	0	0	0	0
- Elektřina	6	6	7	8	9	10	12	15
Letecká doprava	1	1	1	1	1	1	1	1
- Fosilní paliva	1	1	1	1	1	0	0	0
- Biopaliva a bioplyn	0	0	0	0	0	1	1	1
Celkem	277	242	225	203	191	171	154	148
- Fosilní paliva	255	221	199	171	152	118	92	81
- Biopaliva a bioplyn	13	10	10	10	11	12	12	13
- Zemní plyn	3	2	2	1	1	1	0	0
- Vodík	0	0	0	0	0	0	0	0
- Elektřina	6	7	12	20	26	39	49	54
Celkem obnovitelné zdroje	13	11	14	18	24	33	42	48
podíl obnovitelných zdrojů	6%	5%	6%	9%	12%	19%	28%	32%

Emise CO2 [miliardy tun/rok]	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
CO2 emise z elektráren a CHP	65	57	21	11	7	7	9	9
- Černé uhlí (a neobn. odpad)	7	7	2	1	0	0	0	0
- Hnědé uhlí	55	45	13	2	0	0	0	0
- Zemní plyn	3	5	6	7	7	7	9	9
- Ropa a nafta	0	0	0	0	0	0	0	0
CO2 emise dle sektoru	113	102	60	42	31	26	23	22
- % z emisí roku 1990 (mill t)	69%	62%	36%	26%	19%	16%	14%	13%
- Průmysl	14	13	10	7	4	2	1	0
- Ostatní sektory konečné spotřeby	14	15	12	9	7	6	5	5
- Doprava	19	16	15	13	12	9	7	6
- Produkce elektřiny	62	54	19	9	6	7	8	8
- Ostatní emie	3	4	4	4	3	2	2	2
CO2 emise na obyvatele	11	10	6	4	3	2	2	2



Pokročilý dekarbonizační scénář podle Institute for Sustainable Futures

Výroba elektřiny [TWh/rok]								
	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Elektrárny	62,6	58,3	50,6	64,4	78,4	74,7	88,9	96,8
- Tepelné - č. uhlí, neobn. odpady	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- Tepelné - hnědé uhlí	27,1	22,5	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- Plynové	1,8	2,3	5,3	11,1	11,2	11,2	11,2	11,2
z toho vodíkové	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	11,2
- Jaderné	29,1	28,1	30,3	30,3	30,3	16,0	16,0	16,0
- Tepelné biomasa (a obn. odpady)	0,0	0,2	0,6	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
- Vodní	1,6	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7
- Větrné	0,6	0,6	1,7	9,4	15,1	23,3	28,3	31,2
- Fotovoltaické	2,4	3,0	5,6	10,8	18,8	21,3	30,6	35,5
- Geotermální	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kombinovaná výroba	25,4	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3
- Černé uhlí (a neobn. odpady)	5,2	5,8	4,7	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- Hnědé uhlí	10,7	9,3	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- Zemní plyn	4,3	4,8	7,5	8,8	10,6	7,5	3,3	0,0
z toho vodíkové	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0
- Topné oleje a mazut	0,4	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
- Biomasa (a obnovitelné odpady)	4,8	5,1	7,1	12,5	14,8	17,8	22,0	25,3
- Geotermální zdroje	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- Vodík	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kogenerační zdroje podle účelu								
- Veřejné	17,1	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9
- Podnikové	8,3	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4
Celková výroba elektřiny	88,0	83,6	75,9	89,7	103,7	100,0	114,2	122,1
- Fosilní zdroje	49,5	45,0	28,8	24,0	21,8	18,8	7,2	0,0
- Černé uhlí (a neobn. odpady)	5,2	5,9	4,7	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- Hnědé uhlí	37,8	31,7	11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- Plyn	6,1	7,0	12,7	19,8	21,8	18,7	7,2	0,0
- Topné oleje a mazut	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
- Jaderné elektrárny	29,1	28,1	30,3	30,3	30,3	16,0	16,0	16,0
- Vodík	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	11,2
- z toho zelený vodík	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	11,2
- Obnovitelné zdroje (bez vodíku)	9,4	10,6	16,8	35,5	51,6	65,2	83,8	94,9
- Vodní elektrárny	1,6	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7
- Větrné elektrárny	0,6	0,6	1,7	9,4	15,1	23,3	28,3	31,2
- Fotovoltaika	2,4	3,0	5,6	10,8	18,8	21,3	30,6	35,5
- Biomasa (a obnovitelný odpad)	4,8	5,2	7,7	13,6	15,9	18,9	23,1	26,4
- Geotermální zdroje	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Import	11,6	11	12	12	11	18	14	17
Export	25,5	24	12	12	11	6	5	5
Ztráty v sítích	4,3	4,5	4,9	5,6	6,3	6,8	7,3	7,6
Vlastní spotřeba elektřiny	9,2	8,3	7,5	6,8	6,1	5,5	4,9	4,4
Elektřina pro výrobu vodíku	0,0	0,0	0,0	5,1	10,3	11,6	16,6	24,1
Spotřeba elektřiny	60,6	57,3	63,5	72,2	81,6	88,0	94,0	98,3
OZE závislé na počasí	3,0	3,6	7,3	20,2	33,9	44,6	58,9	66,7
Podíl OZE závislých na počasí	0,0	4%	10%	22%	33%	45%	52%	55%
Podíl OZE na výrobě	0,1	13%	22%	40%	50%	65%	80%	87%

Výroba tepla [PJ/rok]								
	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Výtopny	18	17	17	17	17	17	16	14
- Fosilní paliva	17	17	17	11	6	3	2	0
- Biomasa	1	1	1	6	10	11	12	11
- Systémy se solárními kolektory	0	0	0	0	1	3	3	4
- Geotermální zdroje	0	0	0	0	0	0	0	0
Kombinovaná výroba	139	134	128	124	123	134	150	160
- Fosilní paliva	122	115	100	69	52	35	15	0
- Biomasa	17	19	27	56	71	99	135	160
- Geotermální zdroje	0	0	0	0	0	0	0	0
- Vodík	0	0	0	0	0	0	0	0
Decentralizovaná výroba	405	404	380	355	323	298	295	291
- Fosilní paliva	307	304	261	207	136	47	22	0
- Biomasa	87	85	89	94	105	97	81	53
- Systémy se solárními kolektory	1	1	9	27	37	58	67	77
- Geotermální zdroje	0	0	0	0	0	1	1	2
- Tepelná čerpadla	7	10	17	21	36	82	104	128
- Vytápění elektřinou	3	3	4	6	9	14	19	30
- Vodík	0	0	0	13	26	30	11	0
Celková výroba tepla	562	555	525	510	489	479	473	465
- Fosilní paliva	446	436	378	287	194	85	39	0
- Biomasa	105	105	117	156	186	207	227	224
- Systémy se solárními kolektory	1	1	9	27	37	61	71	81
- Geotermální zdroje	0	0	0	0	0	1	1	2
- Tepelná čerpadla	7	10	17	21	36	82	104	128
- Vytápění elektřinou	3	3	4	6	9	14	19	30
- Vodík	0	0	0	13	26	30	11	0
Podíl OZE	19%	21%	27%	40%	54%	75%	89%	99%
Spotřeba tepelných čerpadel, TWh	0,623	0,8	1,4	1,7	2,8	6,2	7,8	9,3

Instalovaný elektrický výkon [GW]								
	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Celkem	19	18	18	27	38	42	53	59
- Fosilní zdroje	11	9	6	4	4	4	3	2
- Černé uhlí (a neobn. odpady)	1	1	1	1	0	0	0	0
- Hnědé uhlí	8	7	3	0	0	0	0	0
- Plyn	2	1	2	4	4	4	3	2
- Jádro	4	4	4	4	4	2	2	2
- Vodík	0	0	0	0	0	0	0	0
- Obnovitelné zdroje	4	5	8	18	29	36	48	55
- Vodní elektrárny	1	1	1	1	1	1	1	1
- Větrné elektrárny	0	0	1	5	8	12	15	16
- Fotovoltaika	2	2	5	10	18	20	29	33
- Biomasa (a obn. odpad)	1	1	1	2	3	3	4	4
- Geotermální zdroje	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OZE závislé na počasí	3	3	6	15	25	32	43	49
Podíl OZE závislých na počasí	13%	15%	31%	55%	67%	76%	81%	83%
Podíl OZE na inst. výkonu	23%	26%	44%	68%	77%	86%	90%	92%



Pokročilý dekarbonizační scénář podle Institute for Sustainable Futures

Konečná spotřeba energie [PJ/rok]	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Celkem	1 130	1 048	992	947	889	856	841	788
Celkem pro energetické účely	1 008	966	918	876	820	789	775	723
Doprava	277	241	219	183	139	120	110	101
- Ropná paliva	255	223	190	136	61	28	13	0
- Zemní plyn	3	1	1	1	1	1	0	0
- Biopaliva	13	11	13	13	13	14	14	14
- Elektřina	6	6	16	34	65	78	82	87
z toho obnovitelná elektřina	1	1	4	14	32	51	66	75
- Vodík	0	0	0	0	0	0	0	0
OZE podíl v dopravě	5%	5%	7%	14%	33%	54%	72%	88%
Průmysl	279	259	259	282	303	321	335	316
- Elektřina	87	81	95	112	122	124	133	143
z toho OZE	9	10	21	44	61	81	106	125
- teplo	24	22	21	22	22	23	24	25
z toho OZE	2	2	6	10	16	21	24	27
- Hard coal & lignite	46	41	20	4	0	0	0	0
- Ropné produkty	7	6	5	4	2	0	0	0
- Zemní plyn	98	92	82	87	53	30	11	0
- Solární	0	1	8	13	17	22	28	34
- Biomasa	18	17	22	32	56	68	71	50
- Geotermální	0	1	6	9	18	27	37	52
- Vodík	0	0	0	0	13	26	30	11
OZE podíl v průmyslu	11%	12%	25%	38%	58%	74%	87%	94%
Ostatní sektory	451	466	440	410	377	348	330	306
- Elektřina	115	120	117	114	107	115	123	124
z toho OZE	12	15	26	45	53	75	98	108
- Teplo	63	63	62	60	59	65	76	77
z toho OZE	18	17	17	20	21	31	37	41
- Hard coal & lignite	35	39	12	0	0	0	0	0
- ropné produkty	17	31	32	30	27	13	0	0
- Zemní plyn	128	121	127	106	89	37	23	0
- Solární	1	1	1	14	19	36	39	43
- Biomasa	87	86	84	80	69	49	27	15
- Geotermální	4	6	6	6	7	33	42	47
- Vodík	0	0	0	0	0	0	0	0
podíl OZE v ostatních sektorech	27%	27%	30%	40%	45%	64%	74%	83%
Celkem OZE	165	167	213	299	390	524	613	640
podíl OZE	16%	17%	23%	34%	48%	66%	79%	88%
Neenergetické využití	122	82	74	71	69	68	66	65
- Ropa	104	68	59	59	56	56	53	61
- Zemní plyn	5	4	3	3	3	3	3	3
- Uhlí	14	10	11	9	11	8	10	1

Spotřeba primárních zdrojů energie [PJ/rok]	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Celkem	1 970	1 806	1 530	1 445	1 325	1 092	1 015	941
- Fosilní	1 453	1 314	966	759	535	343	178	66
- Jaderné	307	296	315	311	311	164	164	164
- Obnovitelné	210	196	248	375	480	586	673	711
z toho na neenergetické využití	122	82	74	71	69	68	66	65
Podíl obnovitelných zdrojů	11%	11%	16%	26%	36%	54%	67%	76%

Konečná spotřeba energie v dopravě [PJ/rok]	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Silniční doprava	265	230	207	171	126	105	95	84
- Fosilní paliva	250	218	186	132	58	27	13	0
- Biopaliva a bioplyn	13	11	12	12	13	13	12	12
- Zemní plyn	3	0	0	0	0	0	0	0
- Vodík	0	0	0	0	0	0	0	0
- Elektřina	0	0	9	27	56	65	69	71
Železniční doprava	10	9	10	10	11	12	14	15
- Fosilní paliva	4	4	3	3	2	0	0	0
- Biopaliva a bioplyn	0	0	0	0	0	0	0	0
- Elektřina	6	6	7	8	9	12	14	15
Letecká doprava	1	1	1	1	1	1	1	1
- Fosilní paliva	1	1	1	1	1	0	0	0
- Biopaliva a bioplyn	0	0	0	0	1	1	1	1
Celkem	277	239	218	182	138	119	110	101
- Fosilní paliva	255	222	189	135	60	28	13	0
- Biopaliva a bioplyn	13	11	13	13	13	14	14	14
- Zemní plyn	3	0	0	0	0	0	0	0
- Vodík	0	0	0	0	0	0	0	0
- Elektřina	6	6	16	34	65	78	82	87
Celkem obnovitelné zdroje	13	12	16	26	46	64	79	89
podíl obnovitelných zdrojů	0,1	5%	7%	14%	33%	54%	72%	88%

Emise CO2 [miliony tun/rok]	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
CO2 emise z elektráren a CHP	65	57	26	16	12	9	4	0
- Černé uhlí (a neobn. odpad)	7	8	6	5	0	0	0	0
- Hnědé uhlí	55	45	13	0	0	0	0	0
- Zemní plyn	3	4	7	10	12	9	4	0
- Ropa a nafta	0	0	0	0	0	0	0	0
CO2 emise dle sektoru	113	103	65	44	28	16	7	0
- % z emisí roku 1990 (mill t)	69%	63%	39%	26%	17%	10%	4%	0%
- Průmysl	14	13	9	6	2	0	0	0
- Ostatní sektory konečné spotřeby	14	15	13	9	8	4	2	0
- Doprava	19	17	14	10	5	2	1	0
- Produkce elektřiny	62	54	24	15	11	9	3	0
- Ostatní emie	3	4	4	4	3	2	1	0
CO2 emise na obyvatele	11	10	6	4	3	2	1	0

ENERGETICKÁ REVOLUCE:

JAK ZAJISTIT ELEKTŘINU, TEPLO A DOPRAVU BEZ FOSILNÍCH PALIV

GREENPEACE

Greenpeace je nezávislá mezinárodní ekologická organizace působící v 55 zemích světa již přes 50 let. Greenpeace nepřijímá žádné peníze od vlád, firem ani politických nadací a je závislá na příspěvcích individuálních dárců. Organizace přináší svědectví o globálních ekologických problémech, požaduje nápravu po zodpovědných institucích a nabízí řešení, která jsou klíčová pro ochranu životního prostředí a zdraví lidí a bezpečnou budoucnost dalších generací.

GREENPEACE ČR

Prvního pluku 12, 168 00 Praha 8, Česká republika
Tel: +420 224 320 448 info@greenpeace.cz,
www.greenpeace.cz



Hnutí DUHA
Friends of the Earth Czech Republic

Hnutí DUHA prosazuje zdravé prostředí pro život, pestrou přírodu a chytrou ekonomiku. Dokážeme rozhýbat politiky a úřady, jednáme s firmami a pomáháme domácnostem. Svých výsledků bychom nedosáhli bez podpory tisíců lidí, jako jste vy.

HNUTÍ DUHA – FRIENDS OF THE EARTH CZECH REPUBLIC,

Údolní 33, 602 00 Brno, Česká republika info@hnutiduha.cz,
www.hnutiduha.cz