



Central European
Labour Studies
Institute

Dopady dekarbonizace na zaměstnance a zaměstnankyně klíčových odvětví v Česku

Martin Černý
Monika Martišková
Patrik Gažo
Tereza Volmutová

www.celsi.sk

Říjen 2022

/ Dopady dekarbonizace na zaměstnance a zaměstnankyně klíčových odvětví v Česku

Materiál byl realizován v rámci projektu ČMKOS „§ 320a písm. a) ZP 2022 - Dopady zelené ekonomiky na trh práce, pracovněprávní a sociální ochranu, ochranu soukromí zaměstnanců a sociální dialog“, který je financován z prostředků státního rozpočtu ČR prostřednictvím MPSV ČR.

Autorský kolektiv:

Martin Černý, Monika Martišková, Patrik Gažo, Tereza Volmutová

Říjen 2022

Stredoeurópsky inštitút pre výskum práce
Central European Labour Studies Institute (CELSI)
Zvolenská 29, 821 09 Bratislava, Slovakia

Obsah



Úvod	4
Kapitola 1. / Identifikace scénářů dekarbonizace klíčových odvětví české ekonomiky.....	7
1.1. Identifikace klíčových odvětví	8
1.2. Identifikace relevantních nízkouhlíkových technologií po odvětvích	12
1.3. Identifikace scénářů zavádění nových technologií v klíčových odvětvích	17
1.4. Sledované indikátory.....	21
Kapitola 2/ Metodologie	22
2.1. Input-output model.....	22
2.2. Konstrukce modelu a výpočet dopadů na sledované indikátory	27
2.3. Limity aplikovaného modelu	30
2.4. Metodologie kvalitativní části	32
Kapitola 3. / Kvantifikace dopadů dekarbonizace.....	33
3.1. Dopad zapojení modelovaných technologií na poptávku po práci	33
3.2. Změny v poptávce po práci podle kvalifikací.....	37
3.3. Změny v poptávce po práci podle pohlaví.....	38
3.4. Změny v poptávce po práci po jednotlivých sektorech.....	39
3.5. Dopad zapojení modelovaných technologií na poptávku po práci vs. spotřebu kapitálu	44
Kapitola 4. / Sektorové dopady dekarbonizace na zaměstnance a zaměstnankyně	47
4.1. Výroba oceli a železa	47
4.2. Výroba cementu, vápna a sádry	53
4.3. Chemická výroba (výroba plastů a dusíkatých hnojiv)	56
4.4. Výroba motorových vozidel.....	62
4.5. Výroba elektřiny	67
4.6. Výrobní sféra, sféra služeb a rozpočtová sféra	68
Závěry	70
Literatura.....	72
Přílohy.....	77

Úvod



Implementace evropské Zelené dohody (EU Green Deal) znamená výzvu pro jednotlivé členské státy. V některých případech vyvolává diskusi, za jakých okolností jde záměrů dohody týkajících se přechodu na klimaticky neutrální ekonomiku dosáhnout. Pojetí evropské Zelené dohody se blíží konceptu označovanému v odborné literatuře jako tzv. „hluboká dekarbonizace“ (deep decarbonization), což označuje úsilí o zásadní transformaci průmyslového metabolismu (a ekonomiky obecně) s cílem zcela minimalizovat emise skleníkových plynů a vyhnout se tak potenciálně devastujícím dopadům změny klimatu na společnost a ekonomiku. Hluboká dekarbonizace bude vyžadovat zásadní technologické změny v mnoha odvětvích. Jaké konkrétní adaptace průmyslu bude uvedení Zelené dohody do praxe vyžadovat, jaký bude dopad na ekonomiku a jak se na změny mají připravit zaměstnanci závisí na způsobu zvolené dekarbonizační cesty.

Zelená dohoda představuje „soubor hluboce transformačních politik“ vyžadující „rozsáhlé zavádění nových technologií v různých odvětvích“ pro dosažení klimaticky neutrálního a oběhového hospodářství (European Commission, 2019). Z tohoto pohledu lze shrnout posloupnost zavádění změn do pěti kroků (Energy Post, 2020):

- (1) efektivní využívání energie a zdrojů (včetně oběhového hospodářství);
- (2) transformace energetiky směrem k vysokému podílu obnovitelných zdrojů;
- (3) elektrifikace výroby v průmyslových odvětvích za předpokladu dekarbonizace elektroenergetiky;
- (4) v případě výroby, kterou nelze smysluplně elektrifikovat, využití obnovitelných paliv a surovin pocházejících buď z udržitelné biomasy, nebo prostřednictvím nepřímé elektrifikace pomocí zeleného vodíku a e-paliv;
- (5) pro emise, které nelze řešit jiným způsobem, využití technologií odstraňování a ukládání CO₂ (carbon capture and storage, CCS).

V případě bodů (1) až (2) jsou strategie poměrně jasné, technologie známé a jejich efekty na strukturální změny v ekonomice (dodavatelské řetězce, poptávka po práci atd.) relativně probádané, jejich uplatnění ve většině případů pořád zůstává kapitálově náročné a představuje výzvu pro transformaci příslušných infrastruktur. Od bodu (3) dále se dostáváme na pomezí zavádění technologií, které jsou zatím často mimo zónu komerčního uplatnění. Mimo jiné z tohoto důvodu jsou také nejasné strukturální efekty jejich zavádění v dotčených průmyslových odvětvích.

Studie se zaměřuje na zavádění technologií především od úrovně (2) po úroveň (4) z kroků vedoucích k hluboké dekarbonizaci uvedených výše. Technologie odstraňování a ukládání uhlíku (bod (5)) jsou součástí některých řešení, která ve studii modelujeme coby integrální součást zvažovaných dekarbonizačních technologií.

Dekarbonizace ekonomiky s sebou zároveň přinese změny v požadavcích na pracovní sílu. Řada pracovních míst zanikne a jiná vzniknou, ale z hlediska poptávky po pracovní síle je nelze považovat za ekvivalentní bez doprovodných politik (např. rekvalifikace zaměstnanců). „Zelená“ pracovní místa mohou mít často jiné požadavky na kvalifikaci zaměstnanců a zaměstnankyň než současná pracovní místa v daných odvětvích. Realokace pracovních míst má nejen rozměr kvalifikační, ale také geografický (vznik pracovních míst v jiných regionech, než v jakých dojde k jejich útlumu) a obecně distribuční (nerovnoměrné zasažení různých demografických skupin, a to nejen podle kvalifikace, ale např. podle věku, pohlaví, apod.).

Smyslem této studie je podívat se blíže na dopady na poptávku po práci v případě hluboké dekarbonizace průmyslových odvětví v souladu se záměry Zelené dohody a s ohledem na různé dekarbonizační strategie. Pro odhalení dopadů transformace implementujeme čtyři dekarbonizační scénáře ve vybraných odvětvích průmyslu a pomocí input-output analýzy odhadujeme budoucí poptávku po práci, tedy počet pracovních míst, a poptávku po jednotlivých úrovních kvalifikace, tedy to, kolik nízce, středně a vysoce kvalifikovaných osob bude v dekarbonizovaném průmyslu potřeba po uskutečnění transformace. Zvolený přístup je unikátní ve smyslu práce s daty na úrovni jednotlivých dekarbonizačních technologií a možnosti vidět dopady jejich implementace napříč dodavatelskými řetězci.

Cílem této studie je posoudit možné dopady zavádění nízkouhlíkových technologií v klíčových průmyslových odvětvích české ekonomiky na poptávku po práci podle jednotlivých úrovní kvalifikace. Na základě toho usilujeme zhodnotit příležitosti, rizika, náklady a přínosy dekarbonizace české ekonomiky s ohledem na zaměstnance. Přehled o množství a povaze ohrožených pracovních míst a o požadavcích na kvalifikaci pro přechod na nízkouhlíkové hospodářství pomůže v nastavování rekvalifikačních a vzdělávacích politik. Díky tomu bude snazší reagovat s dostatečným předstihem, aby se předešlo negativním jevům na trhu práce (strukturální nezaměstnanosti nebo naopak nedostatku pracovních sil).

Ve studii se zaměřujeme na odvětví, která jsou významnými emitenty CO₂ a zároveň je konkrétní způsob jejich transformace stále otevřený, protože zvažované technologie jsou málo ověřené a rozšířené, případně jsou ještě ve fázi výzkumu a vývoje. Konkrétně jde o hutnictví, chemický průmysl, výrobu stavebních hmot a výrobu automobilů. Studie zkoumá efekty dekarbonizace vybraných klíčových sektorů napříč ekonomikou a ve výsledkové části rozlišuje mezi dopady na sféru výrobní, sféru služeb a rozpočtovou sféru.

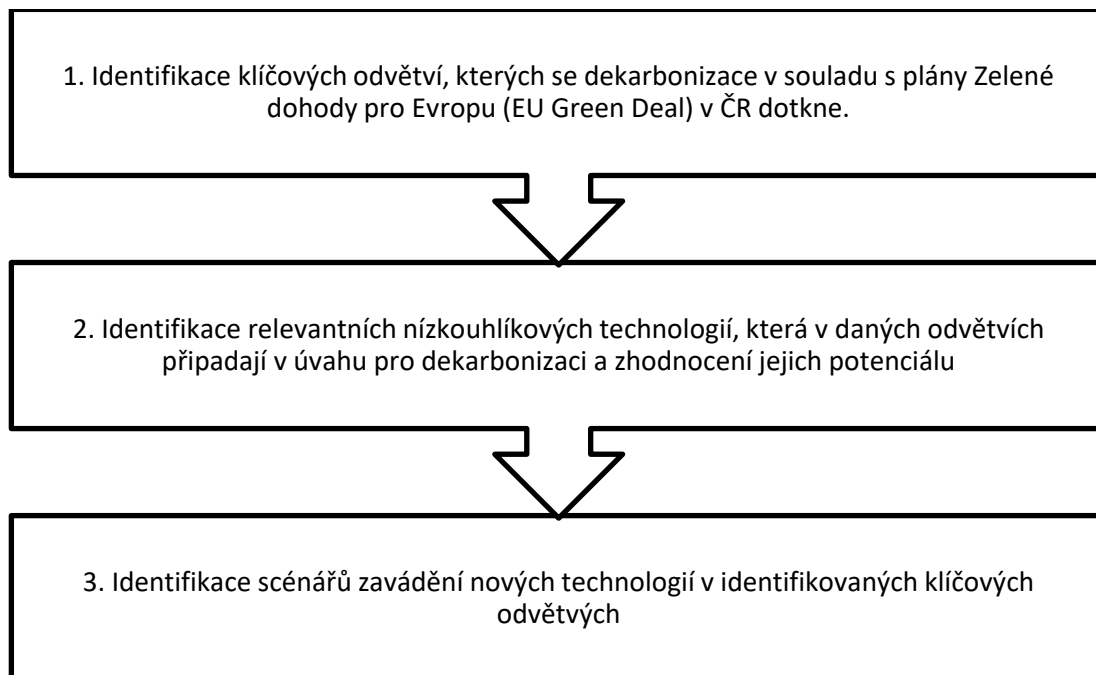
Ve studii nejdříve modelujeme dopady dekarbonizace na různé skupiny pracovníků podle úrovně kvalifikace, a to na základě čtyř různých scénářů transformace emisně nejnáročnějších odvětví. Přitom využíváme existující podklady (symetrické input-output tabulky, databáze zaměstnanosti podle odvětví a dovedností, nákladová struktura zvažovaných nízkouhlíkových technologií, scénáře dekarbonizace ve smyslu načasování možného zavádění jednotlivých technologií v modelovaných odvětvích a scénáře vývoje poptávky po pracovní síle), které představujeme v detailu v kapitolách 1 a 2. Výsledky modelování jsou uvedeny v kapitolách 3 a 4.

Výsledky doplňujeme informacemi z kvalitativního výzkumu mezi představiteli zástupců zaměstnanců a zaměstnavatelů ze zmíněných průmyslových odvětví. V kapitole 4 nabízíme

podrobnější pohled na změny v pracovních podmínkách v nejvíce postižených odvětvích. Mapujeme již existující jevy či trendy na trhu práce a to, jaký vliv na ně bude mít dekarbonizace (zejména v souvislosti se zapojením či dalším rozšířením nízkouhlíkových technologií), jaká jsou jejich rizika a jak je minimalizovat, a naopak jaké jsou příležitosti vnímané zaměstnanci a jak je posílit. Nedílnou součástí kvalitativní části je výzkum úlohy sociálních partnerů a sociálního dialogu, včetně doporučení pro kolektivní vyjednávání při řešení dopadů transformace v nejvíce postižených odvětvích.

Kapitola 1. / Identifikace scénářů dekarbonizace klíčových odvětví české ekonomiky

Pro výběr odvětví a identifikaci relevantních scénářů jsme zvolili následující přístup:



1.1. Identifikace klíčových odvětví

Prvním krokem analýzy je identifikace odvětví, která jsou aktuálně – přímo či nepřímo – odpovědná za většinu emisí CO₂ v průmyslové výrobě a u nichž bude nutné provést technologické adaptace tak, aby došlo ke snížení jejich uhlíkové náročnosti. Jde přitom jak o odvětví, jejichž provoz je přímo uhlíkově náročný, tak o těch, které využívají uhlíkově náročné vstupy (emise vznikají v jejich dodavatelských řetězcích), a v neposlední řadě i o odvětví, která produkují technologie, jež během své životnosti (již v doméně jiného odvětví) produkují emise CO₂ (v tomto případě emise vznikají v odběratelských řetězcích).

Jedná se zároveň o odvětví, kterých se dekarbonizace v souladu s plány Zelené dohody pro Evropu (EU Green Deal) v Česku přímo dotkne z hlediska toho, že bude nutné zásadním způsobem proměnit výrobní postupy. Snahou studie je proto „jít ke kořenům“ – identifikovat skutečné původce tvorby emisí ve smyslu technologií z hlediska průmyslových sektorů. Ačkoli je tedy např. jedním z hlavních emitentů CO₂ sektor dopravy, emise má v tomto případě na svědomí technologie vzniklá při výrobě provozovaných dopravních prostředků. Snahou studie je proto soustředit se na efekty technologických změn v sektorech, kde skutečně leží klíč k dekarbonizaci průmyslu – ve výše uvedeném případě sektor výroby dopravních prostředků.

Zároveň se vzhledem k zaměření analýzy soustředíme na odvětví, která v současnosti generují (přímo či nepřímo, tj. ve svém dodavatelském řetězci) podstatný podíl pracovních míst v rámci ekonomiky ČR a je tak pravděpodobné, že změny technologických postupů ovlivní velké množství zaměstnanců a zaměstnankyň. Posledním kritériem je praktické hledisko proveditelnosti analýzy – dostupnost adekvátně detailních dat.

Pro výběr odvětví volíme tedy s ohledem na téma studie následující kritéria:

1) Předpoklad výrazných technologických změn v případě dekarbonizace (vliv na dodavatelské řetězce a nepřímou poptávku po práci)

2) Přímý a nepřímý podíl na emisích CO₂ v Česku: Význam z hlediska příspěvku ke tvorbě emisí CO₂;

3) Přímý a nepřímý podíl na zaměstnanosti v ČR: Příspěvek k vytváření pracovních míst v rámci Česka;

4) Dostupnost adekvátně detailních dat pro zvažované modelované sektory a technologie

Protože se ve studii soustředíme na nahrazování konkrétních technologií novými, přispívajícími k dekarbonizaci vybraných odvětví, v relativně úzce definovaných sektorech (jejichž transformace má ovšem současně potenciál odblokovat změny v dalších odvětvích), uvádíme pro širší kontext situaci pro uhlíkovou náročnost a poptávku po práci v širěji definovaných odvětvích dle členění NACE rev.2 (viz Tabulka 1).

Část studie postavená na input-output modelu se soustředí na přesně a úžeji definovaná odvětví na úrovni tříd členění NACE rev.2, a to jak z hlediska potenciálu modelovaných technologií pro dekarbonizaci příslušných částí průmyslu, tak z hlediska dostupnosti relevantních dat pro modelované technologie. V input-output modelu se soustředíme na mapování dopadů zavádění konkrétních technologických postupů, které jsou často charakteristické pro relativně úzce definovaný výsek výroby (např. výroba plastů, resp. výroba dusíkatých hnojiv namísto celého chemického průmyslu), který zároveň přispívá nejvíce ke tvorbě emisí CO₂. V kvalitativní části se naopak snažíme zasadit předpokládané trendy související s dekarbonizací do širšího kontextu provozu celého odvětví, neboť řada příležitostí či rizik není specifická jen pro dané (modelované) technologie, ale pro celý širěji definovaný sektor. Kvalitativní část pak přidává širší kontext a pracuje se širěji definovanými odvětvími, odpovídajícími přibližně členění v Tabulce 1.

Oblast (odvětví NACE rev. 2)	Emise CO₂ celkem (kt)	Zaměstnanost v r. 2015 (průměrný počet zaměstnanců ve fyzických osobách)
Energetika (19, 35)	47 934	34 509
Doprava (49-52)	18 824	251 025
Hutnictví (24)	9 107	48 544
Nekovové minerální výrobky (23)	5 566	57 807
Chemický průmysl (20)	6 580	30 302
Ostatní průmysl (05 - 09, 13-16, 21, 22, 25-33,41-43)	1 964	1 254 596
Potravinářský a tabákový průmysl (10, 11, 12)	985	119 456
Papírenský průmysl a tisk (17, 18)	409	40 979

Tabulka 1: Průmyslová odvětví v ČR z hlediska příspěvku k emisím CO₂ a tvorbě pracovních míst (zdroj dat pro emise CO₂: adaptováno z interní studie MPO ČR; zdroj dat pro zaměstnanost: ČSÚ)

Z Tabulky 1 je zřejmé, že je třeba skutečně jít k technologické příčině emisních problémů – zatímco za podstatnou část emisí je zodpovědný sektor dopravy, z hlediska poptávky po práci přechod na nízkouhlíkové technologie v tomto sektoru pochopitelně výrazné změny nevzbudí (zejména proto, že nízkouhlíkové technologie v tomto odvětví nepředznamenávají samy o sobě výrazné změny v provozování dopravních služeb jako takových, de facto „pouze“ dochází k náhradě jednoho paliva jinými), zatímco výroba a montáž jiného typu vozidel, resp. pohonu již může mít na strukturu a sektorovou alokaci poptávky po práci výrazný vliv.

Tabulka 2 ukazuje srovnání tvorby pracovních míst v jednotlivých NACE třídách (ČSÚ) a v jejich dodavatelských řetězcích (EXIOBASE 3) a Tabulka 3 ukazuje přehled přímých a nepřímých emisí

CO₂ z EXIOBASE 3. Tabulky uvádějí odpovídající členění EXIOBASE 3 (vycházející z klasifikace NACE rev.1), ekvivalentní třídám NACE rev. 2 z dat ČSÚ. S touto úrovní detailu pracuje část studie využívající input-output model.

Vybraná odvětví pro další analýzu emitují celkově téměř 50 % emisí CO₂ a přímo nebo nepřímo zaměstnávají 27 % pracovníků.

Odvětví (NACE rev.2 kód; EXIOBASE 3 kód)	Přímá zaměstnanost (počet zaměstnanců ve fyzických osobách) / ČSÚ	Nepřímá (upstream) zaměstnanost (počet zaměstnanců ve fyzických osobách) / EXIOBASE 3	% zaměstnanosti v ČR (přímá+nepřímá zaměstnanost navázaná na dané odvětví)
Výroba surového železa, oceli a feroslitin, plochých výrobků (kromě pásky za studena), tváření výrobků za tepla (24.10; i27.a+i27.a.w)	23 419	94 345	2,3 %
Výroba cementu, vápna a sádry (23.51 + 23.52; i26.d+i26.d.w)	2 053	20 530	0,44 %
Výroba plastů v primárních formách (20.16; i24.a+i24.a.w)	5 085	859	0,12 %
Výroba hnojiv a dusíkatých sloučenin (20.15; i24.b)	1 668	3 013	0,09 %

Výroba motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů (29; i34)	225 287	890 727	21,80 %
Výroba elektřiny (35.11; i40.11.a-k)	14 180	80 146	1,84 %
Celkem	271 692	1 089 620	26,59 %

Tabulka 2: Zaměstnanost v modelovaných odvětvích a indukovaná skrze dodavatelské řetězce (rok 2015; zdroj dat: ČSÚ, EXIOBASE 3 (Stadler et al., 2018)). Pozn.: v celkovém součtu % zaměstnanosti v ČR může docházet k (nepatrnému) dvojímu započtení kvůli začlenění nepřímé zaměstnanosti modelovaných sektorů do dodavatelských řetězců ostatních modelovaných sektorů.

Odvětví (NACE rev.2 kód; EXIOBASE 3 kód)	Přímé emise CO₂ (kt) / EXIOBASE 3	Nepřímé (upstream) emise CO₂ (kt) / EXIOBASE 3	% emisí skleníkových plynů v ČR (přímé+nepřímé emise navázané na dané odvětví)
Výroba surového železa, oceli a feroslitin, plochých výrobků (kromě pásy za studena), tváření výrobků za tepla (24.10; i27.a+i27.a.w)	2 571	3 447	6,47 %
Výroba cementu, vápna a sádry (23.51 + 23.52; i26.d+i26.d.w)	2 846	634	3,74 %
Výroba plastů v primárních	92	18	0,12 %

formách (20.16; i24.a+i24.a.w)			
Výroba hnojiv a dusíkatých sloučenin (20.15; i24.b)	83	79	0,17 %
Výroba motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů (29; i34)	349	15 414	16,94 %*
Výroba elektřiny (35.11; i40.11.a-k)	10 069	10 461	22,07 %
Celkem	16 367 722	9 303 359	49,52 % (58,52%*)

Tabulka 3: Emise CO₂ v modelovaných odvětvích a indukované skrze dodavatelské řetězce (rok 2015; zdroj dat: EXIOBASE 3). Pozn.: v celkovém součtu % emisí ČR může docházet k (nepatrnému) dvojnásobku započtení kvůli začlenění nepřímých emisí modelovaných sektorů do dodavatelských řetězců ostatních modelovaných sektorů.

** V případě dekarbonizace sektoru „Výroba motorových vozidel“ je zároveň mimořádný potenciál dekarbonizace sektoru dopravy (downstream), která tvoří 9 % emisí CO₂ všech odvětvích ČR dle EXIOBASE 3.*

1.2. Identifikace relevantních nízkouhlíkových technologií po odvětvích

V této části uvádíme vybrané nízkouhlíkové technologie, resp. výrobní postupy či strategie po jednotlivých modelovaných odvětvích a jejich základních charakteristiky: příspěvek k dekarbonizaci, stupeň technologické připravenosti (TLR, technology readiness level), náklady, atd. Ze zde diskutovaných technologií vycházejí modelované scénáře (viz části 2.3 a 2.4). Tabulka 4 uvádí vybrané technologie v modelovaných odvětvích. Zdroje, ze kterých vycházíme ve výběru technologií, jsou vybrány s ohledem na podrobnost, aktuálnost a tematický rozsah. Snahou bylo vycházet ze studií, které diskutují:

- 1) možnosti uplatnění daných technologií v horizontu roku 2050 (časový rámec naší studie),

2) věnují se i struktuře nákladů daných výrobních postupů (pro využití při konstrukci IO modelu v naší studii).

Podrobný přehled všech studií, z nichž výběr technologií a dalších dekarbonizačních strategií pochází, je k dispozici v příloze tohoto dokumentu.

Sektor	Typ produkce	Technologie	Reference
Výroba oceli a železa	Primární	Integrovaný mlýn (BF-BOF)	(Material Economics, 2019)
	Primární	Přímá redukce vodíkem (H-DR)	
	Primární	Redukce tavení pomocí CCS	
	Sekundární (recyklovaná)	Elektrická oblouková pec (EAF)	
Výroba cementu	Primární	Běžný portlandský cement (OPC)	(Material Economics, 2019, p. 185)
	Primární	Elektrifikace pece + přímá separace (CCS)	
	Primární	CCS s kyslíkovým palivem	
Výroba plastů	Primární	Parní krakování (nezměněný výrobní postup)	(Material Economics, 2019, p. 111,135)
	Primární	Parní krakování + CCS + CCS na konci životního cyklu	
	Primární	Elektrické parní krakování + CCS na konci životního cyklu	
	Primární	Vstupní suroviny z biomasy	
	Sekundární (recyklovaná)	Mechanická recyklace (opětovné použití a recirkulace plastů)	
	Sekundární (recyklovaná)	Chemická recyklace	
Výroba dusíkatých hnojiv	Primární	Parní reformace metanu (SMR) pro výrobu čpavku	(Material Economics, 2019, p. 148,153)
	Primární	Parní reformace metanu (SMR) s CCS	
	Primární	Elektrolýza vody	
Výroba motorových		Spalovací motor	(Miller, 2020; Stavropoulos)
		Elektromobil: Hybrid + Plug-in hybrid +	

dopravních prostředků ¹		Bateriový + Na palivové články	and Burger, 2020)
------------------------------------	--	--------------------------------	-------------------

Tabulka 4: Přehled dekarbonizačních technologií a strategií vybraných pro modelované sektory

Tabulka 5 poskytuje výčet technologií, které (na základě provedené rešerše, sumarizované v Tabulce 4 výše) pokládáme za nejvíce relevantní (především na základě opakovaných zmínek ve výše uvedených studiích), co se dekarbonizace daných odvětví týče. Kromě uvedených odvětví, která členíme po technologiích výroby, model pracuje ještě se sekundární výrobou (recyklované materiály apod.) v oblasti metalurgie, cementárenství a výroby plastů – viz popisky u sektorů v Tabulkách 2 a 3. Ty samy o sobě představují již oddělenou výrobní technologii, zároveň však v modelu vystupují jako samostatná odvětví díky detailnímu členění výchozích dat v databázi EXIOBASE 3 a není je tedy třeba členit po technologiích výroby.

Tabulka 5 představuje stupeň připravenosti komerčního využití dané technologie od 1 do 9 (1 – nejméně zralá technologie; 9 – běžně komerčně využívaná rozvinutá technologie). Koncept vychází původně z klasifikace využívané NASA a byl adoptován do hodnocení technologií ze strany EU (Héder, 2017). Jednotlivé stupně viz např. Enspire Science (2018), zjednodušený popis viz následující výčet:

- TRL 1 – odpozorované základní principy fungování
- TRL 2 – formulovaná koncepce technologie
- TRL 3 – experimentální ověření konceptu
- TRL 4 – ověření technologie v laboratoři
- TRL 5 – ověření technologie v relevantním prostředí
- TRL 6 – technologie demonstrována v relevantním prostředí
- TRL 7 – demonstrace prototypu v provozním prostředí
- TRL 8 – dokončená a k běžnému využití kvalifikovaná technologie, ale ne ještě konkurenceschopná
- TRL 9 – technologie ověřená v provozním prostředí (konkurenceschopná výroba)

¹ V případě sektoru Výroba motorových dopravních prostředků nevycházíme ze žádné konkrétní studie, co se týká konkrétního výběru modelovaných technologií – výběr byl podřízen dostupnosti dat pro strukturu položek výrobních nákladů (Miller, 2020; Stavropoulos and Burger, 2020)

Odvětví	Technologie	Technology Readiness Level (TRL)	Přibližný podíl na výrobě v daném sektoru ve výchozím roce modelu (2015)	Porovnání aktuálních výrobních nákladů (1 ... aktuálně nejlevnější dostupná technologie)	Zdroje
Výroba surového železa, oceli a feroslitin, plochých výrobků (kromě pásy za studena), tváření výrobků za tepla (24.10; i27.a)	Integrovaný mlýn (BF-BOF)	9	100%	1	TRL: (Wesseling et al., 2017) Podíl na výrobě: (Rechberger et al., 2020) Porovnání nákladů: (Material Economics, 2019)
	Přímá redukce vodíkem (H-DR)	3-4	0%	1,18	
	Redukce tavení pomocí CCS	3-4	0%	1,1	
Výroba cementu, vápna a sádry (23.51 + 23.52; i26.d)	Běžný portlandský cement (OPC)	9	100%	1	TRL: (González Plaza et al., 2020) Podíl na výrobě: (Material Economics, 2019) Porovnání nákladů: (Material Economics, 2019)
	Elektrifikace pece + přímá separace (CCS)	6	0%	1,73	
	CCS s kyslíkovým palivem	6	0%	2,14	
Výroba plastů v primárních	Parní krakování (stávající výrobní cesta)	9	100%	1	TRL: (Wesseling et al., 2017) Podíl na výrobě: (Material Economics, 2019)

formách (20.16; i24.a)					Porovnání nákladů: (Material Economics, 2019)
	Elektrické parní krakování + CCS na konci cyklu	4-6	0%	1,33	
	Vstupní suroviny z biomasy	4-7	0%	1,47	
Výroba hnojiv a dusíkatých sloučenin (20.15; i24.b)	Parní reformace metanu (SMR) pro výrobu čpavku	9	100%	1	TRL: (Collodi et al., 2017; Wesseling et al., 2017) Podíl na výrobě: (Material Economics, 2019) Porovnání nákladů: (Material Economics, 2019)
	Parní reformace metanu (SMR) s CCS	9	0%	1,32	
	Elektrolýza vody	4-6	0%	1,79	
Výroba motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů (29; i34)	Spalovací motor	9	99%	1	TRL: (Cambridge Econometrics and Element Energy, 2018) Podíl na výrobě: (Cambridge Econometrics and Element Energy, 2018) Porovnání nákladů: (Miller, 2020; Soulopoulos, 2017)
	Elektromobil	9	1%	1,45	

Tabulka 5: Modelované technologie (současné + jejich nízkouhlíkové náhrady, nejčastěji zmiňované v odborné literatuře), jejich TRL, aktuální podíl na výrobě v daném sektoru (příp. odhad, kde chybí data) a poměr nákladů na výrobu oproti aktuálně nejlevnější technologii výroby.

1.3. Identifikace scénářů zavádění nových technologií v klíčových odvětvích

Studie pracuje se čtyřmi scénáři různého zapojení jednotlivých technologií výroby, které reprezentují charakteristické trajektorie uvažované v modelovaných sektorech:



Scénář **“Elektrifikace/hydrogenizace”** spoléhá na preferenci elektrifikace výrobních procesů nebo využití technologií na bázi vodíku, případně kombinace obojího. Tento scénář pracuje s výraznou elektrifikací spotřeby energie, tj. zvýšenou poptávkou po elektřině na úkor jiných, především fosilních paliv. **Cirkulární scénář** (tzv. oběhová ekonomika) spoléhá na preferenci recyklace, sekundární výroby a/nebo obnovitelných materiálů (biomasa atd.). **CCS scénář** pracuje s preferencí technologií založených na zachycování a ukládání, resp. využívání uhlíku. Tyto technologie jsou vedeny jako integrální součást výrobních procesů. **Scénář BAU** (“business as usual”) spočívá v upřednostnění aktuálních cest výroby. Jedná se o scénář založený do značné míry na stávajícím mixu technologií, pouze se zapracováním projekcí celkových změn v objemu výroby a případně respektujícího tzv. referenční minimum v případě elektroenergetiky, konkrétně naplnění minima klimaticko-energetických závazků ČR ke konci roku 2019.

Typologie scénářů je přizpůsobena situaci v jednotlivých odvětvích. Ve všech případech se jedná o kombinaci projekcí specifických pro každý sektor zvláště. Ve většině případů se jedná o adaptované (tj. zjednodušené při zachování základních definičních obrysů a předpokladů) scénáře ze studie vědeckého časopisu Material Economics (Material Economics, 2019), doplněné o scénář v odvětví elektroenergetiky vycházející ze závazků učiněných v souvislosti s implementací balíčku Fit for 55 (Directorate-General for Climate Action (European Commission) et al., 2021a), resp. o již zmíněný referenční scénář (Directorate-General for Climate Action (European Commission) et al., 2021b). U scénářů v odvětví elektroenergetiky vycházíme z přibližné kompatibility projekcí objemu výroby elektřiny v kombinaci se scénáři z jiných dekarbonizovaných odvětví. Míra nárůstu či snížení spotřeby elektřiny tedy přibližně koresponduje s mírou nárůstu či poklesu poptávky v ostatních dekarbonizovaných odvětvích. Kombinace jednotlivých scénářů podle jejich názvů ve zdrojových studiích shrnuje Tabulka 6; podrobnější popis dle jednotlivých odvětví viz následující podkapitoly.

Odvětví ↓	Scénář →	Kategorie	Elektrifikace/Hydrogenizace	CCS	Cirkulární	BAU
Metalurgie (ocelářenský železárenský průmysl)	a	Celková produkce:	Baseline scenario (Material Economics, 2019)	Baseline scenario (Material Economics, 2019)	Baseline scenario + redukce o recyklovaný materiál (Material Economics, 2019)	Baseline scenario (Material Economics, 2019)
		Podíl jednotlivých technologií:	New processes pathway (Material Economics, 2019)	Carbon capture pathway (Material Economics, 2019)	Circular economy pathway (Material Economics, 2019)	Fixovaný podíl z výchozího roku (Material Economics, 2019)
Cementářenský průmysl		Celková produkce:	Baseline scenario (Material Economics, 2019)	Baseline scenario (Material Economics, 2019)	Baseline + Stretch scenario (redukce o recyklovaný materiál) (Material Economics, 2019)	Baseline scenario (Material Economics, 2019)
		Podíl jednotlivých technologií:	New processes pathway + odvození výchozího podílu ze studie van Ruijven et al. (2016) (Material Economics,	Carbon capture pathway + odvození výchozího	Circular economy pathway + odvození výchozího	Fixovaný podíl z výchozího roku + odvození výchozího

		2019; van Ruijven et al., 2016)	podílu ze studie van Ruijven et al. (2016) (Material Economics, 2019; van Ruijven et al., 2016)	podílu ze studie van Ruijven et al. (2016) (Material Economics, 2019; van Ruijven et al., 2016)	podílu ze studie van Ruijven et al. (2016) (Material Economics, 2019; van Ruijven et al., 2016)
Chemický průmysl – výroba plastů	Celková produkce:	Baseline scenario; (Material Economics, 2019)	Baseline scenario (Material Economics, 2019)	Baseline scenario + redukce o recyklovaný materiál (Material Economics, 2019)	Baseline scenario (Material Economics, 2019)
	Podíl jednotlivých technologií:	New processes pathway (Material Economics, 2019)	Carbon capture pathway (Material Economics, 2019)	Circular economy pathway (Material Economics, 2019)	Fixovaný podíl z výchozího roku (Material Economics, 2019)
Chemický průmysl – výroba dusíkatých hnojiv	Celková produkce:	Baseline scenario (Material Economics, 2019)	Baseline scenario (Material Economics, 2019)	Baseline scenario + redukce o recyklovaný materiál (Material Economics, 2019)	Baseline scenario (Material Economics, 2019)

	Podíl jednotlivých technologií:	New processes pathway (Material Economics, 2019)	Carbon capture pathway (Material Economics, 2019)	Circular economy pathway (Material Economics, 2019)	Fixovaný podíl z výchozího roku (Material Economics, 2019)
Automobilový průmysl (výroba dopravních prostředků)	Celková produkce + podíl jednotlivých technologií	TECH OEM Scenario (Cambridge Econometrics and Element Energy, 2018)	TECH/TECH PHEV Scenario (Cambridge Econometrics and Element Energy, 2018)	TECH/TECH PHEV Scenario (Cambridge Econometrics and Element Energy, 2018)	CPI Scenario (Cambridge Econometrics and Element Energy, 2018)
Elektroenergetika	Celková produkce + podíl jednotlivých technologií	'Fit for 55' MIX-CP scenario (2021) (Directorate-General for Climate Action (European Commission) et al., 2021a)	'Fit for 55' MIX-CP scenario (2021) (Directorate-General for Climate Action (European Commission) et al., 2021a)	'Fit for 55' MIX-CP scenario (2021) (Directorate-General for Climate Action (European Commission) et al., 2021a)	EU 2020 Reference Scenario (Directorate-General for Climate Action (European Commission) et al., 2021b)

Tabulka 6: Vybrané scénáře po jednotlivých modelovaných odvětvích + zdroje – přehled

1.4. Sledované indikátory

V analýze sledujeme dopady na celkem 3 indikátory:

Zaměstnanost v počtu osob, členěná dle úrovně kvalifikace pracovní síly a podle pohlaví*

Kompenzace pracovníkům, tj. mzdy a platy pracovní síly

Spotřeba fixního kapitálu

**Vysoce, středně a níže kvalifikovaná – klasifikace vycházejí ze standardizovaných klasifikací ILO a UNESCO (International Labour Office, 2012; U. I. F. Statistics, 2012), viz též (Stadler et al., 2018))*

Kompenzace pracovníků a spotřebu fixního kapitálu sledujeme především ve smyslu vzájemného nahrazování práce a kapitálu pod vlivem předpokladů ohledně automatizace, digitalizace a robotizace výroby. Z výše uvedené logiky vychází i členění výsledků, které jsou uvedeny v kapitole 3 a 4:

- (1) Celkové výsledky pro každý scénář
- (2) Výsledky po jednotlivých úrovních kvalifikace a podle pohlaví
- (3) Výsledky členěné na poptávku po práci indukovanou jednotlivými modelovanými sektory a jejich dodavatelskými řetězci
- (4) Výsledky změn poptávky po práci podle sektorů s největším nárůstem/poklesem poptávky po práci
- (5) Výsledky změn poptávky po práci za modelované sektory (zakomponováno do kapitoly 5)

V případě vzájemného poměru práce a kapitálu (stejně jako celkové náročnosti scénářů na poptávku po spotřebě kapitálu a kompenzaci pracovníků) pak sledujeme, jak se pod vlivem předpokládaných trendů digitalizace, automatizace a robotizace může změnit poměr obou položek, ve výsledcích rozčleněný v případě kompenzací pracovníků po jednotlivých stupních kvalifikace.

Výsledky uvádíme vždy jako srovnání výchozího roku (2015, s ohledem na kompatibilitu scénářů a výchozích dat z databáze EXIOBASE 3), roku 2030 a 2050.

Kapitola 2. /

Metodologie

Část 2.1 popisuje základní charakteristiky využívaného modelu a harmonizaci vstupních dat, část 2.2 vysvětluje konkrétní předpoklady modelu a výpočet výsledných efektů. Část 2.3 stručně komentuje omezení modelu. Část 2.4 se věnuje kvalitativní části studie.

2.1. Input-output model

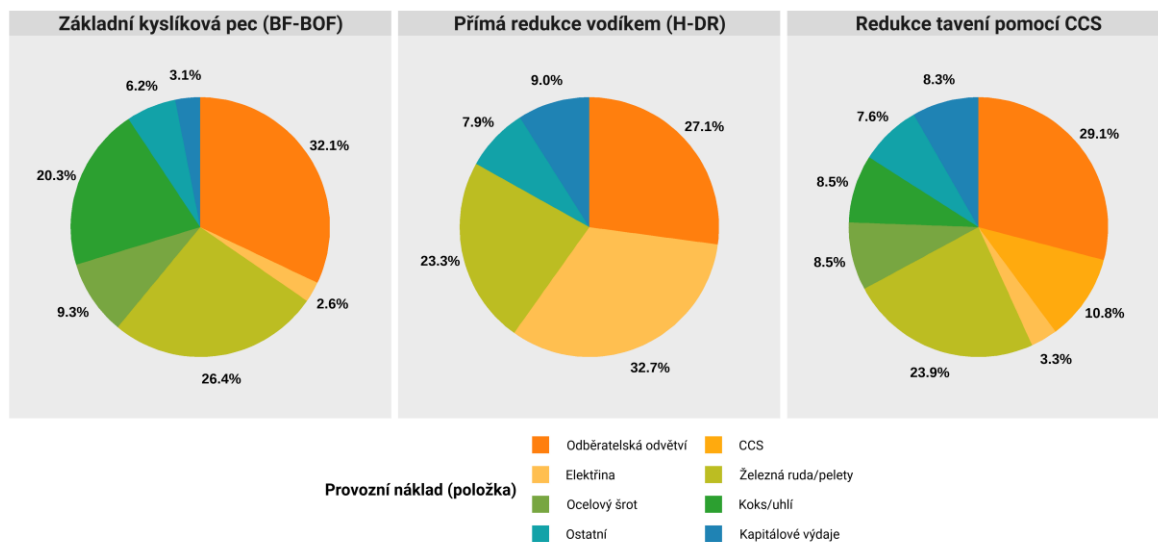
Model IMPACTECH je multiregionální input-output model ((viz <https://impactech.fss.muni.cz/>, resp. <https://github.com/Xcerm01/IMPACTECH>),² který umožňuje vyhodnotit změny ve struktuře poptávky po práci a dalších socioekonomických indikátorů, jako je případ analyzovaných změn v poptávce po práci versus spotřebě kapitálu. Model pracuje se dvěma regiony – ČR a souhrnný region “zahraničí”. Ve výsledcích se věnujeme dopadům na ČR. Základní vstupní data modelu tvoří databáze EXIOBASE 3 (Stadler et al., 2018). EXIOBASE 3 je multiregionální input-output databáze, která disponuje detailním odvětvovým členěním (v základní verzi pracuje se 163 odvětvími, která vycházejí ze struktury NACE rev.1). EXIOBASE 3 je k dispozici v licenci Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0).³

Jako první krok analýzy jsme provedli rešerši struktury provozních, resp. výrobních nákladů modelovaných technologií (dále ve zkratce označujeme jako „opex“, operational expenditures) z Tabulky 4 z části 2.2 výše. Struktura opex položek tvoří základ pro rozčlenění modelovaných odvětví a kalkulaci strukturálních změn v ekonomice, které by zapojení těchto technologií implikovalo. Obrázek 1 znázorňuje náklady různých výrobních technologií v ocelářství (využito pro modelování sektoru Výroba surového železa, oceli a feroslitin, plochých výrobků (kromě pásky za studena), tváření výrobků za tepla (24.10; i27.a)); Obrázek 2 v cementárenství (Výroba cementu, vápna a sádry (23.51 + 23.52; i26.d)); Obrázek 3 ve výrobě plastů (Výroba plastů v primárních formách (20.16; i24.a)); Obrázek 4 ve výrobě dusíkatých hnojiv (Výroba hnojiv a dusíkatých sloučenin (20.15; i24.b)) a Obrázek 5 ve výrobě motorových vozidel (Výroba motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů (29; i34)).

2 Zdrojová data a kód verze modelu využité za účelem této studie v programovacím jazyku R jsou k dispozici ke stažení na přímé adrese https://github.com/Xcerm01/IMPACTECH/tree/master/IMPACTECH_CZ_decarb.

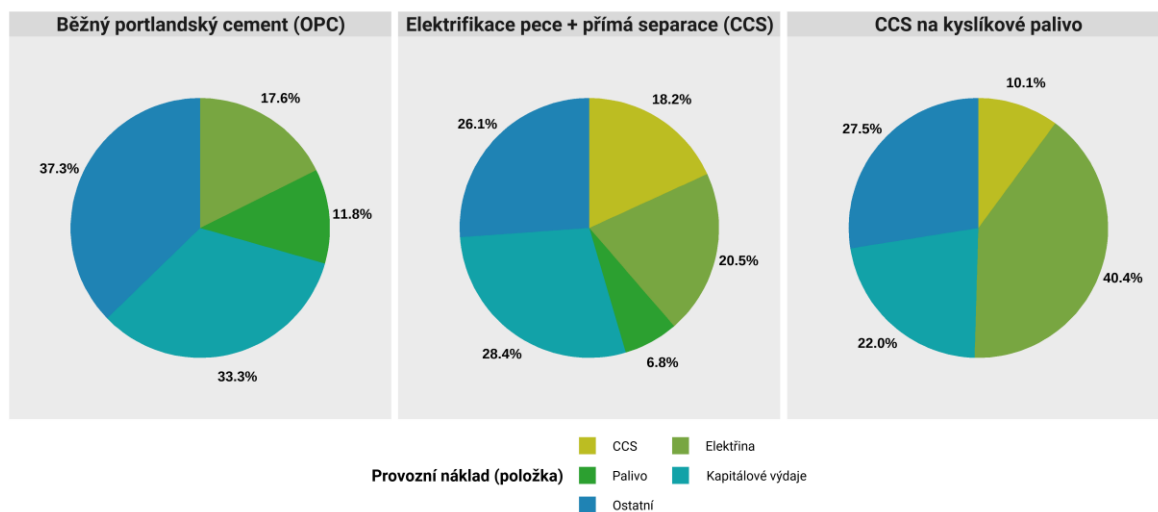
3 Popis licence viz <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Výroba oceli a železa



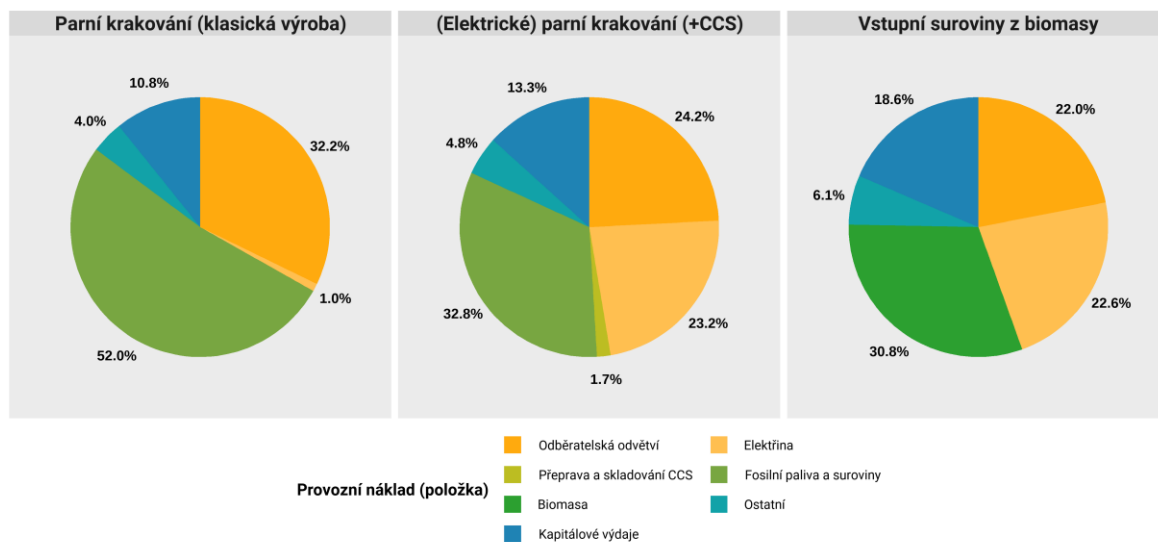
Obrázek 1: Struktura nákladů výroby oceli po jednotlivých technologiích (zdroj: Material Economics (2019))

Výroba cementu



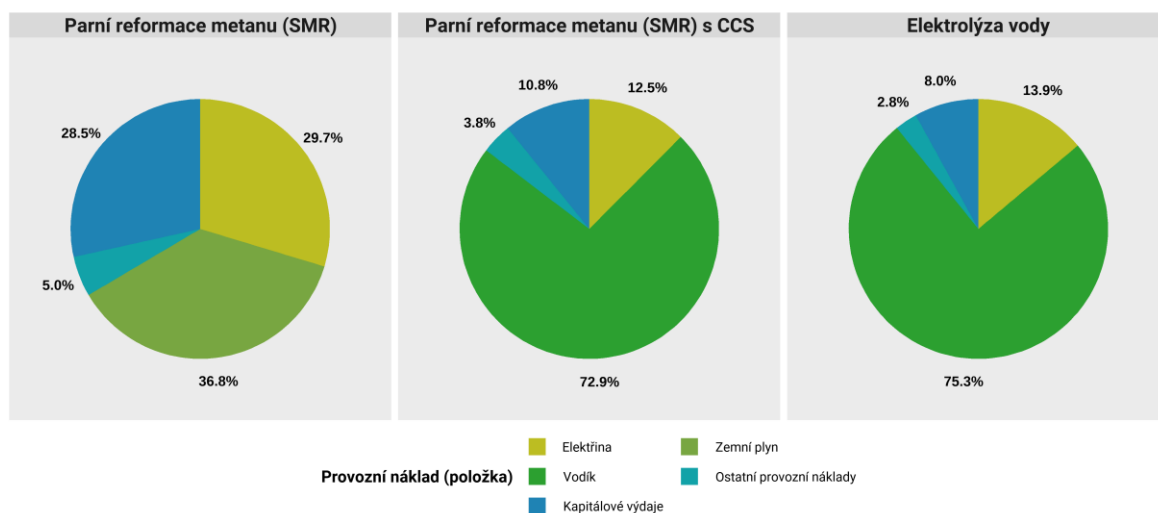
Obrázek 2: Struktura nákladů výroby cementu po jednotlivých technologiích (zdroj: Material Economics (2019))

Výroba plastů



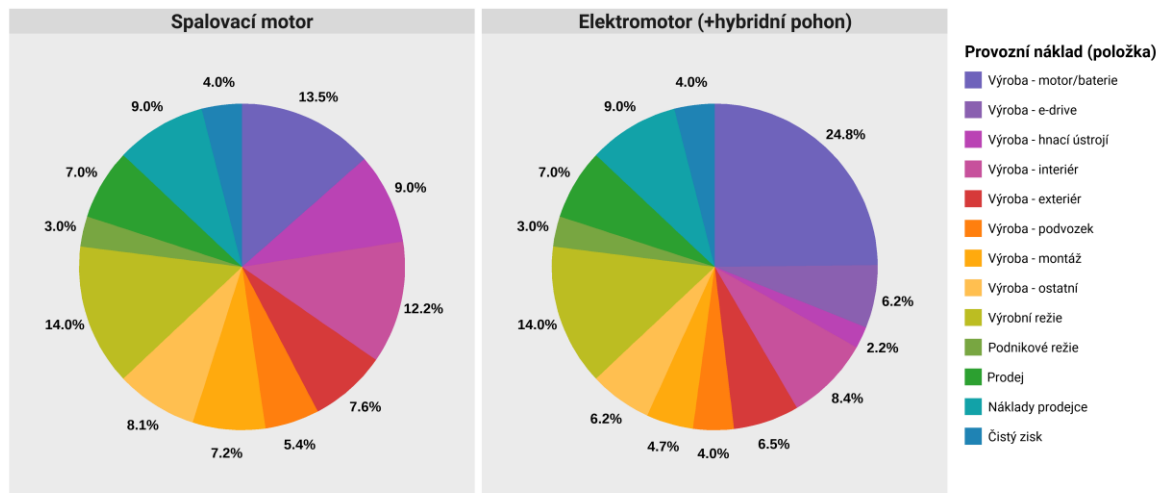
Obrázek 3: Struktura nákladů výroby plastů po jednotlivých technologiích (zdroj: Material Economics (2019))

Výroba dusíkatých hnojiv



Obrázek 4: Struktura nákladů výroby dusíkatých hnojiv po jednotlivých technologiích (zdroj: Material Economics (2019)), ostatní (Soulopoulos, 2017))

Výroba motorových vozidel



Obrázek 5: Struktura nákladů výroby automobilů po jednotlivých technologiích (zdroj: část Výroba (Miller, 2020), ostatní (Soulopoulos, 2017))

Položky opex uvedené na obrázcích 2-5 jsme pomocí konkordanční matice asociovali se sektory dle členění NACE rev.1 ze vstupní databáze EXIOBASE 3. Propojení slouží k rozdělení modelovaných sektorů po jednotlivých výrobních technologiích, tj. ke konstrukci technologicky specifických produkčních funkcí. Konkordanční matice mezi položkami opex a jednotlivými sektory, v nichž mají tyto položky svůj původ a modelované sektory za ně provádějí těmto sektorům transakce („převodník“), je dostupná v příloze k tomuto reportu.

Dodatečné vstupní předpoklady – projekce podílu jednotlivých úrovní kvalifikace pracovní síly a míry automatizace výroby

U projekce podílu jednotlivých úrovní kvalifikace jsme vycházeli ze současné kompozice pracovní síly v odvětví a předpokládali konvergenci směrem k ostatním průmyslovým ekonomikám v EU, zejména k Německu. Vzhledem k tomu, že kompozice pracovní síly v současnosti se významně liší od té v Německu, konzervativním předpokladem jsme projektovali přibližování se kompozice pracovní síly této ekonomice. Tento odhad bylo možné udělat i na základě faktu, že modelovaná odvětví mají navzájem velice podobnou kompozici pracovní síly, která je v souladu s daty za celé odvětví NACE C Průmyslová výroba (viz Tabulka 7).

	Výroba plastů v primárních formách	Recyklace plastů	Výroba hnojiv a dusíkatých sloučenin	Výroba cementu, vápna a sádry	Zpracování popela na slínek	Výroba surového železa, oceli a ferolitín, plochých výrobků	Recyklace ocele	Výroba motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů	Průmysl NACE C (data Eurostat)
2015	i24.a	i24.a.w	i24.b	i26.d	i26.d.w	i27.a	i27.a.w	i34	C
Nízko kvalifikovaní	10 %	8 %	9 %	9 %	9 %	7 %	7 %	9 %	9 %
Středně kvalifikovaní	66 %	65 %	64 %	66 %	66 %	67 %	66 %	67 %	65 %
Vysoko kvalifikovaní	24 %	27 %	27 %	25 %	25 %	26 %	27 %	24 %	26 %
2030									
Nízko kvalifikovaní	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	5 %	5 %	7 %	7 %
Středně kvalifikovaní	63 %	63 %	63 %	63 %	63 %	65 %	65 %	63 %	63 %
Vysoko kvalifikovaní	30 %	30 %	30 %	30 %	30 %	30 %	30 %	30 %	30 %
2050									
Nízko kvalifikovaní	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	7 %	6 %
Středně kvalifikovaní	57 %	57 %	57 %	57 %	57 %	57 %	57 %	58 %	56 %
Vysoko kvalifikovaní	38 %	38 %	38 %	38 %	38 %	38 %	38 %	35 %	38 %

Tabulka 7 Kompozice a projekce pracovní síly v modelovaných odvětvích. Zdroj: Vlastní zpracování, EXIOBASE 3 data (Stadler et al., 2018), Eurostat [lfsa_eisn2]

2.2. Konstrukce modelu a výpočet dopadů na sledované indikátory

Následující část vychází z popisu modelu IMPACTECH a jeho adaptací z (Černý et al., 2021, 2020), resp. na popisu fungování obdobných typů modelů z (Markandya et al., 2016; Miller and Blair, 2009; Peters and Solli, 2010). Základními elementy peněžních symetrických input-output tabulek tak, jak jsou využity v modelu, jsou:

- 1) Matice mezispotřeby, rozepisující transakce mezi jednotlivými odvětvími v daném roce (v případě modelu IMPACTECH se jedná o 163 výchozích odvětví z EXIOBASE 3, rozčleněných dále na celkový počet 174 odvětví podle výrobních technologií u modelovaných odvětví) v závislosti na počtu regionů (v případě tohoto modelu 2 regiony, ČR a souhrnný region „zahraničí“). Model pracuje s výchozím rokem 2015, výsledky dále zachycují stav pro roky 2030 a 2050.
- 2) Matice koncové spotřeby zachycující spotřebu veřejného sektoru, domácností, nevládních organizací, tvorbu kapitálu, změny zásob a cenností.
- 3) Součtem řádků matice mezispotřeby meziproduktů a matic konečné poptávky získáme sloupcový vektor celkové produkce pro každé odvětví.
- 4) Další částí jsou řádky přidané hodnoty, rozepisující vstupy jako je spotřeba kapitálu, mzdy, dotace a daně.
- 5) Konečně lze tabulku IO rozšířit o tzv. socioekonomické a environmentální účty související s výrobou každého odvětví (např. o zaměstnané osoby či emise skleníkových plynů apod.) – souhrnně označujeme jako „rozšíření“.

Obrázek 6 ilustruje schematické rozložení těchto elementů v typické kompozici symetrických input-output tabulek se dvěma regiony.

		Region A	Region B	Koncová spotřeba	Celková produkce
		Sektor 1 Sektor 2 ...	Sektor 1 Sektor 2 ...		
Region A	Sektor 1 Sektor 2 ... Sektor n	Z		F	x
Region B	Sektor 1				

	Sektor 2 ... Sektor n			
Přidaná hodnota		E		
Rozšíření				

Obrázek 6: Zjednodušený příklad multiregionální IO tabulky se dvěma regiony (vysvětlení jednotlivých prvků viz popis v textu).

Zatímco matice mezispotřeby je typicky označovaná písmenem *Z*, matice koncové spotřeby pak *Y*, sloupec celkové produkce *x*, a řádky přidané hodnoty společně se socioekonomickými a environmentálními účty (rozšíření) souhrnně jako *E*. Toto rozložení respektuje i základní členění elementů IO tabulek v databázi EXIOBASE 3.

Pro účely výpočtu v modelu jsme s ohledem na zvýšení přesnosti analýzy uskutečnili dvě úpravy vstupních dat. Zprv se jednalo o nahrazení dat týkajících se zaměstnanosti v modelovaných odvětvích z EXIOBASE 3 přesnějšími empirickými daty poskytnutými Českým statistickým úřadem (ČSÚ). Vzhledem k tomu, že vysoká sektorová úroveň detailu EXIOBASE 3 může na druhé straně vést k menší přesnosti dat na úrovni podrobně rozdělených sektorů (dané systémem rozdělování odvětví), přistoupili jsme k ověření zaměstnaneckých účtů v modelovaných odvětvích a jejich následnému nahrazení empirickými daty ČSÚ za rok 2015. Kromě sektoru výroby cementu se nejedná o zásadní rozdíly v datech, jak je zřejmé z Tabulky 7 níže. Vzhledem k tomu, že údaje z ČSÚ nejsou dostatečně podrobné na úrovni stupňů kvalifikace a pohlaví, rozdělili jsme je do těchto kategorií proporcionálně podle výchozích dat z EXIOBASE 3.

Sektor (NACE rev.2 kód; EXIOBASE 3 kódy)	Zaměstnanost dle dat EXIOBASE 3 (počet fyzických osob), rok 2015	Zaměstnanost dle dat ČSÚ (počet osob), rok 2015
Výroba surového železa, oceli a feroslitin, plochých výrobků (kromě pásy za studena), tváření výrobků za tepla (24.10; i27.a+i27.a.w)	14 798	23 419
Výroba cementu, vápna a sádry (23.51 + 23.52; i26.d+i26.d.w)	12 078	2 052
Výroba plastů v primárních formách (20.16; i24.a+i24.a.w)	171	5 085
Výroba hnojiv a dusíkatých sloučenin (20.15; i24.b)	1 373	1 668

Výroba motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů (29; i34)	167 447	225 287
-------------------------------------------------------------------------	---------	---------

Tabulka 8: Porovnání zaměstnaneckých účtů z EXIOBASE 3 s daty ČSÚ (pozn. – data z ČSÚ jsou dále přepočtena na sektorové členění z EXIOBASE 3 pomocí celkového výstupu daného sektoru z EXIOBASE 3)

Při přípravě dat pro IO model jsme dále pokračovali rozčleněním modelovaných sektorů po jednotlivých technologiích produkce (konkrétní technologie viz diskuse v části 1.2) za využití technologicky specifických produkčních funkcí, sestavených pomocí položek opex a konkordančních matic diskutovaných v části 2.1 Technologicky specifické produkční funkce de facto představují souhrn vstupních nákladů potřebných pro provoz, resp. výrobu v daném odvětví, který se liší pro každou technologii výroby v daném odvětví. Důvodem rozčlenění jsou tedy především odlišné požadavky na vstupy (technické koeficienty v terminologii input-output) z ostatních odvětví, tj. odlišná technologie produkce, která ovlivňuje poptávku fungování modelovaných sektorů po vstupech z ostatních sektorů. Odlišná struktura vstupů (technických koeficientů) pak v modelu modifikuje strukturu poptávky po práci ve výseku ekonomiky navázaném na fungování daných sektorů v závislosti na konkrétním zastoupení výrobních technologií.

Rozčlenění modelovaných sektorů podle technologie produkce probíhá po řádcích a po sloupcích v IO elementech Z , Y , x a E . Zastoupení jednotlivých technologií na celkové produkci je odvozeno ze scénářů, které udávají podíl dané technologie na celkové produkci daného (původního, souhrnného) sektoru pro každý modelovaný rok (viz scénáře, část 2.3). Oproti výchozímu nastavení databáze EXIOBASE 3 se 163 sektory bylo již v modelu IMPACTECH provedeno dříve rozdělení sektorů výroby elektřiny z větrné energie (na pozemní a mořskou výrobu) a z fotovoltaiky (na maloplošnou/rezidenční a velkoplošnou/komerční) – viz metodika k modelu IMPACTECH (Černý et al., 2020). Pro účely této analýzy provádíme tedy rozdělení v ostatních sektorech na výsledných 174 sektorů.

V aplikovaném IO modelu mají produkční funkce následující logiku: Meziodvětvové toky z odvětví i do odvětví j v transakční matici Z závisí na celkové produkci požadované v odvětví j . Takzvané technické koeficienty určují poměr vstupů k celkové produkci odvětví. Označíme-li matici technických koeficientů A s prvky a_{ij} označující technické koeficienty pro dané odvětví, pak:

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j}$$

Rovnice 1

Kde z_{ij} udává transakce do daného odvětví j z ostatních odvětví i a x_j jeho celkový výstup, a_{ij} pak označuje vstupy ze sektorů i , potřebné k produkci jednotky výstupu sektoru j . Na základě matice A lze odvodit tzv. Leontiefovou matici L (odvození viz např. výše odkazované zdroje (Černý et al., 2021, 2020; Markandya et al., 2016; Miller and Blair, 2009; Peters and Solli, 2010)). L následně slouží k výpočtu dopadů změn v produkci v modelovaných odvětvích rozdělených podle technologie produkce, promítnutých do jejich celkového výstupu x .

Posledním krokem je samotné provedení analýzy – výpočet dopadů změn ve způsobu (tj. Zapojení různých technologií v závislosti na konkrétním scénáři) a množství produkce

v modelovaných sektorech. Výpočet dopadů na všechny sledované indikátory, tj. 1) poptávku po práci po jednotlivých úrovních kvalifikace (vysoce kvalifikovaná, středně kvalifikovaná a níže kvalifikovaná pracovní síla) a podle pohlaví v počtu zaměstnaných osob, 2) kompenzaci pracovníků (mzdy a platy) v peněžních jednotkách (miliony eur) po úrovních kvalifikace a 3) spotřebu fixního kapitálu (rovněž v peněžních jednotkách) probíhá obdobným způsobem. Za tímto účelem definujeme pomocí matice rozšíření E matice intenzity (tj. koeficientů poměru sledovaných indikátorů jako poptávka po práci atd. vůči celkovému výstupu příslušných sektorů) M s prvky m_{dj} , kde d představuje šest distribučních kategorií zaměstnanosti podle úrovně kvalifikace a pohlaví a další sledované indikátory, tj. kompenzaci zaměstnanců podle úrovně kvalifikace a spotřebu fixního kapitálu na sektory j :

$$M = E(\lambda)^{-1}$$

Rovnice 2

Dopad (R) na sledované indikátory d nakonec odvodíme pomocí Leontiefovy matice L a sledovaných indikátorů m matice intenzity M jako:

$$R_d^t = m_d^t L x^t$$

Rovnice 3

Pro každý rok t , kde x^t reprezentuje celkový výstup modelovaných sektorů v daném roce a m představuje diagonální rozložení prvků m pro sledované indikátory.

2.3. Limity aplikovaného modelu

V této části popisujeme omezení aplikovaného přístupu, tedy za jakých předpokladů model pracuje a co z jeho výsledků lze, resp. nelze odvodit. Model IMPACTECH je lineární, deterministický a diskrétní – využívá porovnání stavů (v tomto případě poptávky po práci a příp. spotřebě kapitálu) mezi jednotlivými roky. Jedná se o otevřený model, tzn., že řada proměnných je exogenní (investice či např. výrobní technologie). Mezi základní limity tohoto typu modelu se obvykle řadí především následující:

- Neomezené výrobní kapacity (nabídka určená výhradně poptávkou, tzv. poptávkou tažený model)
- Fixní struktura vstupů (konstantní technologie výroby)
- Fixní vztah mezi množstvím zboží a cenou

Zatímco problém neomezených výrobních kapacit řešíme integrací externích scénářů, u nichž předpokládáme realizovatelnost jejich nároků na příslušné vstupy (jak z ostatních odvětví, tak práce a kapitálu), fixní strukturu vstupů u klíčových odvětví řešíme do určité míry právě jejich rozdělením na jednotlivé technologie výroby. Na druhou stranu model neřeší otázku možných úspor z rozsahu. Nadhodnocení či podhodnocení výsledných dopadů na poptávku po práci je ovšem obecně nejisté odhadnout, neboť na jedné straně model počítá s nárůstem produkce u některých technologií, na straně druhé však i s poklesem produkce u jiných technologií.

Případné úspory z rozsahu by tak byly dané spíše změnami v celkové produkci každého odvětví. Fixní vztah mezi množstvím a cenou pak vzhledem ke sledovaným indikátorům (poptávka po práci v počtu osob a poměr poptávky po práci vs. kapitálu) hraje jen omezenou roli – model jako takový pracuje celkově s cenami základního roku, tj. 2015. Další omezení tohoto typu modelu viz diskuse v publikacích Vavrla a Rojíček (2006), s. 5; Duchin (1998); Rose (1995); případně diskuse omezení přímo modelu IMPACTECH v metodice (Černý et al., 2020)). Kromě těchto základních omezení uvádíme níže další limity, které je třeba vzít v úvahu při interpretaci výsledků.

Model se soustředí jen na klíčové dekarbonizační technologie ve vybraných odvětvích a jejich dodavatelské řetězce – upstream – a poptávku po práci, resp. proporcii poptávky po práci vs. spotřeby fixního kapitálu. Aplikovaný přístup tedy nemá ambice modelovat vývoj v celé ekonomice, nýbrž pouze v jejím výseku navázaném skrze strukturu dodavatelských řetězců na vybraná modelovaná odvětví. Tímto přístupem paradoxně do jisté míry filtrujeme nejistotu ohledně dalšího vývoje ekonomiky a různých intervenčních šoků (jinými slovy, v tomto ohledu je jednoduchost a státnost IO modelu spíše výhodou).

V neposlední řadě je potřeba výsledky modelu interpretovat s ohledem na to, že nezahrnují podrobně efekty spojené s investicemi do nových infrastruktur (tj. kapitálové náklady), které by mohly především v krátkodobém až střednědobém horizontu poptávku po práci výrazně zvýšit, a to především v sektorech, které jsou navázané na budování nové infrastruktury pro zaváděné technologie jako je stavebnictví apod. Nakonec model nebere podrobně v úvahu efekty spojené s náklady na vyřazování starých technologií z provozu a na periodickou obnovu fixního kapitálu. I tyto efekty by se pravděpodobně projevíly dočasným nárůstem poptávky po práci v sektorech spojených s infrastrukturními projekty.

2.4. Metodologie kvalitativní části

Pro přesnější interpretaci výsledků a pochopení očekávaných změn ve zkoumaných odvětvích jsme provedli pět kvalitativních rozhovorů s představiteli sektorových odborových svazů, kterých se dekarbonizace nejvíce dotýká. Metodou polostrukturovaných rozhovorů jsme zjišťovali aktuální dekarbonizační strategie a míru zapojení zástupců zaměstnanců v sektoru a také očekávané změny v poptávce po práci a v pracovních podmínkách. Zjištění jsou dále doplněna informacemi z odborné literatury. Dotazník k rozhovorům je uveden v příloze. Seznam respondentů uvádíme v Tabulce 9.

Jméno organizace	Datum rozhovoru	Kód
OS KOVO – sektorová úroveň	27.7.2022	INT 1
OS ECHO	25.7.2022	INT 2
OS Stavba	3.8.2022	INT 3
OS KOVO – podniková úroveň	12.8.2022	INT 4
Svaz výrobců cementu	8.8.2022	INT 5

Tabulka 9 Seznam respondentů a přiřazených kódů používaných dále v textu

Kapitola 3. /

Kvantifikace dopadů dekarbonizace

V této části uvádíme dopad scénářů dekarbonizace ve vybraných odvětvích na poptávku po práci ve sféře služeb, výrobní sféře a rozpočtové sféře vyhodnocený pomocí adaptovaného IO modelu IMPACTECH ve čtyřech zvolených scénářích. Uvádíme jak přímé (v pěti modelovaných sektorech, dotčených transformací primárně), tak nepřímé dopady (podél dodavatelských řetězců modelovaných sektorů). Modelované zapojení technologií ve vybraných sektorech (výběr popsán v části 1) bude mít efekty na zaměstnanost nejen v těchto sektorech, ale přes dodavatelské řetězce a změny v produkci také na zbytek ekonomiky. Přestože se dekarbonizace výroby, a tedy i modelované změny primárně odehrají ve výrobní sféře, hluboká dekarbonizace má potenciál zasáhnout i zbytek výrobního sektoru, jakož i sektor služeb a rozpočtovou sféru.

3.1. Dopad zapojení modelovaných technologií na poptávku po práci

Ve všech scénářích konzistentně dochází v roce 2050 oproti výchozí situaci k mírnému nárůstu poptávky. Naopak v mezidobí, reprezentovaném rokem 2030, jsou efekty jednotlivých scénářů různorodé. Zatímco v CCS a BAU scénářích poptávka mírně roste, u zbylých dvou scénářů dochází k dočasnému poklesu.

Příčiny změn lze rozdělit na následující faktory:

- 1) Technologický mix (zastoupení jednotlivých technologií na výrobě) a přímá a nepřímá intenzita zaměstnanosti (počet zaměstnanců/zaměstnankyň na jednotku výroby) jednotlivých technologií;
- 2) Výrobní náklady jednotlivých technologií (pokud jsou náklady na jednotku výroby vyšší, obvykle implikují i vyšší poptávku po práci);
- 3) Celkový objem produkce zvažovaný v daných scénářích.

Ze čtyř posuzovaných scénářů má nejvyšší projektovaný nárůst poptávky po práci scénář BAU, a to o více než 100 tisíc pracovních míst oproti výchozí situaci. BAU scénář předpokládá (až na drobné změny v elektroenergetice) v podstatě aktuální mix technologií, tedy bez zapojování dekarbonizačních postupů. Tento vývoj lze interpretovat jako důsledek preference neinovovaných technologií, které mají obecně vyšší nároky na pracovní sílu, a to především nepřímo skrze dodavatelské řetězce (spoléhají na dodávky z odvětví s vyšší intenzitou poptávky po práci). **Tento výsledek mimo jiné znamená, že na srovnatelnou úroveň produkce vyžaduje BAU scénář větší množství pracovních míst, zatímco jiné scénáře umožňují pracovní sílu uvolnit do jiných odvětví.** Je třeba také poznamenat, že v ostatních scénářích klesá obecně poptávka po primární produkci, která se dle využitých dat jeví jako náročnější na poptávku po práci, na úkor sekundární (recyklované) produkce.

Velká část nárůstu poptávky po práci pochází v BAU scénáři ze sektoru výroby motorových vozidel. Ta je daná preferencí výroby vozidel se spalovacími motory, jejichž komponenty jsou jednak náročnější na poptávku po práci z dodavatelských odvětví a také pocházejí z domácí ekonomiky, zatímco komponenty pro jiné technologie než spalovací motor mohou být v aktuálním rozložení dodavatelských řetězců alokovány ve větším množství mimo ČR oproti situaci u vozidel se spalovacím motorem.

V tomto ohledu je třeba podotknout, že model nereflektuje (a vzhledem k nepředvídatelnosti ani nemůže reflektovat) případná budoucí strategická politická a obchodní rozhodnutí týkající se snahy o alokaci výroby příslušných komponent pro výrobu elektromobilů do domácího prostředí. Model v tomto ohledu reflektuje situaci „nulové varianty“, tedy absence jakýchkoli případných rozhodnutí (ať již regulatorního charakteru, nebo na tržní bázi) vedoucích ke změnám toků dodavatelských řetězců. Pakliže by bylo politickým cílem přitáhnout tuto výrobu do domácího prostředí za účelem udržení silné poptávky po práci navázané na sektor výroby motorových vozidel, bylo by zřejmě na místě o podobnou změnu usilovat.

V neposlední řadě je třeba podotknout, že **scénář BAU pracuje s relativně největším nárůstem poptávky po produkci v sektoru výroby oceli a železa**, který rovněž generuje nezanedbatelný podíl poptávky po práci (Obrázek 7).

Nejnižší nárůst zaměstnanosti naopak vykazuje cirkulární scénář (v roce 2050 nárůst zaměstnanosti jenom o 10 tisíc oproti výchozí situaci). V cirkulárním scénáři je vývoj daný obecně preferencí nižšího objemu výroby na úkor recyklací a re-use materiálů. S vyšší životností výrobků tedy logicky klesá i potřeba výroby nových a tím pádem i poptávka po pracovní síle. Cirkulární scénář také počítá s největším zapojením sekundární výroby ze všech scénářů, která obecně podle využitých dat vykazuje nižší nároky na poptávku po práci.

U scénáře Elektrifikace/Hydrogenizace nastává do roku 2030 mírný pokles (o cca 19,6 tisíce pracovních míst), který je následně kompenzován více než dvojnásobnou dodatečnou tvorbou pracovních míst do roku 2050.

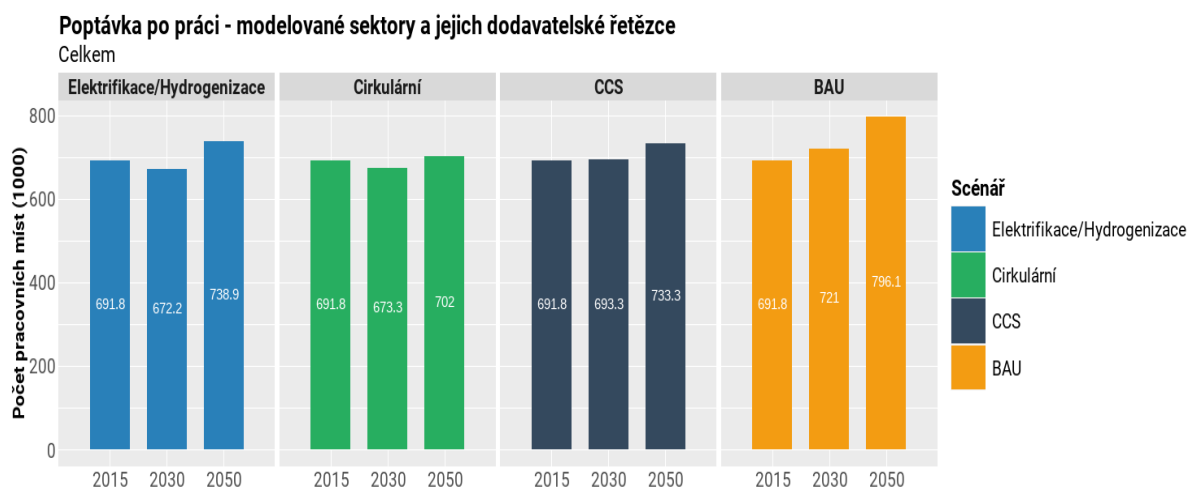
Podobný vývoj nastává u posledního modelovaného scénáře postaveného na implementaci technologií CCS (nejprve jen velmi mírný nárůst poptávky po práci o necelé 2 tisíce pracovních míst a následný nárůst o dalších cca 40 tisíc míst).

Za tímto vývojem musíme u obou scénářů hledat v první řadě sektor výroby motorových vozidel (který generuje drtivou většinu poptávky po práci navázanou na modelovaná odvětví

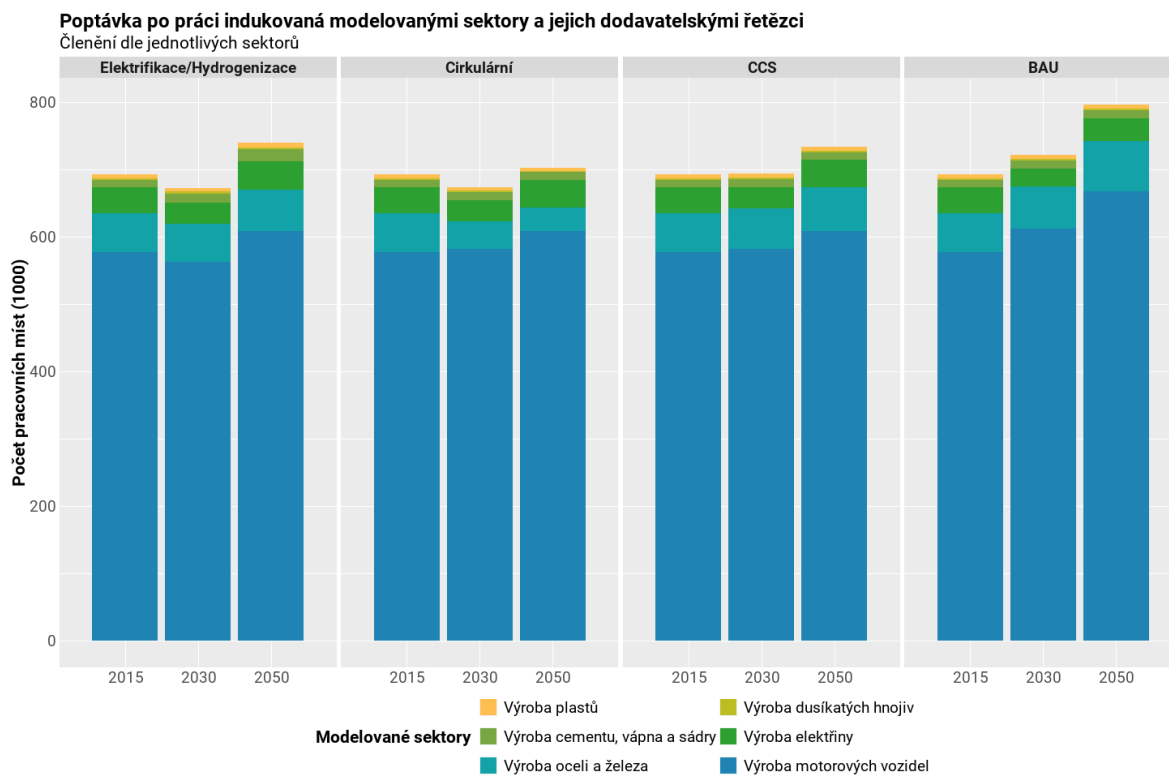
– viz opět Obrázek 11), resp. konkrétně tempo nahrazování výroby vozidel se spalovacími motory. Zatímco u CCS scénáře je tempo nahrazování plynulejší (viz sekce 4.4.) a vozidla s alternativním pohonem začínají v produkci převládat až postupně po roce 2030, ve scénáři Elektrifikace/Hydrogenizace je jejich nástup výrazně rychlejší a dominují výrobě nových vozidel již v roce 2025. Jelikož výroba komponent pro vozidla s alternativním pohonem a tedy i nepřímá poptávka po práci je oproti vozidlům se spalovacím motorem zřejmě ve větší míře alokována mimo ČR, poptávka po práci logicky pod vlivem nahrazování vozidel se spalovacím motorem zakolísá.

	2015	2030	2050	Rozdíl 2030-2015	Rozdíl 2050-2015
BAU	691,81	720,96	796,10	29,15	104,29
CCS	691,81	693,32	733,34	1,51	41,53
Cirkulární ekonomika	691,81	673,29	701,98	-18,52	10,17
Elektrifikace	691,81	672,24	738,87	-19,57	47,06

Tabulka 10 Modelované změny v poptávce po práci, v tisících zaměstnaných osob



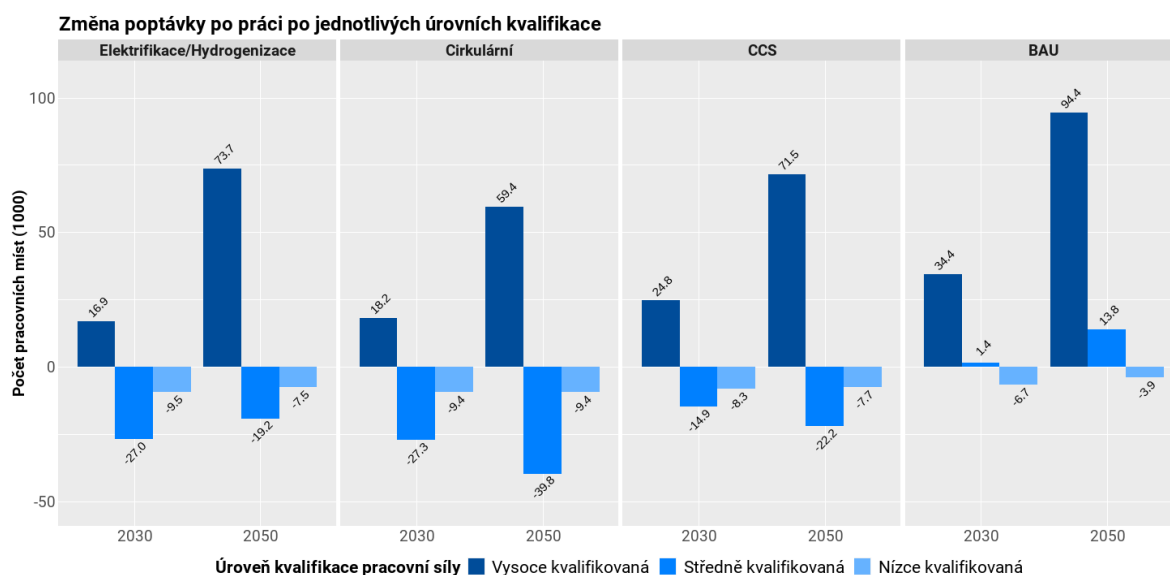
Obrázek 7: Poptávka po práci indukovaná modelovanými sektory a jejich dodavatelskými řetězci – celkem. Zdroj: vlastní zpracování, EXIOBASE 3 (Stadler et al., 2018) a další data uvedená v části 2.1



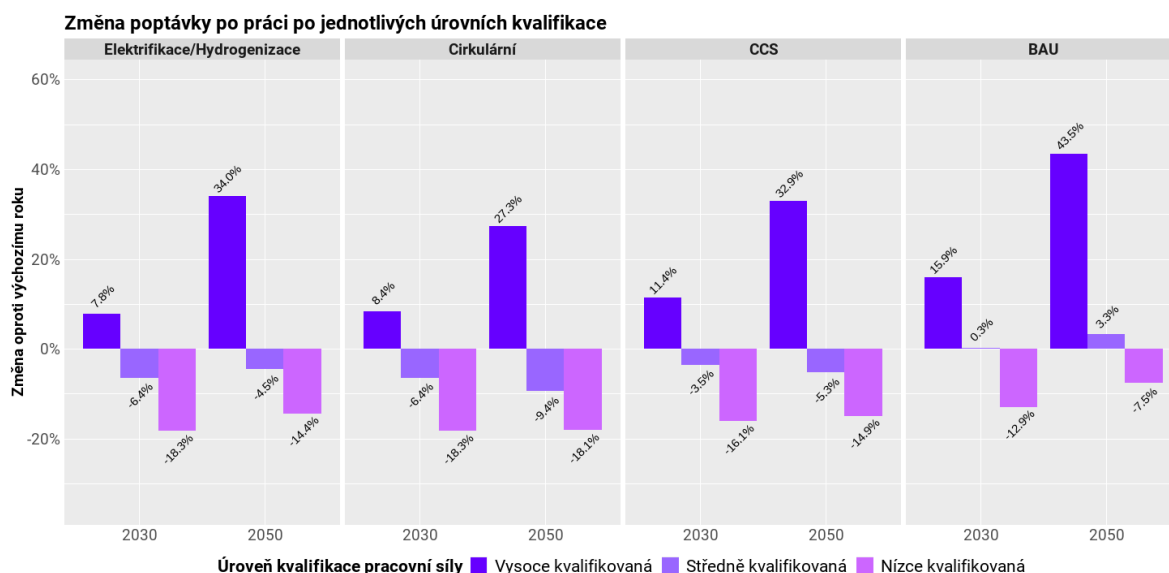
Obrázek 8: Poptávka po práci indukovaná modelovanými sektory a jejich dodavatelskými řetězci – poptávka po práci navázaná na jednotlivé modelované sektory. Zdroj: vlastní zpracování, EXIOBASE 3 (Stadler et al., 2018) a další data uvedená v části 2.1.

3.2. Změny v poptávce po práci podle kvalifikací

I když změny v poptávce po práci na první pohled nevypadají nijak dramaticky, vnitřní kompozice pracovní síly se výrazně promění. V případě všech scénářů se očekává nárůst poptávky po vysoce kvalifikované pracovní síle v rozmezí od 27% v cirkulární ekonomice po 43% při zachování současného stavu do roku 2050. Nárůst poptávky po vysoce kvalifikované pracovní síle je pak kompenzován poklesem po středně a níže kvalifikovaných pracovnících do roku 2050 (viz Obrázky 8 a 9).



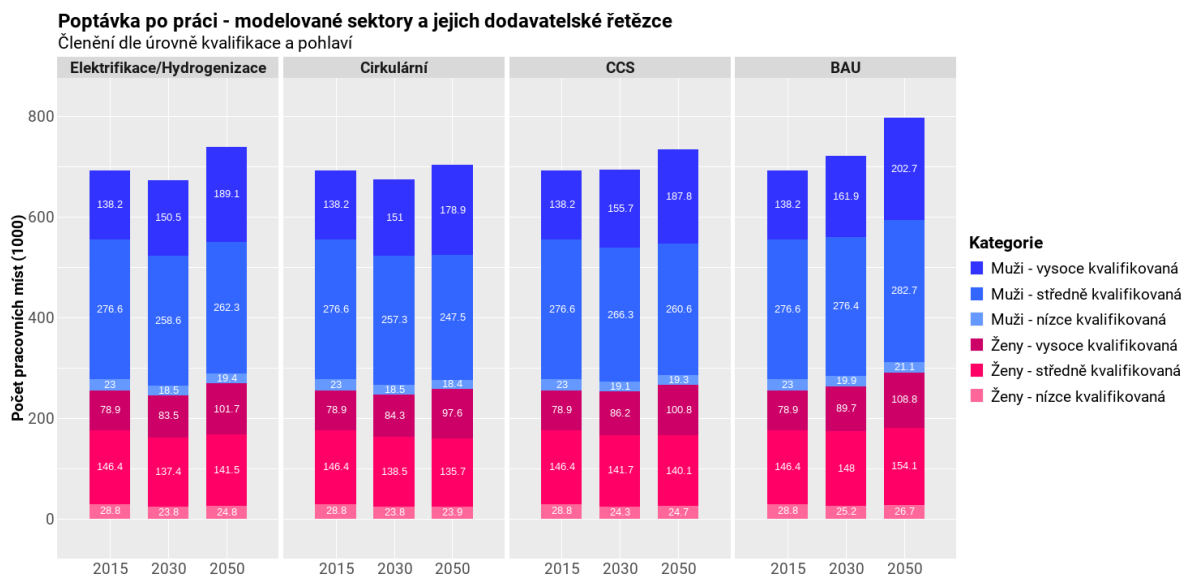
Obrázek 9: Poptávka po práci indukovaná modelovanými sektory a jejich dodavatelskými řetězci – rozdělení podle úrovně kvalifikace, změna oproti roku 2015. Zdroj: vlastní zpracování, EXIOBASE 3 (Stadler et al., 2018) a další data uvedená v části 2.1.



Obrázek 10: Poptávka po práci indukovaná modelovanými sektory a jejich dodavatelskými řetězci – rozdělení podle úrovně kvalifikace, procentní změna oproti roku 2015. Zdroj: vlastní zpracování, EXIOBASE 3 (Stadler et al., 2018) a další data uvedené v části 2.1

3.3. Změny v poptávce po práci podle pohlaví

Model pracuje se změnami v zastoupení mužské a ženské pracovní síly. V modelu nepředpokládáme výraznější změny v zastoupení pohlaví v modelovaných sektorech, výsledky tak reflektují aktuální rozložení v populaci. V tomto světle výsledky napovídají pokračující dominanci mužů v modelovaných sektorech, především se střední kvalifikací. Tato kategorie dle výsledků i nadále dominuje poptávanému typu pracovní síly, a to ve všech zvažovaných scénářích. S nárůstem poptávky po pracovnících s vyšší kvalifikací dochází proporcčně i ke zvýšenému zastoupení žen na těchto pozicích ve všech modelovaných scénářích.

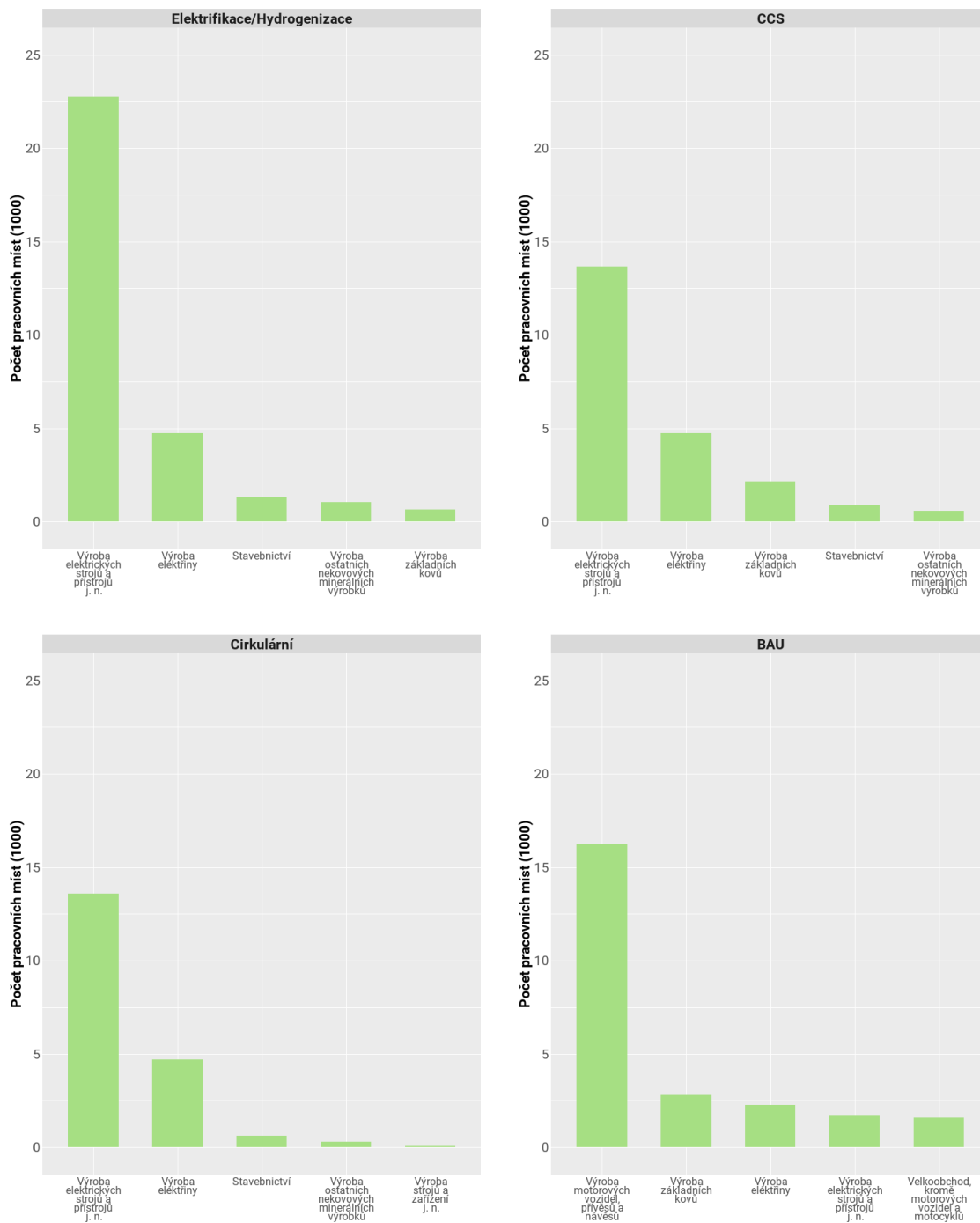


Obrázek 11: Poptávka po práci indukovaná modelovanými sektory a jejich dodavatelskými řetězci – rozdělení podle úrovně kvalifikace a podle pohlaví. Zdroj: vlastní zpracování, EXIOBASE 3 (Stadler et al., 2018) a další data uvedená v části 2.1.

3.4. Změny v poptávce po práci po jednotlivých sektorech

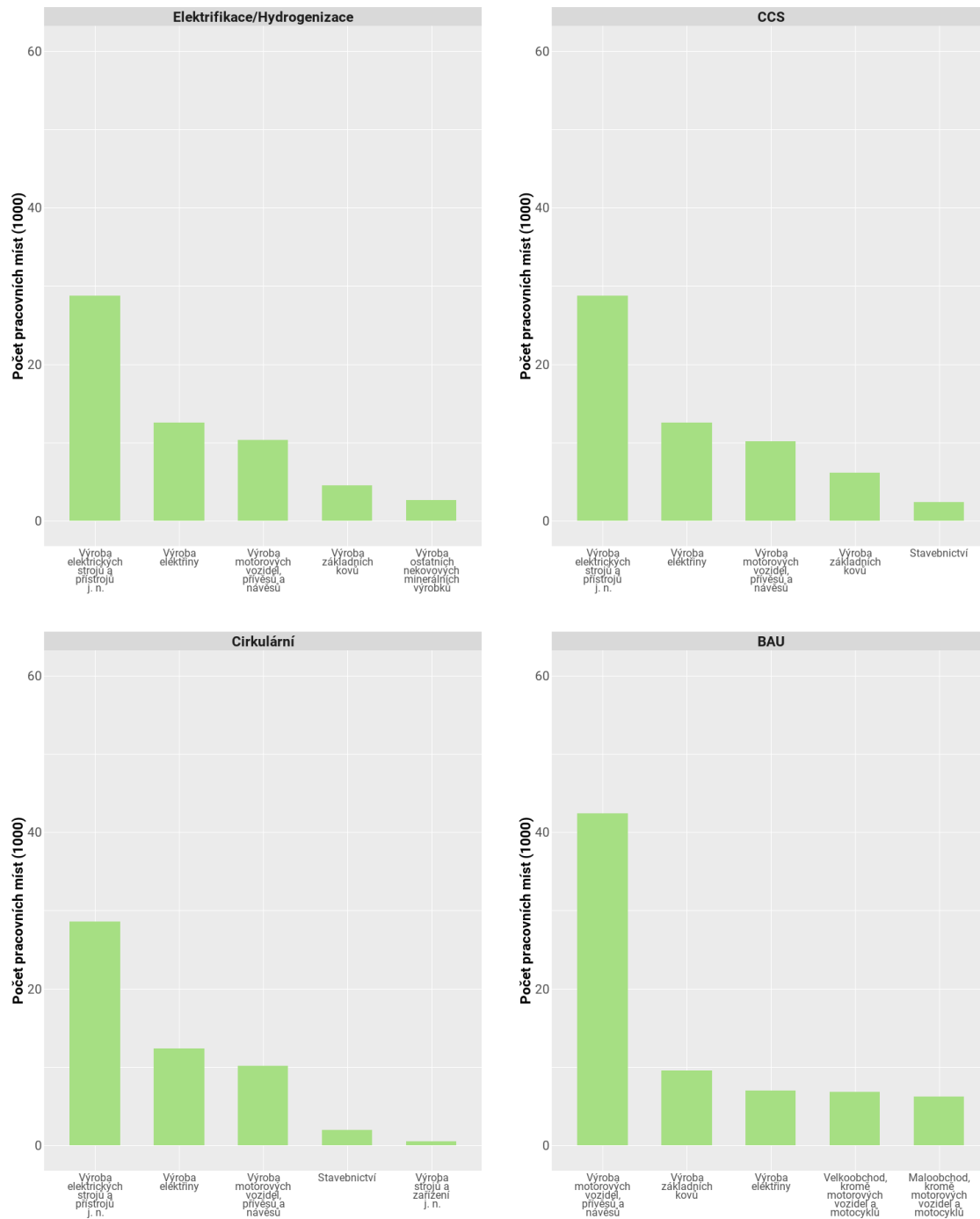
V této části prezentujeme změny v poptávce po práci indukované modelovanými sektory a jejich dodavatelskými řetězci. Jinými slovy, změny ukazují, jak dekarbonizace v modelovaných odvětvích – výroba oceli a železa, výroba cementu, výroba plastů, výroba dusíkatých hnojiv a výroba motorových dopravních prostředků - dopadnou na jednotlivé sektory a jejich dodavatelské řetězce. Podle výsledků patří mezi odvětví s největším nárůstem poptávky po práci do roku 2030 výroba elektrických strojů a přístrojů, výroba elektřiny, stavebnictví, výroba motorových vozidel, výroba ostatních nekovových minerálních výrobků a výroba základních kovů. Pořadí a míra zvýšené poptávky se v závislosti na zvoleném scénáři mírně liší (viz Obrázky 12 a 13). Obrázky 14 a 15 pak zobrazují odvětví s největším předpokládaným poklesem poptávky po práci.

Odvětví s největším nárůstem poptávky po práci oproti roku 2015 (rok 2030)



Obrázek 12: Poptávka po práci indukovaná modelovanými sektory a jejich dodavatelskými řetězci – rozdělení podle dopadů na jednotlivé sektory, situace v roce 2030 (odvětví s největším projektovaným nárůstem poptávky po práci). Zdroj: vlastní zpracování, EXIOBASE 3 (Stadler et al., 2018)

Odvětví s největším nárůstem poptávky po práci oproti roku 2015 (rok 2050)

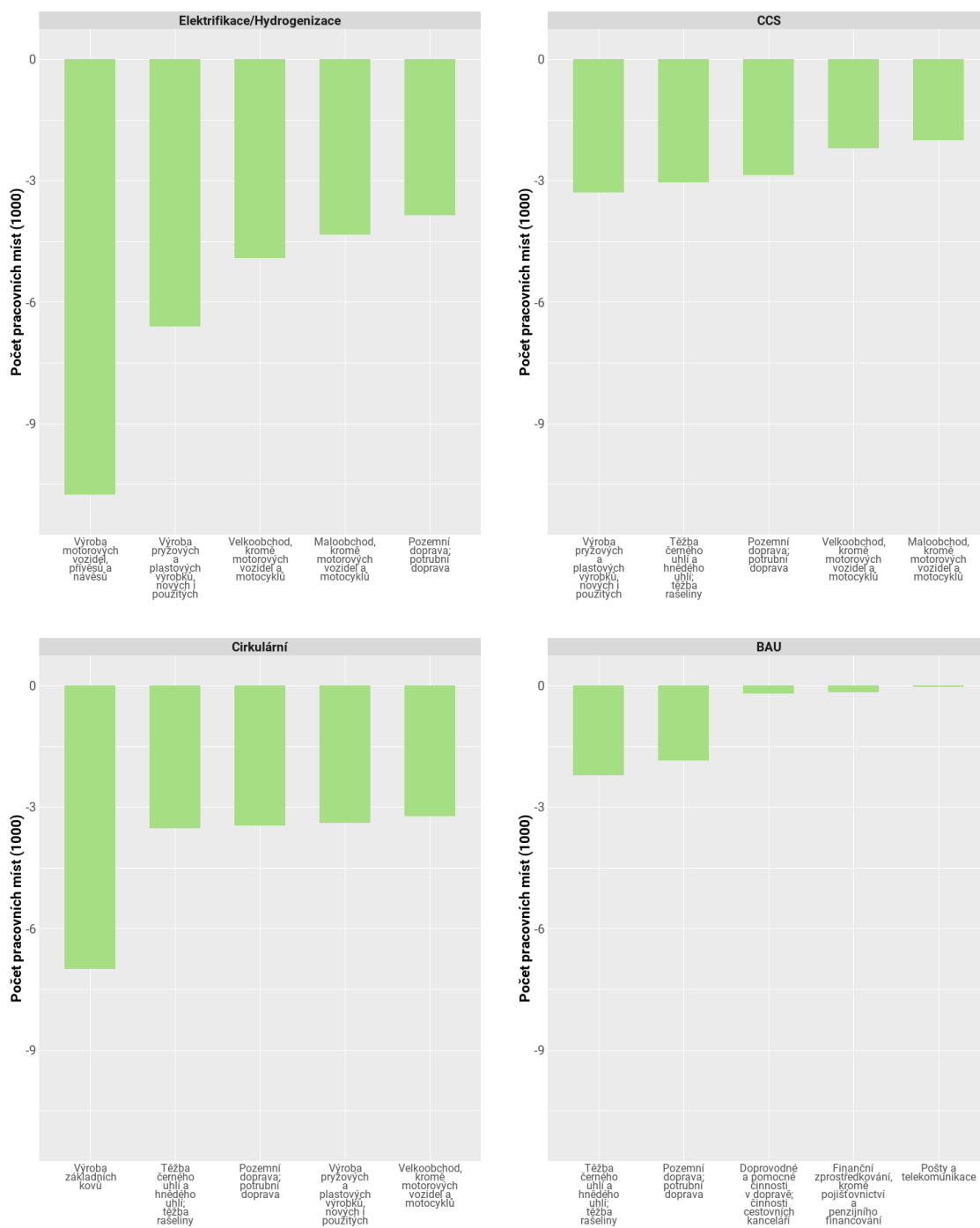


Obrázek 13: Poptávka po práci indukovaná modelovanými sektory a jejich dodavatelskými řetězci – rozdělení podle dopadů na jednotlivé sektory, situace v roce 2050 (odvětví s největším projektovaným nárůstem poptávky po práci). Zdroj: vlastní zpracování, EXIOBASE 3 (Stadler et al., 2018)

Výčet nejvíce zasažených odvětví závisí na zvoleném scénáři. Důvodem je, že různé dekarbonizační cesty zasáhnou jiné části dodavatelských řetězců. Mezi nejvíce zasažená odvětví úbytkem pracovní síly bude v případě scénáře Elektrifikace/Hydrogenizace patřit odvětví výroby aut (s ohledem na vyšší míru automatizace výroby), výroba pryžových a plastových výrobků či velkoobchod a maloobchod. Pro srovnání, cirkulární scénář uvádí

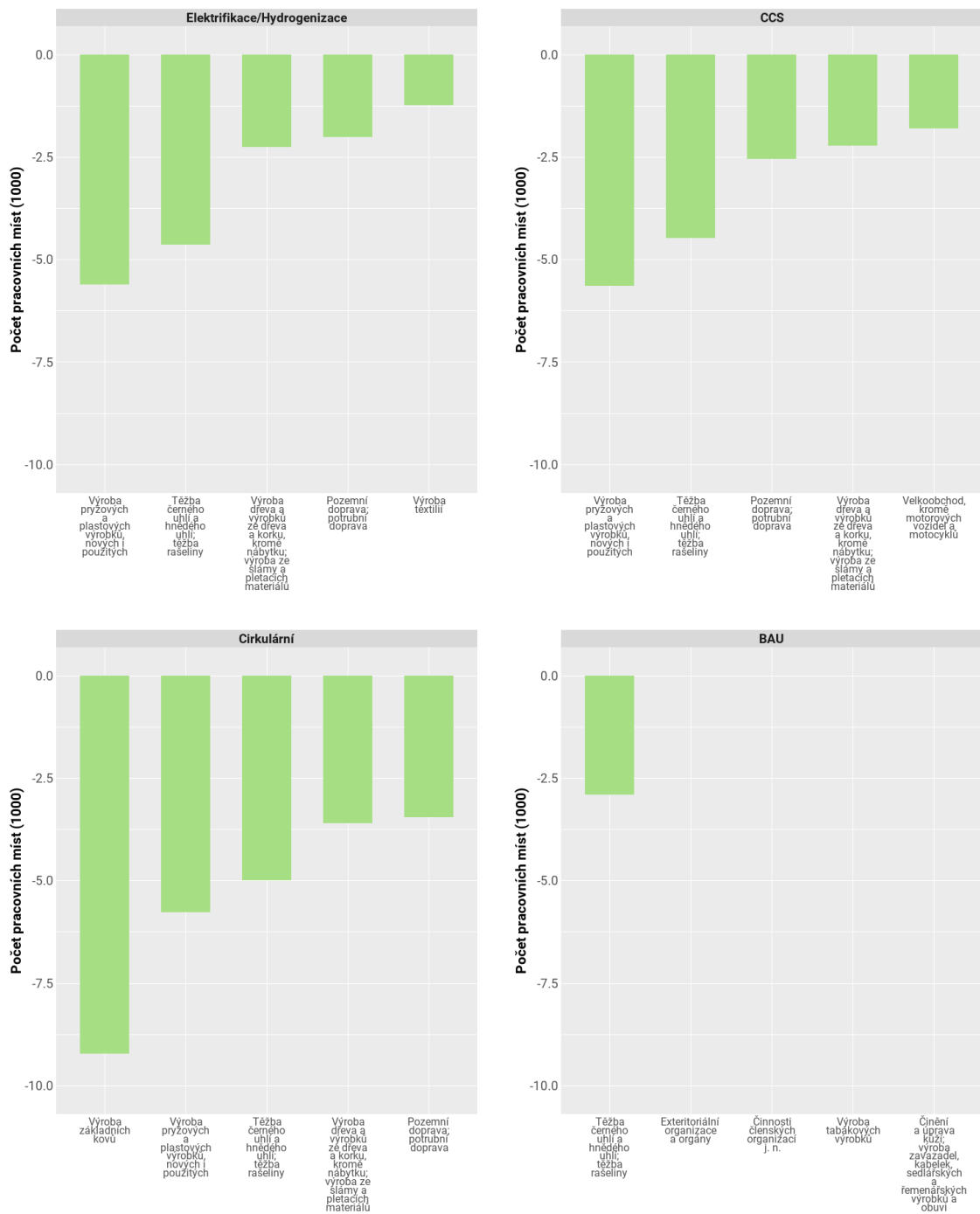
negativní dopady na zaměstnanost v odvětví zpracování kovů a těžbě hnědého a černého uhlí. Odhad dopadů se dále mírně liší mezi lety 2030 a 2050 (viz Obrázky 14 a 15).

Odvětví s největším poklesem poptávky po práci oproti roku 2015 (rok 2030)



Obrázek 14: Poptávka po práci indukovaná modelovanými sektory a jejich dodavatelskými řetězci – rozdělení podle dopadů na jednotlivé sektory, situace v roce 2030 (odvětví s největším projektovaným poklesem poptávky po práci). Zdroj: vlastní zpracování, EXIOBASE 3 (Stadler et al., 2018)

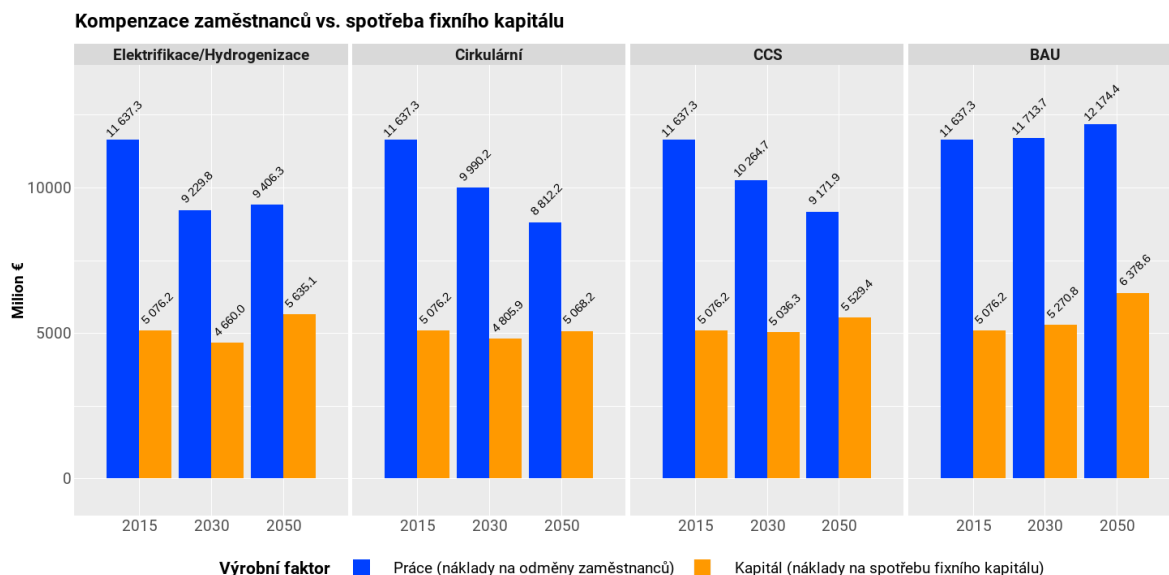
Odvětví s největším poklesem poptávky po práci oproti roku 2015 (rok 2050)



Obrázek 15: Poptávka po práci indukovaná modelovanými sektory a jejich dodavatelskými řetězci – rozdělení podle dopadů na jednotlivé sektory, situace v roce 2050 (odvětví s největším projektovaným poklesem poptávky po práci). Zdroj: vlastní zpracování, EXIOBASE 3 (Stadler et al., 2018) a další data uvedená v části 2.1.

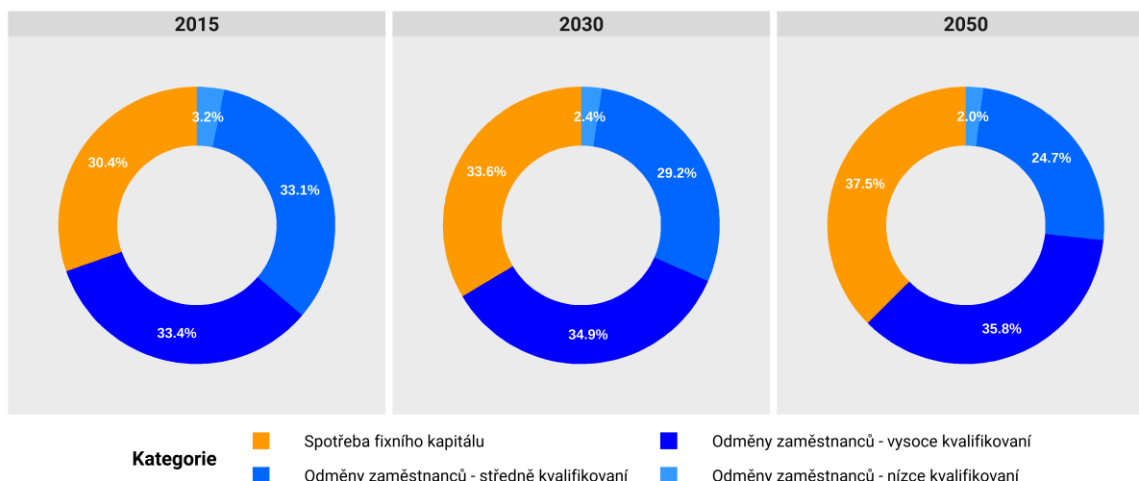
3.5. Dopad zapojení modelovaných technologií na poptávku po práci vs. spotřebu kapitálu

U všech modelovaných scénářů se podíl fixního kapitálu na nákladech zvyšuje společně s nárůstem nákladů na vysoce kvalifikované zaměstnance. Naopak, náklady na středně a níže kvalifikované zaměstnance klesají. U scénáře BAU se jako u jediného objevuje celkový nárůst nákladů na kompenzaci zaměstnanců, a to společně s náklady na spotřebu fixního kapitálu.



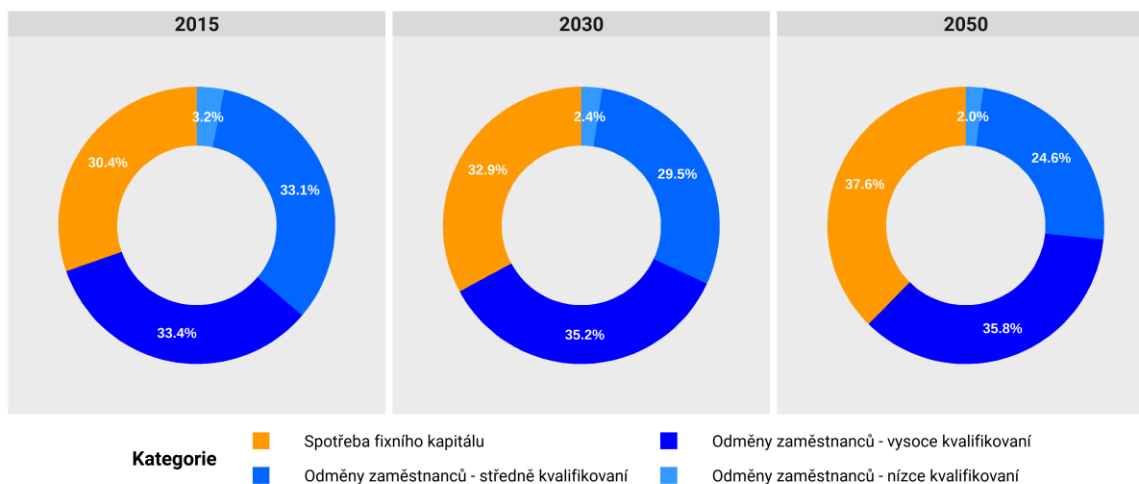
Obrázek 16: Náklady na kompenzaci pracovníků a spotřebu fixního kapitálu v souvislosti s modelovanými sektory a jejich dodavatelskými řetězci – celkem. Zdroj: vlastní zpracování, EXIOBASE 3 (Stadler et al., 2018) a další data uvedené v části 2.1.

Elektrifikace/Hydrogenizace



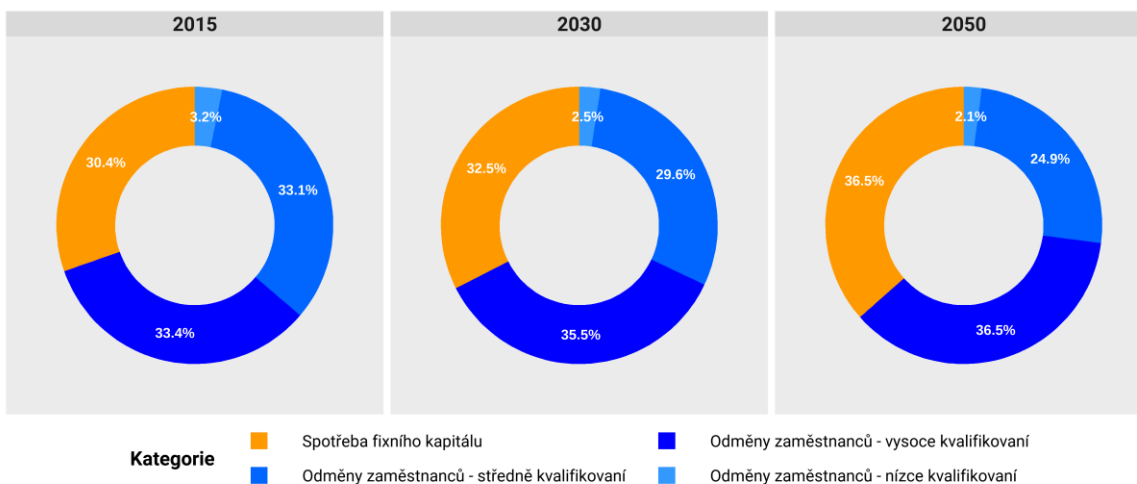
Obrázek 17: Náklady na kompenzaci pracovníků a spotřebu fixního kapitálu v souvislosti s modelovanými sektory a jejich dodavatelskými řetězci – relativní zastoupení, scénář Elektrifikace/Hydrogenizace. Zdroj: vlastní zpracování, EXIOBASE 3 (Stadler et al., 2018) a další data uvedená v části 2.1.

CCS



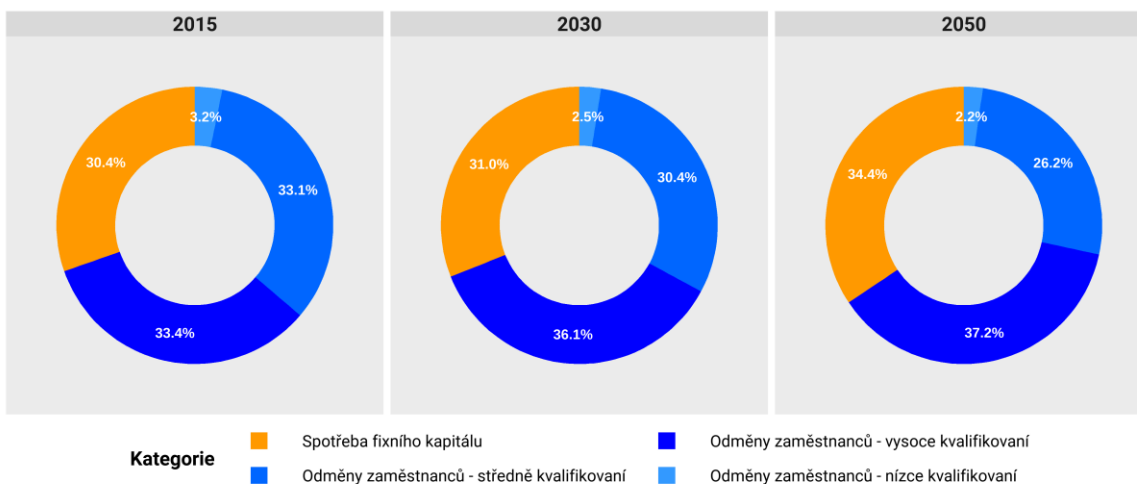
Obrázek 18: Náklady na kompenzaci pracovníků a spotřebu fixního kapitálu v souvislosti s modelovanými sektory a jejich dodavatelskými řetězci – relativní zastoupení, scénář CCS. Zdroj: vlastní zpracování, EXIOBASE 3 (Stadler et al., 2018) a další data uvedená v části 2.1.

Cirkulární



Obrázek 19: Náklady na kompenzaci pracovníků a spotřebu fixního kapitálu v souvislosti s modelovanými sektory a jejich dodavatelskými řetězci – relativní zastoupení, scénář Cirkulární ekonomika. Zdroj: vlastní zpracování, EXIOBASE 3 (Stadler et al., 2018) a další data uvedená v části 2.1.

BAU



Obrázek 20: Náklady na kompenzaci pracovníků a spotřebu fixního kapitálu v souvislosti s modelovanými sektory a jejich dodavatelskými řetězci – relativní zastoupení, BAU scénář. Zdroj: vlastní zpracování, EXIOBASE 3 (Stadler et al., 2018) a další data uvedená v části 2.1.

Kapitola 4. /

Sektorové dopady dekarbonizace na zaměstnance a zaměstnankyně

Cílem této části je pojmenovat největší výzvy v souvislosti s dekarbonizací, kterým budou nejzasáženější odvětví čelit z pohledu zaměstnávání a přípravy na transformaci. V návaznosti na identifikované nejzasáženější odvětví analyzujeme současnou připravenost zaměstnanců na změny na trhu práce. Ve studii jsme se věnovali primárně výrobnímu sektoru, jelikož je významným emitentem CO₂ a také zaměstnavatelem, od kterého se odvíjí struktura hospodářství s dosahem na sféru služeb a veřejného sektoru. V následující části popíšeme největší rizika a příležitosti dekarbonizace pro zaměstnance v odvětvích hutnictví, nekovové minerální výrobky, chemický průmysl a výroba motorových vozidel.

V každém ze sektorů popisujeme aktuální stav sektoru, modelované scénáře pro daný sektor, očekávané změny v zaměstnanosti v daném sektoru a popisujeme očekávané příležitosti a rizika pro zaměstnance v odvětví. V závěru podkapitoly ke každému sektoru zmiňujeme také příležitosti a rizika pro sociální dialog.

4.1. Výroba oceli a železa

Hutnictví je jedním z nejdůležitějších sektorů pro ekonomiku Česka, zejména jeho část zabývající se zpracováním ocele. Zaměstnává přímo 43 tis. zaměstnanců a nepřímo podle EXIOBASE databáze, ve které jsme modelovali dopady na odvětví, je to nepřímo až 94 345 zaměstnanců. Odvětví je klíčovým dodavatelem pro exportně orientovaná odvětví jako je automobilový průmysl, ale je strategickým dodavatelem také ve stavebním průmyslu a ve strojírenství.

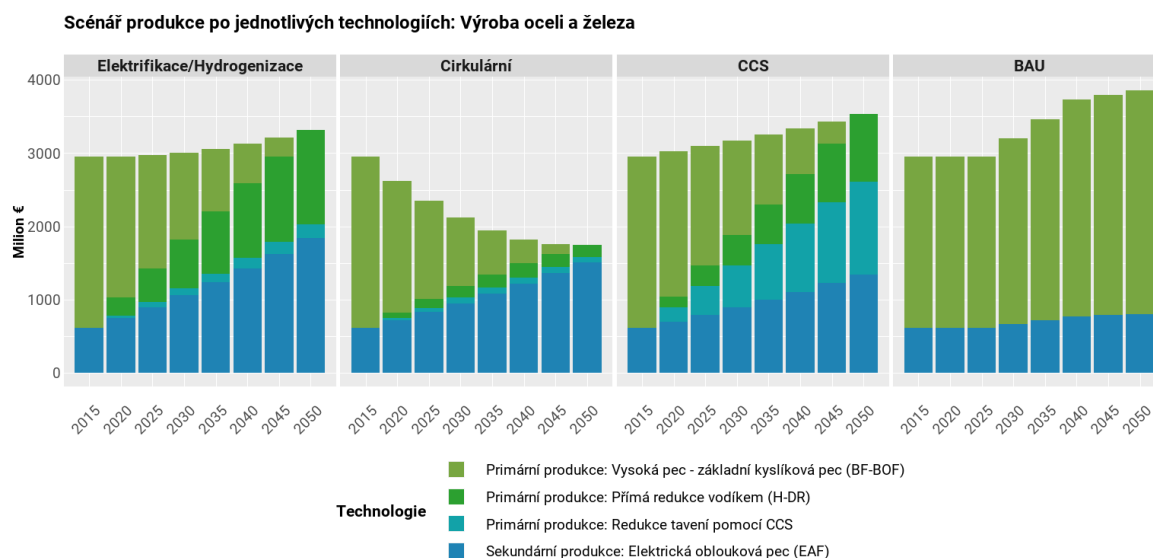
Hlavními odbytovými trhy českého ocelářství jsou země Evropské unie, zejména Polsko, Německo a Slovensko, kam se celkem vyváží více než 60 % produkce. V důsledku

dekarbonizace odvětví panují obavy o ztrátu konkurenceschopnosti na globálních trzích kvůli investiční náročnosti nových technologií. Odvětví má nejnvýraznější zastoupení v Moravskoslezském kraji, je tedy regionálně koncentrované s celonárodním významem.

Odvětví emituje 8 % emisí Česka, z čehož 80 % tvoří oxid uhličitý z redukce železných rud koksem ve vysokých pecích (MPO 2021). Za poslední desetiletí dokázaly podniky v odvětví významně redukovat množství emisí, a to zejména prostřednictvím významných investic do tržně dostupných technologií. Technologicky je tak odvětví na hranici svých současných možností z pohledu dekarbonizace a další redukce CO₂ vyžaduje radikální změny technologií a výrobních procesů. Ty si vyžadují velké investice a budou podle představitelů průmyslu energeticky náročné (MPO 2022, INT 4).

Modelované scénáře

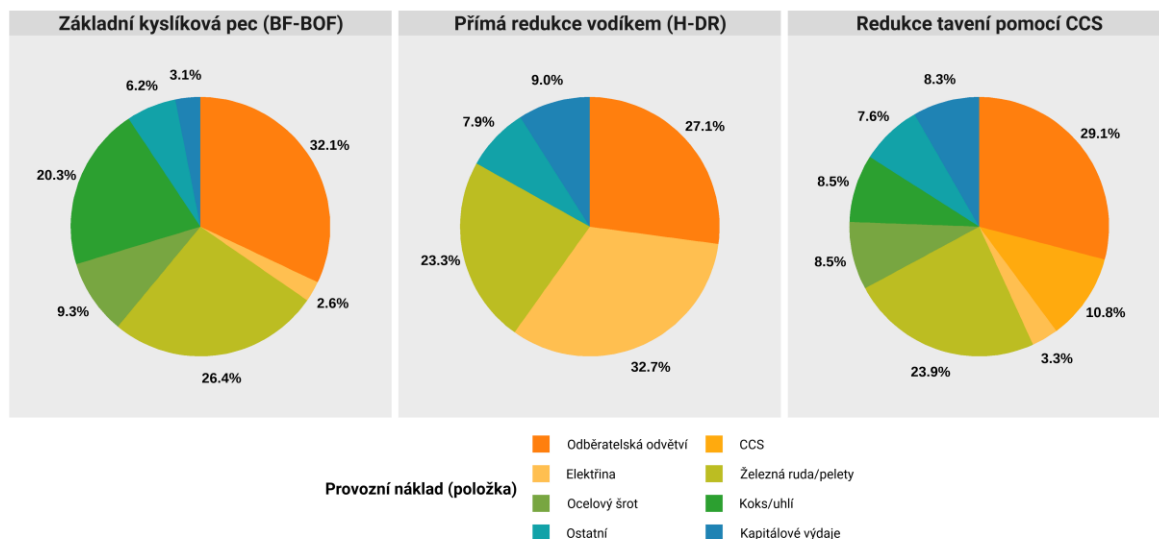
Celková produkce je u sektoru výroby oceli a železa odvozena na základě Baseline scénáře z (Material Economics, 2019, p. 72), a to u scénářů Elektrifikace/Hydrogenizace, CCS i BAU. Cirkulární scénář předpokládá další redukce ve výrobě ve výši 54 Mt díky zvýšené efektivitě využití materiálů – viz (Material Economics, 2019, p. 79). Podíl jednotlivých technologií je u Elektrifikace/Hydrogenizace určen New processes pathway, u Cirkulární ekonomiky scénářem Circular economy pathway, u CCS scénáře pak scénářem Carbon capture pathway (Material Economics, 2019, p. 90) a u BAU scénáře fixujeme podíl jednotlivých technologií na celkové produkci z výchozího roku.



Obrázek 21: Modelované scénáře – objem výroby oceli a železa. Zdroj: (Material Economics, 2019)

Z Obrázku 22 je patrná zvýšená spotřeba elektřiny při přímé redukci vodíkem a zvýšená kapitálová náročnost u redukce vodíkem a redukcí tavením pomocí CCS, což odkazuje na zvýšené investice do nových technologií.

Výroba oceli a železa



Obrázek 22 Vstupy u modelovaných technologií

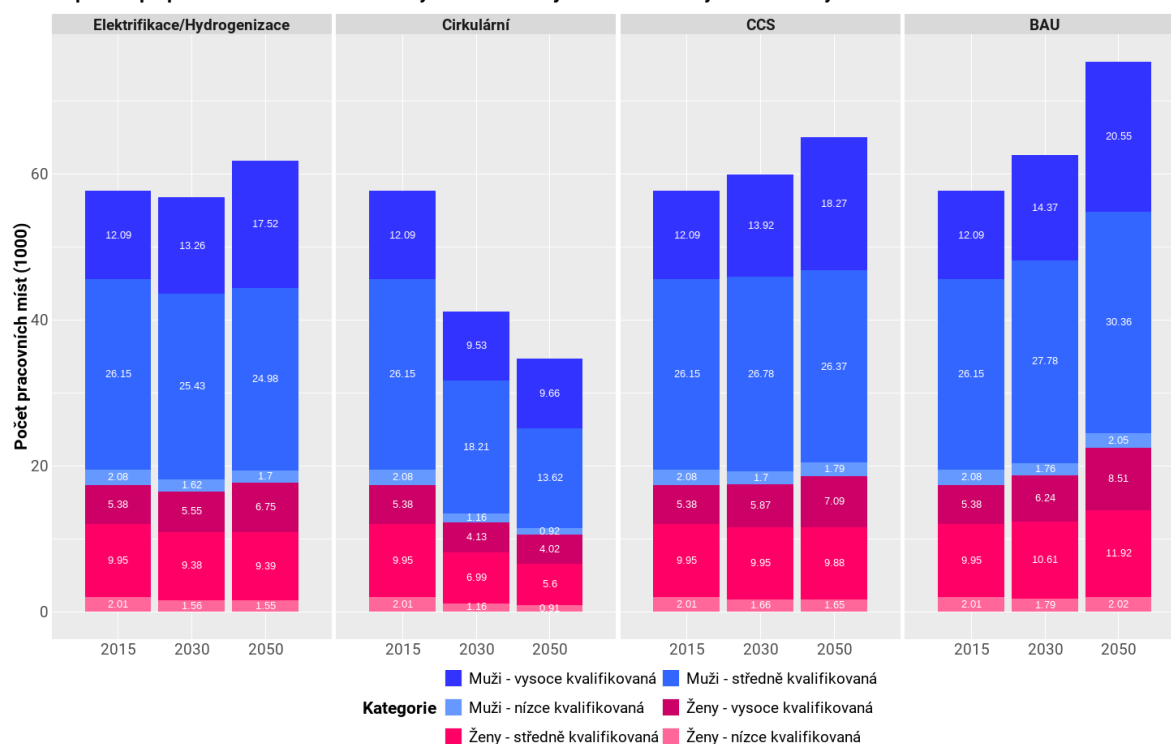
Do budoucna lze očekávat význam nárůstu recyklované oceli, což je další scénář, který pro odvětví uvažujeme. Respondenti v rozhovorech také zdůraznili, že recyklát bude hrát v odvětví významnou roli jako zdrojová surovina a zvýší konkurenci na trhu mezi železárnami (INT4). Podle představitelů průmyslu musely být dosavadní kroky směrem k dekarbonizaci odvětví revidovány navíc i z důvodů aktuální geopolitické situace, a to kvůli změnám v dodávkách uhlí a plynu. Již teď podniky masivně investují do modernizace výroby, požadovaná bezemisní výroba tak bude ještě mnohem náročnější, a to zejména kvůli nárokům na zdroje elektřiny.

Očekávané změny v zaměstnanosti podle scénářů

Dopady na poptávku po práci v odvětví zpracování oceli a železa jsou v dlouhodobé perspektivě pozitivní ve všech scénářích kromě cirkulárního, kde je předpoklad výrazného snížení jak produkce, tak zaměstnanosti, a to z důvodu významného podílu recyklátu v produkci. Nejvýraznější nárůsty jsou pak projektovány v základním scénáři, který ale s ohledem na závazky ČR není realistické očekávat.

Dekarbonizace pomocí nových technologií (H-DR, CCS) si také vyžádá kvalifikovanější pracovní sílu na úkor středně kvalifikovaných osob. Výrazný pokles poptávky po pracovní síle nastává u scénáře cirkulární ekonomiky, a to zejména u středně kvalifikovaných pozic.

Poptávka po práci indukovaná modelovaným sektorem a jeho dodavatelskými řetězci: Výroba oceli a železa



Obrázek 23 Poptávka po práci indukovaná modelovaným sektorem a jeho dodavatelskými řetězci

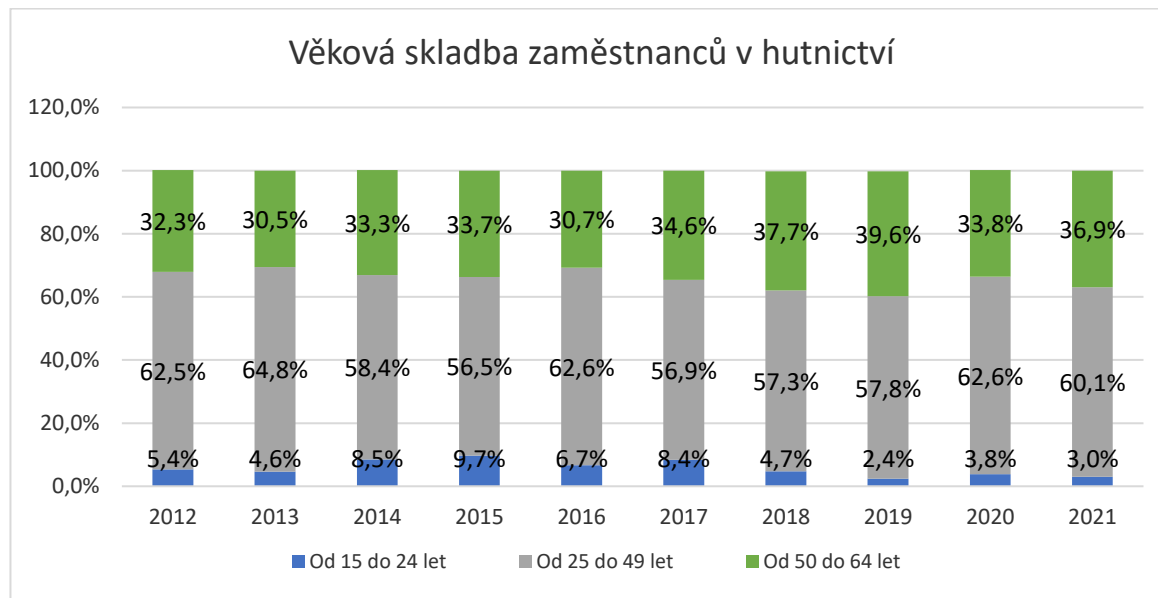
Rizika a příležitosti dekarbonizace pro zaměstnance

Kromě změn v poptávce po práci jsme ve studii mapovali i aktuální problémy odvětví. V současnosti se odvětví potýká s nedostatkem pracovních sil od nízkokvalifikovaných po ty vysokokvalifikované. Naznačují to rozhovory a výroční zprávy firem z odvětví. V důsledku nedostatku kvalifikovaných pracovníků se firmy snaží udržet stávající zaměstnance jednak vytvářením přijatelných pracovních podmínek a také nabídkou prohlubování jejich kvalifikace (např. Slévárna Kuřim, Ferramet). Firmy také často spolupracují se středními a vysokými školami a nabízejí odborné stáže pro studenty. Větší firmy v odvětví mají vlastní střední školy, ale i tam se potýkají s nízkým zájmem o studium z řad studentů (Třinecké železářny, Liberty steel Ostrava). Jednotlivé firmy v odvětví se snaží své zaměstnance proškolení a čerpají na tyto aktivity často prostředky z fondů EU na uhrazení nákladů školení a kompenzace mezd zaměstnanců po dobu školení (např. Společnost Liberty Ostrava).

Respondenti v odvětví potvrzují, že probíhající automatizace zlepšuje pracovní podmínky ve výrobě („Kdysi to dělali všechno ručně, dnes "joystickem z klimatizované kabiny", INT 4). Do budoucna by technologické změny mohly být příležitostí pro zkracování pracovního času, i když to by si v nepřetržitých provozech vyžadovalo pravděpodobně více pracovníků z důvodu nutného zvýšení počtu směn, což je aktuálně hlavní překážkou ve snahách o zkracování pracovního času (INT1).

Rizikem automatizace a dekarbonizace je vyloučení starších pracovníků z trhu práce. Odvětví již teď zaměstnává významný podíl starších zaměstnanců, například v Třineckých železářnách je průměrný věk 45 let (INT 4). V odvětví stoupá podíl lidí nad 50 let a dramaticky klesá podíl mladých do 24 let. Jejich podíl v roce 2015 byl 9 %, zatímco v roce 2021 jen 3 % (viz Obrázek 23). Pokud zaměstnanec nemá zájem o prohloubení kvalifikace,

jako řešení nabízí ve firmách přesun na jinou pozici za stávajících podmínek bez nutnosti proškolení nebo odstupné a odchod do důchodu. To může při masivnějších odchodech starších pracovníků vytvářet významnější tlak na prostředky zaměstnavatelů (odchodné) a taky na státní rozpočet (důchod), což potvrzuje příklad jedné z železáren, kdy nabídku pro odchod do předčasného důchodu využila většina z celkové stovky zaměstnanců, kterým byla nabídnuta (INT4).



Obrázek 24 Věková skladba zaměstnanců v hutnictví. Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování (lfsa_egan22d)

Nutnost rekvalifikací a vyhodnocování budoucích profilů zaměstnanců si uvědomuje odvětví na evropské úrovni, ale také aktéři v Moravskoslezském kraji, kteří jsou zapojeni do regionálních a evropských projektů zaměřených na implementaci ekosystému pro identifikaci budoucích potřeb odvětví (projekt Evropské aliance dovedností ESSA) nebo na aktuálně potřebné rekvalifikace (projekt TRAUTOM).

Za příležitost pro odvětví, ale i pro region, lze považovat aktivní spolupráci aktérů, včetně zapojení odborů. Odborově silné pracoviště jsou tak zapojeny do odvětvových a regionálních struktur, které facilitují dialog s Ministerstvem průmyslu a obchodu a také umožňují zapojení do významných evropských projektů (např. projekt ESSA). Představitelé odborů působících v regionu deklarují nadstandardní vztahy se zaměstnavateli i představiteli regionu, díky čemuž funguje jak kolektivní vyjednávání a sociální dialog na podnikové úrovni, tak také dialog na odvětvové a regionální úrovni. Dialog na širší regionální úrovni také pomáhá řešit protichůdné zájmy v odvětví, kdy je tlak části průmyslu (automobilky) na levný dovoz oceli brzděn výrobcí oceli a jejich snahou o zachování dovozních cel pro ocel (INT 4).

Budoucnost práce v odvětví

Dekarbonizace v odvětví je úzce navázána na digitalizaci, která s sebou přináší nové postupy ve výrobě. Pokročilé plánování a optimalizace produkce zvyšují produktivitu, snižují vliv lidského faktoru a umožňují včasné zjišťování odchylek a chyb, což znamená menší výrobní ztráty. Digitalizace umožní kratší a lépe plánované odstávky výroby a stejně tak strojům, aby se samy konfigurovaly (tzv. prediktivní údržba – zefektivní údržbářské práce). To vše zvyšuje efektivitu výroby.

Jak ukazuje naše predikce, digitalizace bude mít dopad na poptávku po práci. Ubyde nízkokvalifikovaných pozic, typicky pozic jako ruční obsluha specializovaných obráběcích strojů, přidávání materiálu do strojů s krátkým cyklem, nebo repetitivní úkony spojené s balením (Cheng, Westman, 2020). Předpokládá se větší poptávka po zaměstnancích s "novými", tzv. měkkými dovednostmi, jako jsou např. schopnost řešit komplexní problémy, kritické myšlení, kreativní myšlení, flexibilita, ochota pro celoživotní učení a podobně (World Economic Forum, 2020). V neposlední řadě může automatizace a digitalizace pomoci zlepšit bezpečnost pracujících na pracovišti (jak se ukázalo i v provedených rozhovorech).

Práce se bude posouvat od činností závislých na aktivitě a dozoru člověka k plně automatizované výrobě, spíše však v dlouhodobém horizontu. Z hlediska úrovně kvalifikace se pozice polarizují, budou mizet středně kvalifikované pracovní pozice (resp. je budou přebírat stroje) a bude stále přibývat pozic s vyšší kvalifikací (viz scénáře pro zavádění technologií pro dekarbonizaci H-DR a CCS). Už dnes existuje mnoho pracovních míst, které je těžké obsadit kvůli tomu, že pracující nemají dostatečnou kvalifikaci. Některé nejméně kvalifikované pozice přežijí, zejména ty v malých a středních podnicích, některé se tzv. "upgradují" nebo modernizují. Nové pozice v ocelářském průmyslu se budou tvořit zejména v IT a data science. Digitalizace také umožní nové typy organizace práce, např. tzv. crowdsourcing, resp. crowdworking (Branca et. al, 2020)

Shrnutí: rizika a příležitosti dekarbonizace v odvětví

Hutnictví je jedním z odvětví, které pro dekarbonizaci bude potřebovat nemalé finanční prostředky. Kvůli tomu je budoucí podoba značně nejistá jak z pohledu existence firem, tak z pohledu změn v pracovních podmínkách.

Naše tři hlavní scénáře ukazují, že zavádění nových technologií kvůli dekarbonizaci bude pro zaměstnance znamenat snížení poptávky po práci středně kvalifikovaných pracovních pozic a zvýšení poptávky po vysoce kvalifikovaných zaměstnancích. Scénář výraznějšího zavádění oběhového hospodářství také znamená nejvýraznější pokles poptávky po práci kvůli snížené produkci. V ostatních scénářích předpokládáme mírný růst zaměstnanosti v odvětví.

Pro zaměstnance bude dekarbonizace znamenat následující příležitosti:

- Potenciální zlepšení náročných pracovních podmínek spojených zejména s další digitalizací a automatizací výroby (zejména zkrácování pracovního času).
- V případě udržení výroby v Česku zvýšení znalostní základny a možnost dalšího rozvoje implementace nových technologií, případně výzkumu a vývoje v této oblasti.
- Opětovné zvýšení zájmu u mladých lidí o práci ve výrobě, která bude výrazně automatizována a digitalizována.

Na druhou stranu, zaměstnanci budou čelit rizikům:

- Dá se očekávat, že zejména pracovníci nad 50 let, kteří tvoří až 37 procent zaměstnanosti (18 tis. zaměstnanců) v odvětví, budou čelit riziku ztráty zaměstnání.
- Věková kohorta mezi 25 a 49 lety bude procházet rekvalifikací možná i mimo svůj obor a bude tak vystavena výraznému riziku (dočasné) ztráty zaměstnání.

- Stagnace nebo jenom inflační zvyšování mezd v důsledku potřeby výrazných investic do nových technologií.
- Zvyšující se podíl digitální práce, která může být prekarizována (crowdsourcing a crowdworking).

Příležitosti a rizika pro odbory a sociální dialog:

- Příležitost organizovat členy s vysokoškolským vzděláním, jelikož jejich počet v odvětví bude narůstat.
- Riziko malých úspěchů v kolektivním vyjednávání kvůli vysokým kapitálovým investicím v odvětví.

4.2. Výroba cementu, vápna a sádry

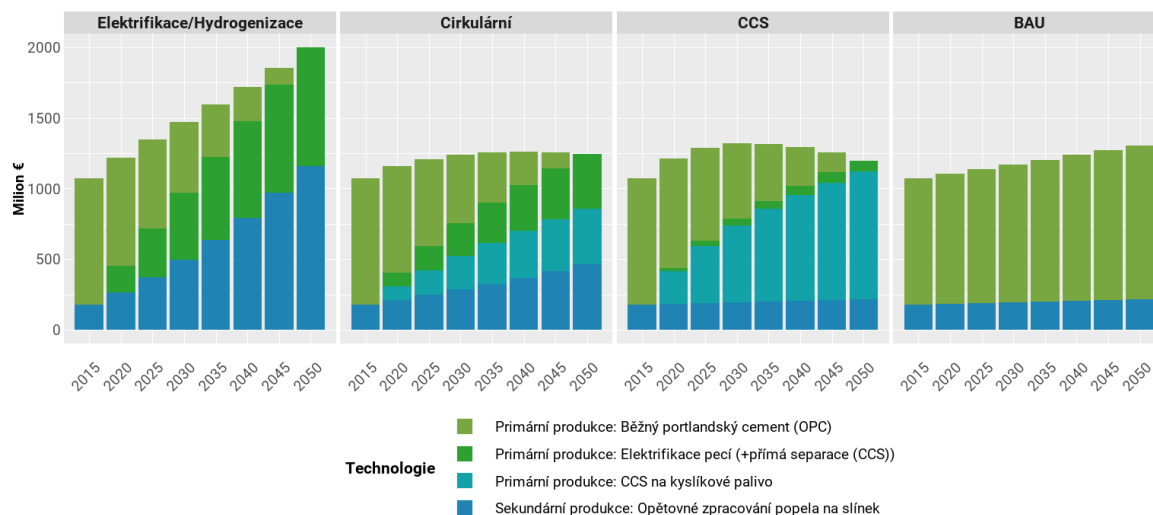
Pro sektor výroby stavebních hmot, podobně jako pro další významné průmyslové sektory v ČR, je další produkce v souladu se snahou o hlubokou dekarbonizaci ekonomiky velkou výzvou. V současnosti jsou ve výrobě stavebních hmot emise CO₂ nutnou součástí nejen z hlediska energetické náročnosti a typu paliv, ale také proto, že CO₂ je produktem samotných výrobních procesů při proměně surovin a materiálů. Obecně je tedy možné v tomto odvětví emise snižovat (např. zvýšením technologické efektivity při výrobě a zachycování uhlíku nebo použitím míň emisně náročných paliv), ale úsilí na to vynaložené musí být mnohem větší. Proto je pro tento sektor zásadní zaměřit se na největší možnou dekarbonizaci celého stavebního cyklu a také na důslednou recyklaci stavebních materiálů.

V odvětví pracuje téměř 57 000 zaměstnanců a je rozšířen v podstatě po celé republice. Přispívá přibližně 6 % k celkovým emisím ČR, což z něj dělá jeden z nejvíce CO₂ emitujících průmyslů. Asi polovinu z toho tvoří emise z výroby cementu, na druhém místě je výroba vápna a následně s malým podílem sklo a keramika (MPO 2022).

Modelované scénáře

Výchozí podíl produkce je u sektoru výroby cementu odvozen ze studie (van Ruijven et al., 2016). U všech scénářů kromě Cirkulární ekonomiky je výše celkové produkce pro modelované roky odvozena od Baseline scénáře z (Material Economics, 2019, p. 162). Cirkulární scénář bere v potaz redukce o celkem 121 Mt celkové produkce ve Stretch scénáři (scénář spočívající v redukci objemu celkové primární výroby pod vlivem vyšší recyklace materiálů) (Material Economics, 2019, p. 166). U scénáře Elektrifikace/Hydrogenizace je podíl jednotlivých technologií určen New processes pathway, u scénáře Cirkulární ekonomika jsou podíly odvozeny z Circular economy pathway, u CCS scénáře pak z Carbon capture pathway (Material Economics, 2019, p. 182), u BAU scénáře fixujeme podíly jednotlivých technologií na výrobě z výchozího roku. Relativně vyšší náklady (nikoli ovšem objem) produkce ve scénáři Elektrifikace/Hydrogenizace (viz Obrázek 24) jsou způsobeny rostoucím podílem sekundární (recyklované) produkce, která je relativně dražší, zatímco však nedochází k redukci celkového objemu výroby, jako tomu je u Cirkulárního scénáře (který jinak rovněž využívá vyššího podílu sekundární produkce).

Scénář produkce po jednotlivých technologiích: Výroba cementu, vápna a sádry

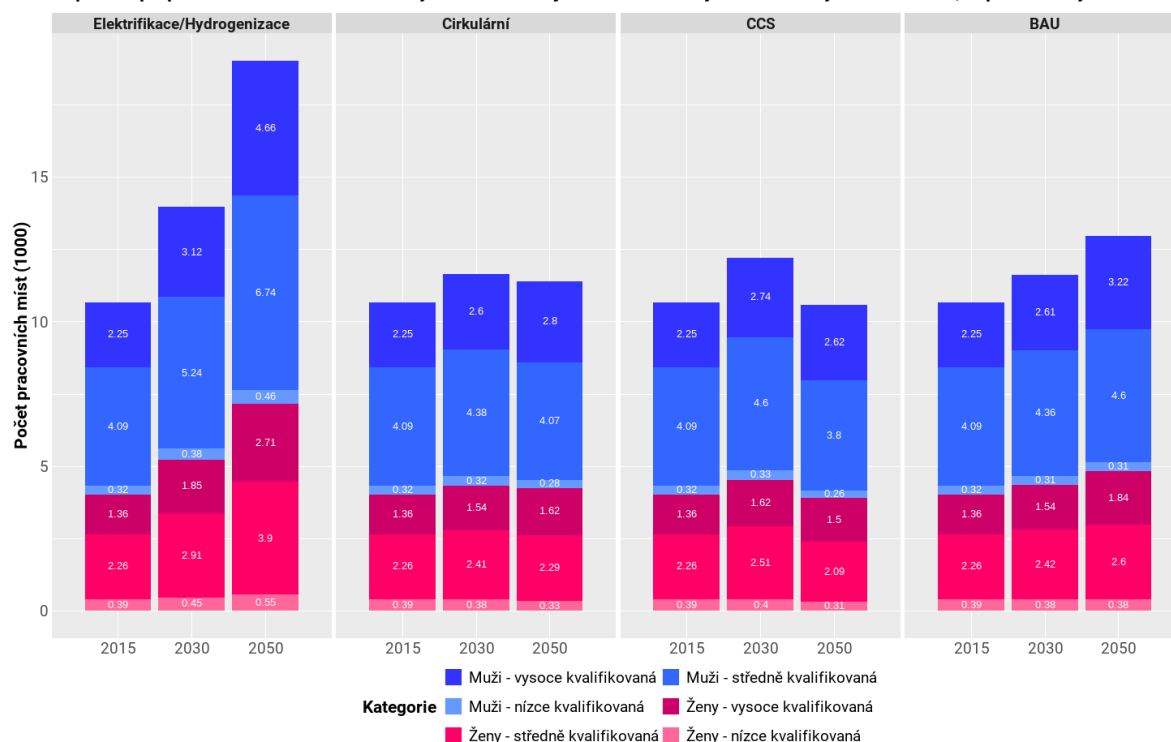


Obrázek 25: Modelované scénáře – výroba cementu, vápna a sádry. Zdroj: (Material Economics, 2019; van Ruijven et al., 2016)

Očekávané změny v zaměstnanosti podle scénářů

V souladu s předpoklady produkce v jednotlivých scénářích se poptávka po zaměstnanosti výrazně odlišuje ve scénáři elektrifikace. U ostatních dvou scénářů pro dekarbonizaci je ze střednědobého hlediska poptávka po práci vyšší oproti základnímu scénáři, což je způsobeno výraznější investiční aktivitou, ale z dlouhodobého hlediska zaměstnanost mírně klesá oproti BAU scénáři. Kompozice pracovní síly se v cirkulárním ani CCS scénáři nijak výrazně nemění, významnější změny jsou jen při výrazné elektrifikaci sektoru. V důsledku výrazné investiční aktivity se očekává nárůst pracovních míst přímo i nepřímo.

Poptávka po práci indukovaná modelovým sektorem a jeho dodavatelskými řetězci: Výroba cementu, vápna a sádry



Obrázek 26 Poptávka po práci indukovaná modelovaným sektorem a jeho dodavatelskými řetězci: Výroba cementu, vápna a sádry

Rizika a příležitosti dekarbonizace pro zaměstnance

Existuje několik studií, které se zaměřují primárně na technologické aspekty dekarbonizace ve stavebnictví v ČR. Za jeden z poměrně inovativních příkladů může být považována publikace vypracovaná Svazem výrobců cementu nazvaná *RoadMap dekarbonizace českého cementářského průmyslu* (2022). Pokládá si důležitou otázku, jak omezit negativní aspekty produkce cementu a betonu na životní prostředí, i když Česká republika vyrábí přibližně jen 2% z množství cementu v EU (Svaz výrobců cementu, 2022). Dokument poukazuje na technologické možnosti v lokálním kontextu, nenajdeme tam ale mnoho o účinku těchto dekarbonizačních opatření na pracovní trh.

Z rozhovorů vyplynulo, že v sektoru zpracování stavebních hmot historicky docházelo z důvodu postupné automatizace ke snižování počtu zaměstnanců a tento trend sledujeme také v souvislosti se snahou o dekarbonizaci a digitalizaci odvětví (INT 5). Zatím se ale nejedná o drastické snižování na úkor zaměstnanců a pracovní místa odbory vnímají jako dobře zaplacené se slušnými pracovními podmínkami (INT 3). Fluktuace je nízká, zaměstnanci mění pozici jen v rámci mateřské firmy nebo odcházejí do dalších průmyslových podniků. Paradoxně, dekarbonizací a geopolitickou situací nejvíc ohrožení se zdají být zaměstnanci v podnicích, které vypouští nejméně emisí: „*V našem odvětví (cementářství, pozn. autora) nepotřebujeme skoro vůbec plyn, na rozdíl od jiných. My jsme v klidu, dekarbonizaci připravujeme, dává nám to schopnost edukovat projektanty a stavaře. Hůře jsou na tom keramici a skláři, výpal skla je plynem, plynový šok způsobí zavírání.*“ (INT5)

Spolu s technologickými inovacemi budou samozřejmě potřebné i změny v kvalifikacích. „*Zatím ve výrobě stavebních hmot není problém sehnat kvalitního a zkušeného pracovníka, do budoucna ale očekáváme výraznější potřebu rekvalifikací.*“ (INT 5). To se ve výrobě stavebních hmot nejvíce jeví jako výrazný problém, protože nízká fluktuace naznačuje ochotu pracujících zdokonalovat se a navštěvovat různé bezpečnostní i odborné školení. „*Na fabrikách existuje systém porad, lidi jsou informováni, i generálním ředitelem. Jsou posíláni i na 3 měsíce do mateřských firem, kde funguje už nová technologie, aby se to naučili.*“ (INT 3). Vzdělávání a rekvalifikační kurzy jsou tak zajišťovány hlavně zaměstnavateli a zároveň kolektivní smlouvy mají často upraveny podmínky pro uvolňování zaměstnanců ke vzdělávání. Nároky na kvalifikace se každopádně postupně budou měnit a zvětšovat: „*Na stavbě kdysi mistr potřeboval SŠ, teď už spíše VŠ.*“ Obecně v odvětví pozorujeme nižší zájem o nematuritní obory, naopak díky digitalizaci a působení některých stavebních asociací se začíná postupně projevovat větší zájem o odborné stavební školy a fakulty, kde dochází i k rekvalifikačním dospělých.

S ohledem na modelovanou poptávku po práci jsou zjištění z rozhovorů v souladu s předpokládanou budoucí kompozicí pracovní síly. Ta je již v současnosti stabilizovaná a predikované změny jsou nejméně výrazné ze všech modelovaných sektorů.

Budoucnost práce v odvětví

Trend digitalizace a automatizace je patrný i v cementářském průmyslu a míří k obrazu, kde všechny činnosti bez vyšší přidané hodnoty budou automatizovány a zaměření bude na činnosti s vyšší přidanou hodnotou (McKinsey, 2020) Digitalizace může způsobovat, že bude

potřeba méně pracujících přímo na pracovišti, manažeři budou spolupracovat a řídit procesy vzdáleně. Investice do nových technologií ale může znamenat krácení nákladů jinde, v tomto případě na pracujících. Může docházet ke tzv. kontraktualizaci – nahrazování klasického zaměstnaneckého vztahu jinými typy pracovních vztahů, bez výhod a jistot, které jsou se zaměstnaneckým poměrem spojené. Proces ozeleňování cementářenského průmyslu tedy může znamenat produkci “horších” pracovních míst s horšími podmínkami (ILO, 2014). V Evropě může průmysl potenciálně vytvořit desítky tisíc pracovních pozic, je ale výzvou, aby to nebyly pozice s horšími pracovními podmínkami. Obecně transformaci nejlépe ustojí kvalifikovaní pracující se silnými odbory (ITUC, 2019).

I v cementářenském průmyslu budou vznikat pozice pro tzv. “zelené límečky”, resp. se staré pozice budou “ozeleňovat”. V praxi to znamená proces zavádění nových dovedností na mapu dovedností pracovní síly, která už v sektoru existuje. Podpůrné pozice (jako finance, management, administrativa, lidské zdroje), jako i v jiných průmyslových odvětvích, spíše procesem ozeleňování ovlivněné nebudou.

Shrnutí: rizika a příležitosti dekarbonizace v sektoru výroby stavebních hmot

Příležitosti pro zaměstnance

- Zvýhodnění oproti jiným zaměstnancům, úroveň digitalizace a automatizace je ve většině podniků na vysoké úrovni, další významné změny v kompozici pracovní síly nelze očekávat
- Tvorba pracovních míst pro tzv. zelené límečky

Rizika pro zaměstnance

- Podle modelovaných scénářů možný výrazný pokles pracovních míst v sektoru
- Možná prekarizace digitalizované práce (tzv. kontraktualizace)
- Výrazná potřeba rekvalifikací s ohledem na nové technologie

Příležitosti a rizika pro sociální dialog

- Výzvou bude integrace IT zaměstnanců do svých organizací
- Do budoucna potřeba zakomponovat detailnější ustanovení o vzdělávání zaměstnanců, zejména s ohledem na čas strávený vzděláváním
- Pro dosažení lepších výsledků v kolektivním vyjednávání bude důležitá mezinárodní odborová spolupráce s ohledem na výrazný podíl zahraničních vlastníků v odvětví

4.3. Chemická výroba (výroba plastů a dusíkatých hnojiv)

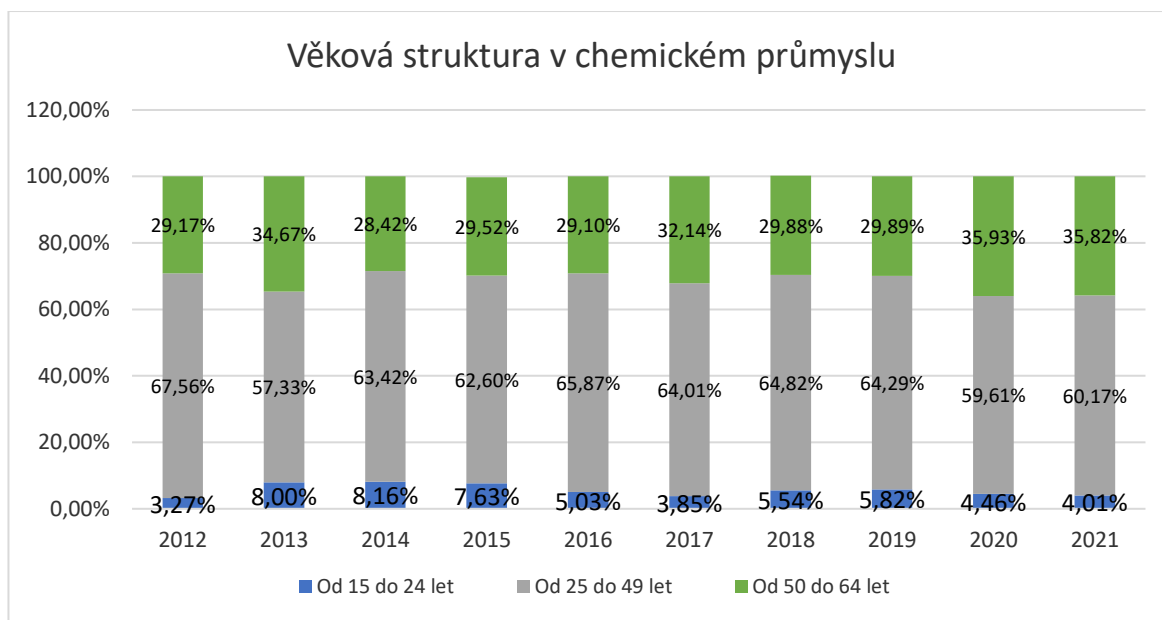
Obor chemie je z pohledu výroby diverzifikovaný sektor, pro účely modelování v kvantitativní části jsme se zaměřili na úzce definovaná odvětví Výroba plastů a Výroba dusíkatých hnojiv. U těchto sektorů vzniká výrazné množství emisí a zároveň na sebe vážou značnou část nepřímé zaměstnanosti (viz část 2.1). Pro účely rozhovorů jsme uvažovali o širěji definovaném odvětví výroby chemických látek, kam spadají statisticky definované sektory Výroba chemických látek a chemických přípravků (NACE 20), Výroba základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků (NACE 21) a Výroba pryžových a

plastových výrobků (NACE 22). Celkově tyto tři sektory zaměstnávají 144 tisíc lidí. Zatímco v prvních dvou sektorech zaměstnanost v posledních sedmi letech (mezi 2014 a 2021) klesala o 8 a 14 procent, v případě farmaceutických výrobků zaměstnanost stoupla o 31 procent (ČSÚ 2022).

Energetická náročnost výroby společně s tvorbou emisí jak při získávání energií k výrobě, tak při výrobě samotné, dělá z chemického sektoru velmi náročně dekarbonizovatelné odvětví (SUSchem 2021, MPO 2022, CETA 2022). Odvětví samotné již implementovalo většinu dostupných technologií, což vedlo ke snížení emisí o přibližně 30 procent oproti roku 1990, další možnosti snižování jsou však podle představitelů průmyslu omezené (INT 2, CETA 2022). V současnosti je podíl chemického průmyslu na celkových emisích 5,5%.

Odvětví je územně diverzifikováno, většina firem v odvětví v Česku je v zahraničních rukou. Na úrovni sektoru neexistuje strategie, jednotlivé podniky hledají vlastní cesty, jak emise snižovat. Je to z důvodu rozmanitosti výroby, ale také z důvodu různorodosti vlastníků. „Zahraniční vlastnictví, pokud vlastník nechce investovat, tak tady není síla, která by s tím něco udělala“ (INT2).

I když se pracovní podmínky v chemickém průmyslu významně proměnili, zájem o práci v sektoru mezi mladými lidmi klesá. Aktuálně tvoří mladí lidé do 24 let v sektoru jen 4 procenta zaměstnanců, zatímco v roce 2014 to bylo 8 procent. Zrcadlově k tomuto trendu se zvyšuje podíl lidí nad 50 let, a to z 28 procent v roce 2014 na téměř 36 procent v roce 2021 (viz graf). Dlouhodobě snižující se zájem o chemické obory není ojedinělý jen v Česku, ale podobné problémy zažívá sektor všude v Evropě. Kromě demografických změn a prodlužování období vzdělávání mladých lidí je příčinou také specifikum chemického sektoru, kde není možné zapojit mladé lidi ve věku 16 až 18 let do praktické přípravy, a to kvůli předpisům o bezpečnosti práce, které nedovolují lidem do 18 let nakládat s vybranými chemikáliemi.



Obrázek 27 Věkové složení zaměstnanců v chemickém průmyslu

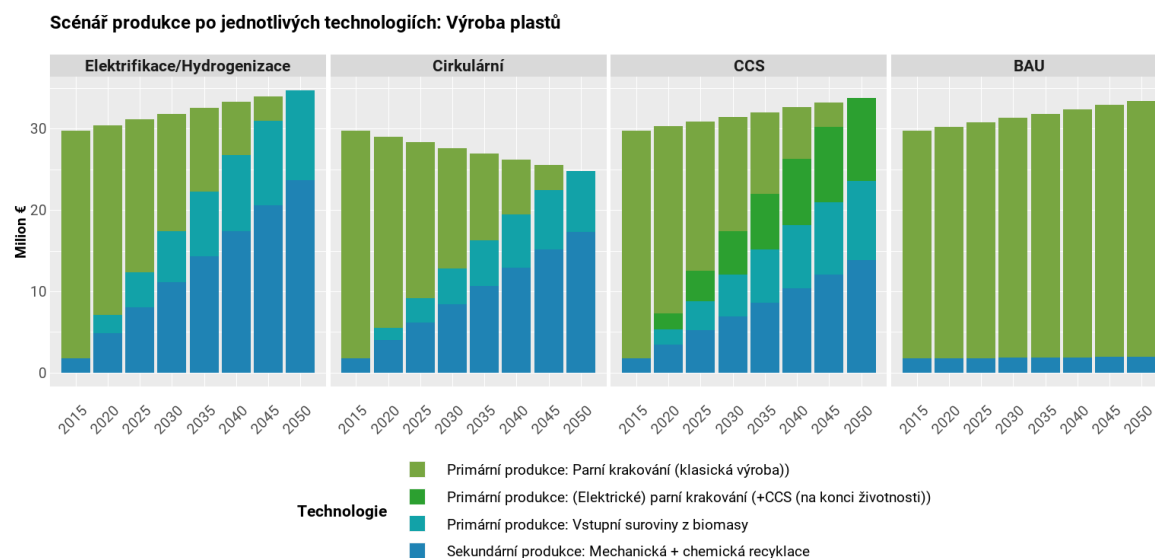
Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování (lfsa_egan22d)

Modelované scénáře

Současné úvahy o dalším snižování emisí směřují zejména ke zdrojům energií pro výrobu, jelikož výroba využívá zejména fosilní zdroje paliv. V současnosti existuje několik způsobů, jak emisní náročnost ve výrobě snižovat:

- náhrada uhlí nízkoemisním palivem,
- využití biometanu jako paliva,
- využití vodíku jako paliva,
- užití elektřiny z OZE,
- náhrada fosilního vodíku nízkoemisním,
- rekuperace tepelné energie.

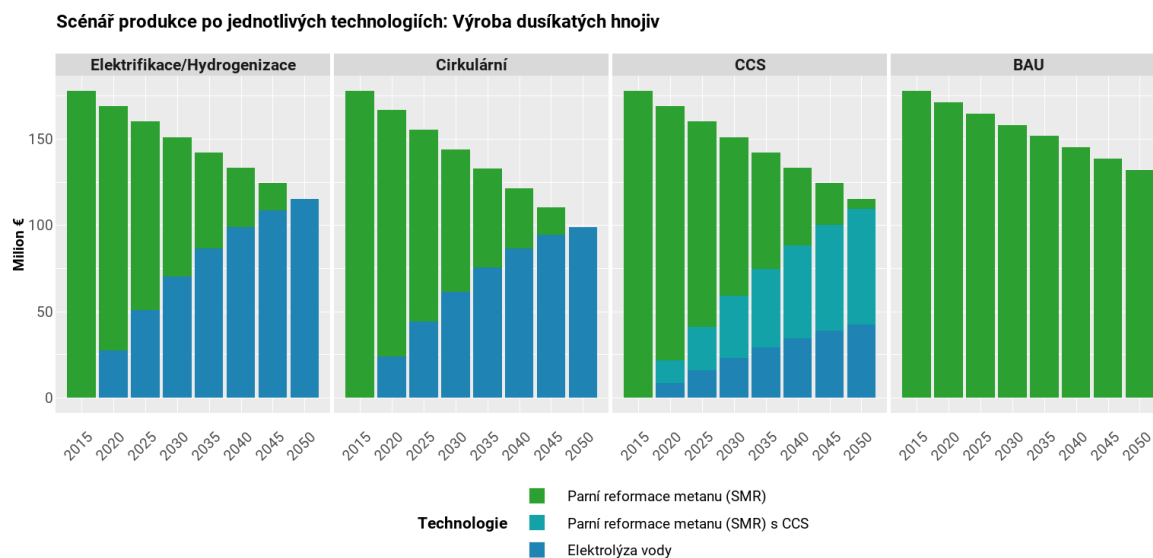
V našem modelu jsme uvažovali o těchto technologiích a roztřídili je do třech scénářů: elektrifikace/hydrogenizace, cirkulární scénář a carbon capture and storage scénář (CCS). V sektoru výroby plastů je celková produkce určena kromě Cirkulárního scénáře „Baseline“ scénářem (report jej takto neoznačuje explicitně) (Material Economics, 2019, p. 102). U Cirkulárního scénáře jsou započítány redukce výroby díky materiálové efektivitě a recyklaci o 13 Mt uvedené v (Material Economics, 2019, p. 119). Podíl jednotlivých technologií je pak u scénáře Elektrifikace/Hydrogenizace určen New processes pathway, u CCS scénáře Carbon capture pathway, u Cirkulárního scénáře Circular economy pathway (Material Economics, 2019, p. 133), u BAU scénáře fixujeme podíl produkce pomocí jednotlivých technologií z výchozího roku.



Obrázek 28: Modelované scénáře – výroba plastů. Zdroj: (Material Economics, 2019)

Podobně u Výroby dusíkatých hnojiv odpovídají scénáře Elektrifikace/Hydrogenizace, CCS a BAU celkové produkci Baseline scénáře z (Material Economics, 2019, p. 148,151). U scénáře Cirkulární ekonomika je celková produkce určena Baseline scénářem se započtením redukce produkce díky větší efektivitě produkce a zvýšené recyklaci materiálů a tím i produktů daného odvětví (Material Economics, 2019, p. 151). Scénáře zapracované do modelu nepočítají – až na výjimku Cirkulárního scénáře – s celkovým snížením produkce. Podíl jednotlivých technologií je u scénáře Elektrifikace/Hydrogenizace určen scénářem New processes pathway, u CCS scénáře pak scénářem Carbon capture pathway, u Cirkulárního

ekonomiky odpovídajícím scénářem Circular economy pathway (Material Economics, 2019, p. 148,151); scénář BAU drží fixovaný podíl jednotlivých technologií z výchozího roku.



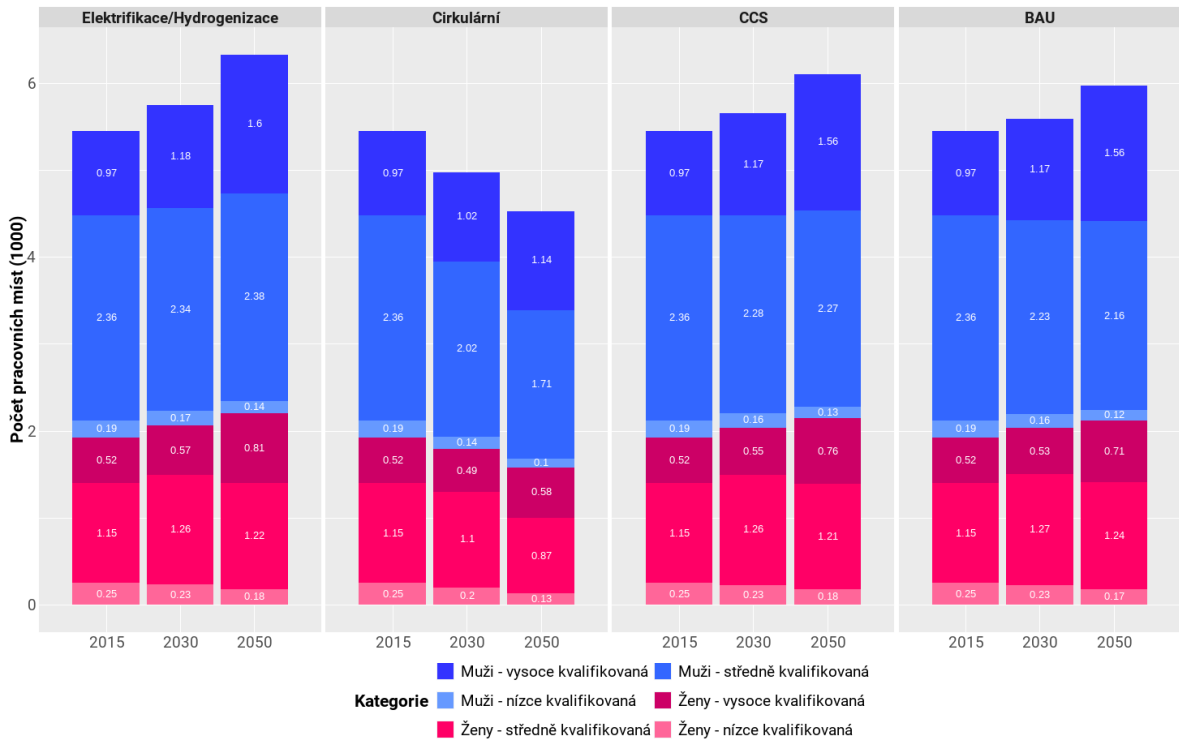
Obrázek 29: Modelované scénáře – výroba dusíkatých hnojiv. Zdroj: (Material Economics, 2019)

Všechny tyto způsoby by znamenaly snížení emisí ze spalování vstupních zdrojů energií, ale jsou investičně náročné, což může do budoucna ovlivnit konkurenceschopnost některých výrobců a změnu skladby vyráběných produktů. Důležitým faktorem rychlosti změn budou ceny povolenek, které mají na jednu stranu usměřit investiční aktivitu směrem k snižování emisí, avšak při příliš vysoké ceně mohou být pro podniky likvidační (MPO 2022). Růst cen energií v roce 2022 již pro podniky znamená snižování produkce energeticky nejnáročnějších produktů. Jelikož je sektor chemie dodavatelem do dalších sektorů, zejména do zemědělství, automobilového průmyslu a do stavebnictví, přelije se nárůst nákladů i do těchto odvětví (CETA 2022).

Očekávané změny v zaměstnanosti podle scénářů

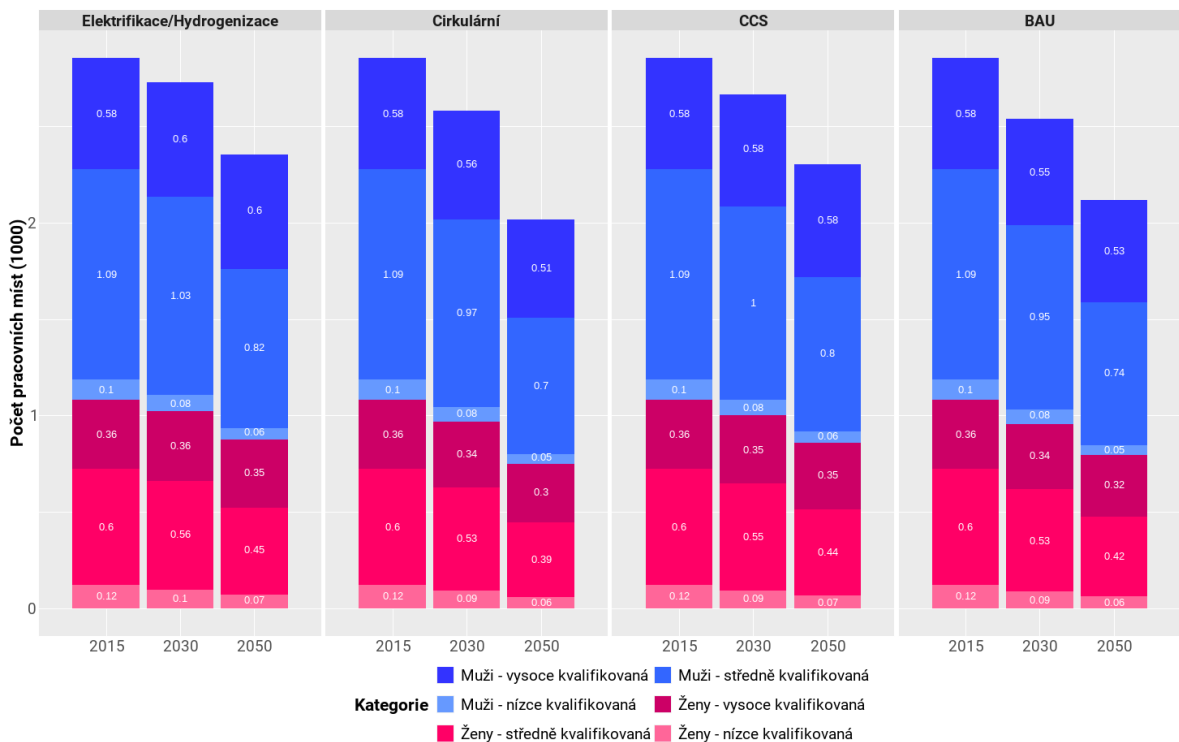
V modelovaných sektorech (výroba plastů a výroba dusíkatých hnojiv) se jednotlivé scénáře vývoje poptávky po práci odvíjí od vstupních předpokladů. Cirkulární scénář v obou sektorech přináší nejrazantnější snížení pracovních míst, zatímco u dalších dvou scénářů v odvětví výroby plastů se očekává spíše nárůst zaměstnanosti. Pokles zaměstnanosti v sektoru dusíkatých hnojiv se předpokládá u všech scénářů. Jde z pohledu zaměstnanosti o méně významná odvětví, ovšem s výraznými sekundárními dopady na zaměstnanost v návazných odvětvích.

Poptávka po práci indukovaná modelovaným sektorem a jeho dodavatelskými řetězci: Výroba plastů



Obrázek 30 Poptávka po práci indukovaná modelovaným sektorem a jeho dodavatelskými řetězci: Výroba plastů

Poptávka po práci indukovaná modelovaným sektorem a jeho dodavatelskými řetězci: Výroba dusíkatých hnojiv



Obrázek 31 Poptávka po práci indukovaná modelovaným sektorem a jeho dodavatelskými řetězci: Výroba dusíkatých hnojiv

Rizika a příležitosti dekarbonizace pro zaměstnance

Evropské cíle snížení emisí o 55 % do roku 2030 oproti roku 1990 znamenají pro odvětví těžko splnitelný úkol, který může způsobit snížení zaměstnanosti v odvětví (INT2). Obecně v odvětví pracuje významné množství středně a vysokokvalifikovaných zaměstnanců, kteří na svých pozicích zůstávají a průběžně se dál vzdělávají přímo u zaměstnavatele. Aktéři sektoru se neobávají o ztrátu pracovních míst v důsledku technologických změn samotných, protože ty probíhají v sektoru neustále a pracovníci jsou zvyklí se jim přizpůsobit (INT2). Podobně konstatuje i evropský průzkum aktérů v chemickém průmyslu z roku 2019 o digitálních kompetencích, kdy označuje první vlnu digitalizace v sektoru za ukončenou a základní digitální kompetence zaměstnanců za postačující (Prognos 2019).

Větší obavy panují nad ztrátou pracovních míst v důsledku regulací, snížení produkce a situace na trzích s energiemi. Podle studie proveditelnosti CETA (2021) pro Svaz chemického průmyslu implementace cílů Zelené dohody pro Evropu přijde v sektor v Česku do roku 2030 o 11 až 32 tisíc pracovních. Výpočet ale pracuje s odhady aktérů v sektoru, tedy je založen na momentální náladě aktérů v chemickém průmyslu.

Náš model odhaduje nižší pokles pracovních míst a mírnější dopady dekarbonizace na sektor v případě výroby plastů a výraznější poklesy v zaměstnanosti v případě výroby dusíkatých hnojiv. Naše výsledky jsou ale úžeji sektorově zaměřeny, a i v důsledku jinak zvolených metodik nelze tyto výsledky srovnat. Dekarbonizace chemického sektoru také neprobíhá izolovaně a je potřeba vnímat změny komplexně, zejména v kontextu digitalizace a také současné situace na trzích s energiemi. Propočty potenciálních ztrát pracovních míst pro jeden sektor tak mohou být zavádějící, protože v jiných sektorech, zejména v energetice, budou pracovní příležitosti růst (Černý et al 2022).

Vývoj v sektoru chemie také závisí na vývoji nových technologií a také na přístupu k nakládání s chemickými látkami v jiných odvětvích a jejich recyklaci. Organizace SUSCHEM odhadla potřebu investic na modernizaci a inovace výrobní základny českého chemického průmyslu v období 2021-2030 na přibližně na 29 mld. Kč (SUSCHEM 2020). I když v sektoru chemie působí mnoho firem s vlastním výzkumem, celkově je výzkum a vývoj v odvětví poddimenzován vůči přidané hodnotě, kterou tvoří, podle SUSCHEM jen 1,89% z vytvořené přidané hodnoty jde do výzkumu. Prostředky na výzkum tak pocházejí i z veřejných zdrojů, zejména fondů EU.

Budoucnost práce v odvětví

Otázka je také podoba pracovních podmínek do budoucna. Zatímco evropský průzkum mluví o změnách pracovních podmínek směrem k další digitalizaci práce a tedy i častější práci na dálku, respondenti v našich rozhovorech nepovažují změny pracovních podmínek v důsledku digitalizace za významné (INT2). Důvodem může být výraznější koncentrace výrobních aktivit v Česku, které vyžadují přítomnost na pracovišti. Nejdůležitější agendou v souvislosti se změnami pracovních podmínek v sektoru v Česku je tak zkrácení pracovního času (INT2). To je kvůli směnnosti provozu a nedostatku pracovních sil zatím nemožné implementovat, do budoucna však odbory plánují usilovat o ještě výraznější zkrácení času než je současných 37.5 hodiny pro sektor podle sektorové kolektivní smlouvy.

V chemickém průmyslu se nástroje průmyslu 4.0 budou používat zejména k údržbě infrastruktury a prediktivní údržbě a tím i snížení nákladů na údržbu, ke snížení spotřeby energie, snížení množství odpadu. Stejně tak je pravděpodobné hojnější využívání

tzv. digitálních dvojčat. Jak se budou zvyšovat objemy sesbíraných dat o produkci, očekává se i intenzivní využívání datové analýzy, umělé inteligence a samorozhodovacích algoritmů. Očekávaný benefit automatizace pro pracující je eliminace rutinních, nebezpečných, zdraví ohrožujících nebo namáhavých činností. (ILO, 2013).

Do budoucna se očekává zejména zvýšená poptávka po středně a vysoce kvalifikovaných pozicích v oblasti výzkumu a vývoje a ve výrobě, a to v oblastech modelování procesů, ve výzkumu a zpracování nízkohořlavých plastů a nanomateriálů. Nejžádanější pozice budou specialista modelování procesů/statistik, technolog výroby, vývojový specialista operátor strojů na zpracování plastů, nebo laborant (Kompetence 4.0, karta budoucích povolání Chemie 2021). Za dobrou praxi v sektoru je možno považovat vzdělávací pracoviště přímo u zaměstnavatele (např. vzdělávací kampus), které umožňuje jak rekvalifikace zaměstnanců, tak zapojování studentů do výzkumu a praxe.

Práce v chemickém průmyslu je jedna z nejnáročnějších na úroveň kvalifikace pracujících. Zároveň se odvětví rychle digitalizuje – zde to ale neznamená pouze nahrazování nízko a středně kvalifikovaných pozic stroji, ale také pokročilé technologie, které bude potřeba doplnit o kvalifikovanou pracovní sílu. (Deloitte, 2021) Očekává se tedy vysoká poptávka po nejvíce kvalifikovaných pracujících s novými dovednostmi. Zároveň je odvětví z námi modelovaných nejvíce náchylné na tzv. skill gap - nedostatek kvalifikované pracovní síly. To může mít za následek růst mezd, najímání agenturních pracujících a zahraničních pracujících a vhodná bude kooperace se středními školami a univerzitami zaměřenými na výuku specialistů. Nedostatek kvalifikované pracovní síly bude ještě posílen odchodem starších pracujících do důchodu. Stejně tak ale zůstane potřeba nízce kvalifikovaných pracujících a jejich proškolení o nové dovednosti. (Vlček, Košťálová, 2020)

Shrnutí: rizika a příležitosti dekarbonizace v stavebnictví

Příležitosti pro zaměstnance

- Významná digitalizace a automatizace, kontinuální proškolení a nižší pravděpodobnost ztráty pracovních míst
- Zkracování pracovního času

Rizika pro zaměstnance

- Snížená produkce, odchod firem z odvětví
- Snížování počtu pracovních míst ve většině modelovaných scénářů

Rizika a příležitosti pro sociální dialog

- Aktivní sektorový sociální dialog
- Příležitostí pro odbory je zvýšit význam sektorové kolektivní smlouvy pro odvětví jako celek, zejména s ohledem na rekvalifikace zaměstnanců a redukci pracovního času

4.4. Výroba motorových vozidel

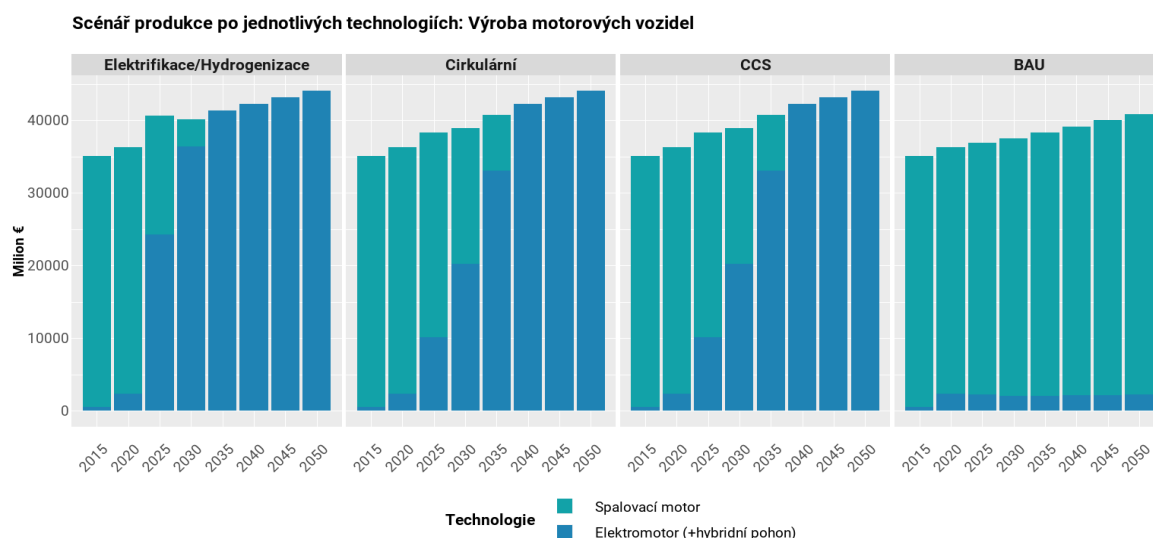
Výroba motorových vozidel má v Česku dlouhou tradici a aktuálně je čtvrtým největším producentem osobních aut v Evropě. Podobně jako u dalších zemí v rámci střední a východní Evropy je tak ekonomická stabilita státu výrazně závislá na hladkém fungování

automobilového průmyslu. Automobilový sektor je největším průmyslovým odvětvím, které představuje přibližně čtvrtinu celkového průmyslu a přibližně 10 % HDP. Mezi tři nejvýznamnější výrobní podniky patří Škoda (VW, Německo), Toyota (Japonsko, dříve Toyota Peugeot Citroën Automobile TPCA, společný podnik Francie a Japonska) a Hyundai (Jižní Korea). Všechny jsou v zahraničním vlastnictví. Většina zaměstnanosti je geograficky soustředěna ve Středočeském kraji, Libereckém a Moravskoslezském kraji. Celkově toto odvětví přímo zaměstnává kolem 181 000 lidí, nepřímo v rozsáhlých subdodavatelských řetězcích přibližně 400 000 (Gažo, Martišková, Smith, 2022). Vedle tří automobilek zde působí také výrobci vlaků, tramvají, autobusů, jízdních kol a nákladních automobilů. Česko je například světově největším výrobcem autobusů v přepočtu na obyvatele a vyrábí asi třetinu autobusů v EU-27 (AIA 2017). V ČR jsou hlavními výrobci IVECO (dříve Karosa, Vysoké Mýto), SOR Libchavy a Daimler AG (Mercedes-Benz, Holýšov).

V současnosti je situace v tomto odvětví pořádkem ovlivněna nestálými dodavatelskými řetězci – nejdřív z důvodu pandemie, později nedostatkem polovodičů a částečně i aktuální geopolitickou situací. Obecně je ale dekarbonizace, automatizace i digitalizace často skloňovanou problematikou, kterou se různí aktéři v tomto odvětví aktivně zabývají. Zahraniční vlastnictví všech prvovýrobců jim poskytuje dostatečný kapitál (finanční i R&D) na postupnou tranzici výroby a jsou tak na změny připraveni. Horší vyhlídky mají malé a střední dodavatelské podniky, které se často zaměřují na jednotlivé komponenty, které jsou pro elektromobilitu nadále nepotřebné (typicky převodovky apod.). Očekává se ale, že nová pracovní místa by mohli vzniknout při výrobě baterií a dalších elektrických komponent vhodných pro auta s elektrickým aj vodíkovým pohonem.

Co se týče mzdového ohodnocení zaměstnanců, sektor výroby motorových vozidel zatím stále dobře konkuruje dalším odvětvím průmyslové výroby, kde jsou mzdy nižší. Průměrné mzdy v sektoru jsou poměrně vysoké a rostou – trvale zůstávají zhruba o čtvrtinu vyšší než průměrná česká mzda. Obrovské rozdíly však existují jak v rámci společností (např. výroba vs. role administrativy a managementu), tak napříč různými úrovněmi (např. vyšší mzdy mezi prvovýrobcem vs. nižší mzdy u dodavatelů) (Gažo, Martišková, Smith, 2021).

Modelované scénáře



Obrázek 32: Modelované scénáře – výroba motorových vozidel. Zdroj: (Cambridge Econometrics and Element Energy, 2018)

Scénář Elektrifikace/Hydrogenizace se v případě výroby motorových vozidel opírá o TECH OEM scénář dle (Cambridge Econometrics and Element Energy, 2018, pp. 17–18). V tomto scénáři výrobci reagují na zákaz prodeje vozidel se spalovacím pohonem a ukončením jejich výroby do roku 2035. V roce 2040 následuje vyřazení výroby hybridních vozidel. To vede k rychlejšímu zavádění pokročilých pohonných jednotek s velmi nízkými emisemi (ULEV). Prodeje plug-in hybridních vozidel (PHEV) a bateriových elektromobilů (BEV) zůstávají až do roku 2035 přibližně na stejné úrovni, poté začnou BEV dominovat tržnímu podílu.

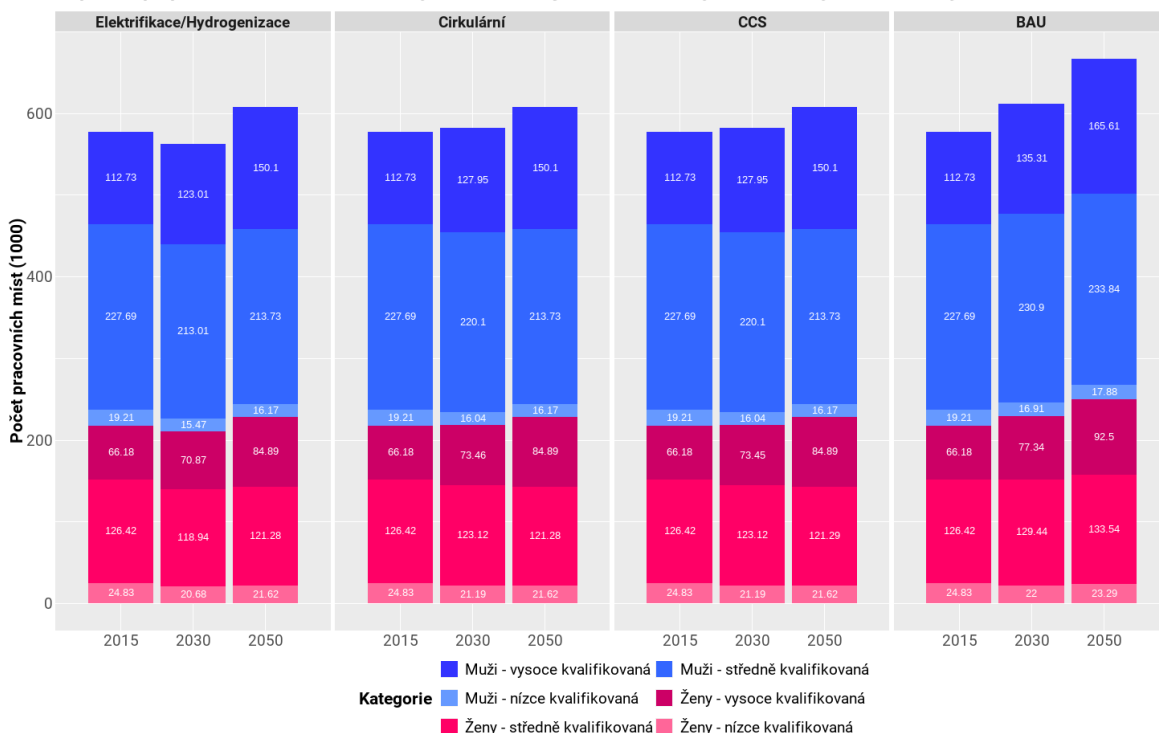
Cirkulární a CCS scénáře vycházejí v případě výroby motorových vozidel ze scénáře TECH/TECH PHEV (Cambridge Econometrics and Element Energy, 2018, pp. 16–17). Tento scénář předpokládá postupnou dominanci plug-in hybridních vozidel (odtud PHEV) po roce 2030. Počítá rovněž se zvyšujícím se nasazením elektrických vozidel s palivovými články (FCEV), kdy od roku 2040 začínají dle scénáře FCEV získávat podíl na trhu i na úkor PHEV.

BAU scénář pak vychází (opět na úrovni celkové produkce i zastoupení jednotlivých technologií) z CPI scénáře dle (Cambridge Econometrics and Element Energy, 2018, pp. 14–15). V tomto scénáři dochází pouze k velmi omezenému zavádění elektrických a hybridních vozidel, naplňuje ovšem stále cíle do roku 2020 tak, aby nové prodeje splňovaly cíl 95 g/km CO₂ v roce 2021 (Cambridge Econometrics and Element Energy, 2018, pp. 14–15). Po splnění tohoto cíle se skladba výroby typů vozidel nemění. Tento scénář bereme jako referenční, splňující minimum platných závazků.

Očekávané změny v zaměstnanosti podle scénářů

Výroba automobilů vytváří nejvýznamnější část zaměstnanosti ze všech námi modelovaných sektorů. V důsledku významného tlaku na změny ve výrobě směrem k elektrifikaci pohonu se v odvětví odehraje významná restrukturalizace výroby a také podmínek pro zaměstnanost. Mírný pokles zaměstnanosti v roce 2030 je dán předpokládanou restrukturalizací dodavatelských řetězců a tedy zvýšeným dovozem komponentů pro výrobu. Tato situace se pak do roku 2050 stabilizuje a v Česku bude automobilový průmysl přímo i nepřímo zaměstnávat mírně přes 600 tisíc osob.

Poptávka po práci indukovaná modelovaným sektorem a jeho dodavatelskými řetězci: Výroba motorových vozidel



Obrázek 33: Poptávka po práci indukovaná modelovaným sektorem a jeho dodavatelskými řetězci: Výroba motorových vozidel.

Rizika a příležitosti dekarbonizace pro zaměstnance

Sektor vyrábějící motorová vozidla čelí výrazným regulačním tlakům z EU na dekarbonizaci produkce. Největší výzvou pro tento sektor je dekarbonizace nejen samotné výroby, která reálně neprodukuje tolik emisí, ale hlavně nahrazení produkce vozidel se spalovacím motorem za vozidla s alternativním typem pohonů. Samotná doprava totiž produkuje kolem 10 % světových emisí z průmyslu (MPO, 2022).

Z výsledků našeho modelu jednoznačně vyplývá, že jak scénář Elektrifikace/Hydrogenizace, tak i cirkulární a CCS scénář představují v absolutních číslech v roce 2030 i 2050 nižší počet zaměstnanců v sektoru oproti roku 2015. Největší rozdíl mezi BAU scénářem a ostatními se ukazuje v počtech pracujících na středně a částečně taky na vysokokvalifikovaných pozicích. Naopak poměrně malý rozdíl mezi scénáři pozorujeme u počtu pracovních míst pro nízce kvalifikované pracovní síly. Elektrifikace a dekarbonizace průmyslu tedy představuje do určité míry riziko z hlediska zaměstnanosti v sektoru. To nemusí být nutně jen negativní vývoj, protože mnoho pracovních míst se dokáže přirozeně redukovat odchodem zaměstnanců do důchodu a zároveň to uvolňuje pracovníky do dalších sektorů důležitých pro dekarbonizaci ekonomiky. Namísto snahy o zpomalení a kritiku environmentálních regulací a elektrifikace, která by mohla být považována za příliš přísnou a rychlou, je možné vnímat tyto výsledky taky jako příležitost, která pozitivně ovlivní světovou konkurenceschopnost českého průmyslu a tím pádem i množství pracovních míst.

Údaje o zaměstnanosti ukazují, že většina českých pracovníků v automobilovém průmyslu jsou manuální pracovníci a většina z nich pracuje v subdodavatelských firmách. V posledních letech roste také podíl (lépe placených) zaměstnanců ve výzkumu a vývoji (Drahokoupil *et al.* 2019). Zelené investice sice mohou vést ke zvýšené nabídce kvalitních

pracovních míst, no zároveň je jasné, že to pro průmysl závislý na fosilních palivech je ekologizace určité riziko. Zatímco se tedy řeší primárně kvantitativní změna pracovních míst, je zřejmé, že se posune i kvalita práce. Například vysoce kvalifikovaná pracovní síla bude pravděpodobně nabývat na významu a nový profil pracovníků bude vyžadovat specializovanější kvalifikaci (např. vysokonapěťové aplikace a programování). Pokud ano, nejvíc to dopadne na méně kvalifikované a agenturní zaměstnance.

V neposlední řadě, i když jsou samotné automobilky poměrně dobře připravené na zavádění nových technologií a výrobních postupů, spotřebitelé zatím nejsou nakloněni elektromobilům zejména proto, že si je nemůžou dovolit (Hrubý, 2021). To může do budoucna představovat další nepřímý problém z hlediska zaměstnanosti, protože nedávno schválený legislativní návrh Evropské komise ukončit výrobu osobních aut se spalovacími motory do roku 2035 může způsobit problém s poptávkou. Situace v ČR je totiž specifická tím, že i když se vyrábí primárně pro export, automobilky (hlavně Škoda) plní i domácí poptávku (Gažo, Martišková, Smith, 2021).

Budoucnost práce v odvětví

I v automobilovém průmyslu jsou s digitalizací a automatizací spojené podobné trendy jako v ostatních odvětvích. Jednoduché a rutinní pozice nahradí stroje, v případě tohoto odvětví to budou například montáž, lakování, svařování nebo práce na karosérii (Hirsch-Kreinsen, 2016). I zde bude automatizace nová místa tvořit, ale spíše například v oblasti obchodu, než ve výrobě. Stejně tak se budou tvořit nová pracovní místa v oblasti tzv. "zelených límečků", pro vymýšlení nových (zelenějších) způsobů dopravy v budoucnosti.

Digitalizace a automatizace s sebou ale také nesou technologie, které mění samotnou organizaci práce. V automobilovém průmyslu je rostoucí počet lidí, kteří pracují v jiném než klasické zaměstnaneckém poměru. Jsou to lidé na částečný úvazek, dočasní nebo agenturní pracovníci, samozaměstnavatelé a lidé pracující skrz digitální platformy v rámci fenoménu tzv. zakázkové ekonomiky. Týká se to tedy lidí s různou úrovní kvalifikace. S rostoucí globalizací se trend zesiluje. Tito lidé jsou více ohroženi nejistotou práce i výdělkem, ale také tyto formy nezajišťují dostatečnou sociální ochranu. Zachovat těmto lidem stejná pracovní práva jako klasickým zaměstnancům je potenciálně velkou výzvou (Drahokoupil, 2020).

Tyto nestandardní formy zaměstnání ale mají vliv i na úroveň kvalifikace. Ukazuje se, že tito lidé dostávají mnohem méně školení než klasičtí zaměstnanci, která jsou potřebná pro práci. Obecně firmy, které využívají jiné formy zaměstnávání investují méně finančních zdrojů do školení a tréninků. To způsobuje, že know-how firmy se nedrží "uvnitř" a v dlouhém období to pro ně může znamenat horší adaptaci na tržní změny, přestože v krátkém období to šetří náklady. Je přitom zřejmé, že přeškolení zaměstnanců na současných pozicích je pro adaptaci na digitalizaci a dekarbonizaci naprosto klíčové a již teď se jako jeden z největších problémů automobilového průmyslu jeví nedostatek kvalifikované pracovní síly (ILO, 2021).

Pro rekvalifikaci zaměstnanců v sektoru se formují různé iniciativy, které mají přispívat k zvyšování kvalifikací zaměstnanců v oboru. Ty se soustřeďují zejména na rozšíření odborných znalostí o elektromobilitě.

Shrnutí: rizika a příležitosti dekarbonizace

Příležitosti pro zaměstnance

- Odvětví výroby motorových vozidel je oproti okolním zemím výrazně diverzifikované a má širokou základnu (sub)dodavatelů, což umožňuje široké uplatnění v rámci jednoho sektoru i mimo něj
- Automobilový sektor je historicky "zakořeněn" v mnohých regionech a má zkušenosti s integrováním nových trendů, postupů a technologií do výroby

Rizika pro zaměstnance

- Podle modelovaných scénářů možný výrazný pokles pracovních míst v rámci sektoru v střednědobém horizontu
- Z důvodů vyšší automatizace a produkce vozidel s alternativními pohony bude nutnost requalifikovat nebo nahradit značnou část pracovních sil
- Nejvíc ohrožení jsou agenturní zaměstnanci a zaměstnanci v subdodavatelských řetězcích, kde bude docházet k masivní proměně portfolia
- I když budou v automobilovém průmyslu vytvořena nová pracovní místa, nemusí se nutně vytvořit ve stejnou dobu a na stejném místě jako ztracená pracovní místa

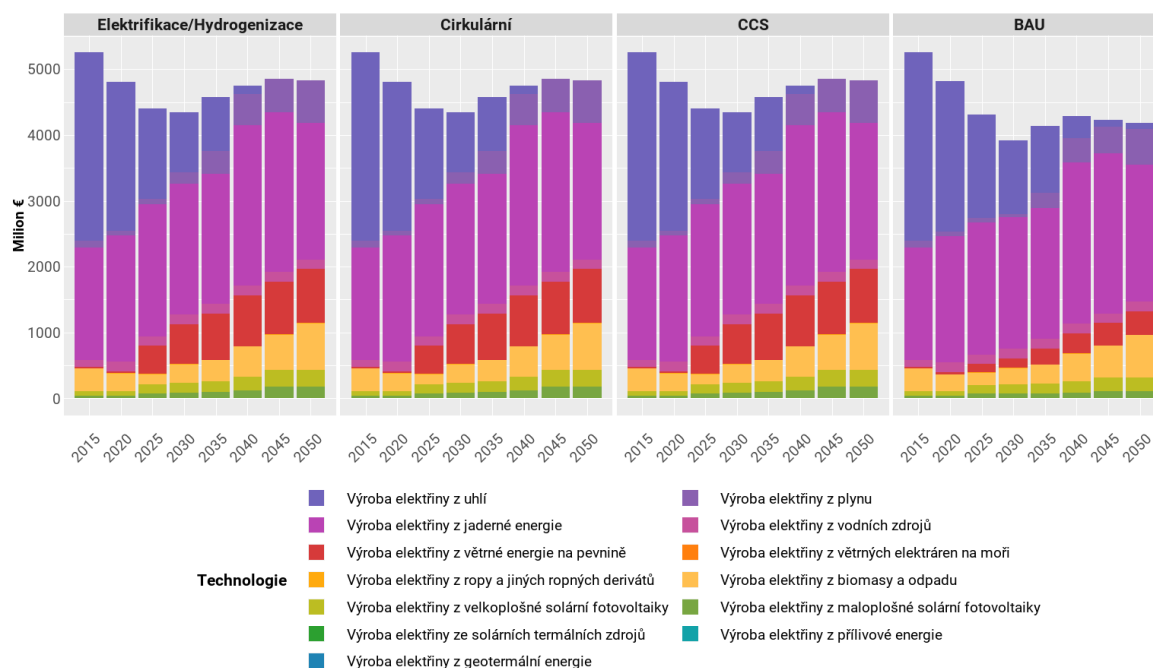
Příležitosti a rizika pro sociální dialog

- Vzhledem k neexistujícímu sektorovému sociálnímu dialogu v automobilovém průmyslu existuje riziko, že navrhované politiky a přístupy k transformaci budou bez účasti zástupců zaměstnanců
- V sektoru se formují různé skupiny, organizace a iniciativy, které mají napomáhat přechodu na elektromobilitu, ty ale jen zřídka zohledňují sociální partneri jako relevantní skupinu pro nastavování změn v sektoru. Za všechny jmenujme:
 - Automotive skills alliance (s výrazným regionálním zastoupením představitelů zejména z Ostravské univerzity)
 - Elektromobilní platforma pro rozvoj elektromobility v ČR (<https://www.eplatforma.cz/>)
 - CEE green transport initiative (<https://ceegti.com/>)
 - Další ad hoc diskuze a jednání, kde odbory přizývány nejsou/neúčastní se

4.5. Výroba elektřiny

Sektor výroby elektřiny nebyl předmětem modelování v rámci této studie, ale i přesto byl zahrnut do modelu. Způsoby výroby a množství vyrobené elektřiny jsou nedílnou součástí změn v souvislosti s dekarbonizací, zejména u technologií s výraznou dodatečnou spotřebou elektrické energie pro zavádění nových technologií.

Scénář produkce po jednotlivých technologiích: Výroba elektřiny



Obrázek 34: Modelované scénáře – výroba elektřiny. Zdroj: (Directorate-General for Climate Action (European Commission) et al., 2021b, 2021a)

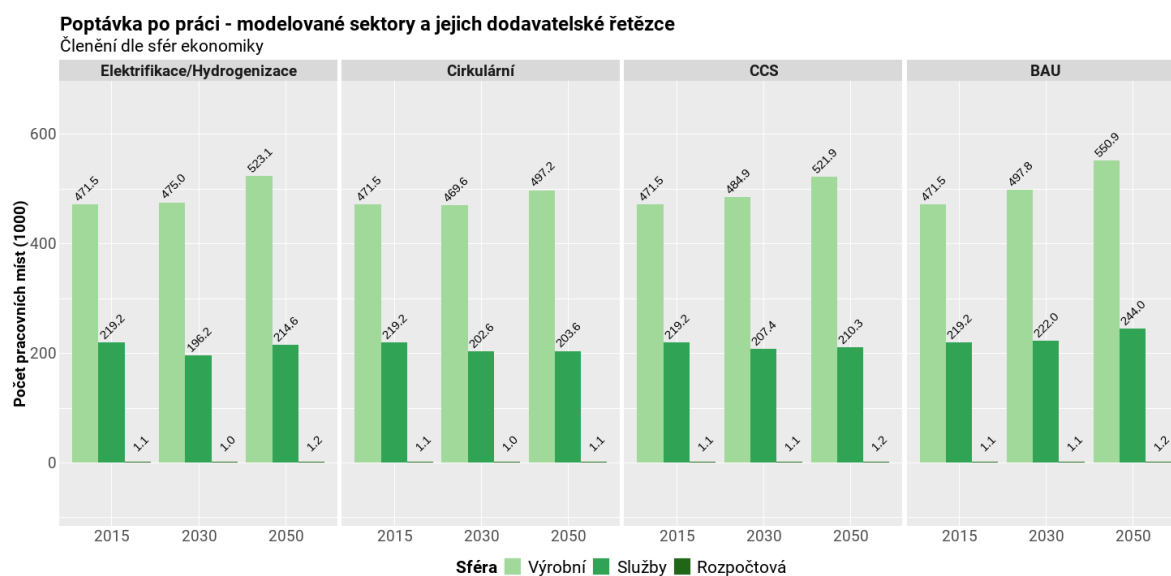
Celková produkce jakož i zastoupení jednotlivých zdrojů energie na výrobě elektřiny vychází u scénářů Elektrifikace/Hydrogenizace, Cirkulární ekonomika a CCS ze scénáře 'Fit for 55' MIX-CP scenario (2021). MIX-CP představuje scénář odvozený od EU 2020 Reference Scenario (viz níže) a modeluje kombinaci politik, které umožňují oddělit cenové signály uhlíku „současného“ a „nového“ systému ETS (Directorate-General for Climate Action (European Commission) et al., 2021a).

Scénář BAU vychází přímo z EU 2020 Reference Scenario. Scénář vychází z politik a závazků EU a členských států především v oblasti energetiky, dopravy a klimatu, učiněných do konce roku 2019. Zohledňuje revidované politiky EU, jako je např. systém pro obchodování s emisemi. Zahrnuté vnitrostátní politiky jsou především ty stanovené v národních plánech v oblasti energetiky a klimatu. Referenční scénář zejména předpokládá dosažení vnitrostátních příspěvků k současným energetickým cílům EU pro rok 2030 v oblasti energetické účinnosti a obnovitelných zdrojů energie (Directorate-General for Climate Action (European Commission) et al., 2021b).

4.6. Výrobní sféra, sféra služeb a rozpočtová sféra

Dopady dekarbonizace průmyslových odvětví, které jsou odpovědné za významné množství emisí CO₂, mají potenciál ovlivnit realokaci pracovních sil zejména ve výrobní sféře – tedy v dalších průmyslových odvětvích. Relativní změny v celkovém množství poptávky po práci na zaměstnance ve sféře služeb a v rozpočtové sféře nebudou podle modelu významné.

Hlavním důvodem je, že sféra služeb a rozpočtová sféra nejsou příliš významně dodavatelsky provázané s výrobními sektory – tj. sektor služeb a rozpočtový sektor nepatří mezi významné dodavatele modelovaných odvětví. To samozřejmě neznamená, že se tyto sféry vzájemně neovlivňují a nejsou na sobě nepřímo závislé. Sféra služeb má například potenciál absorbovat značnou část nízko a středně kvalifikovaných pozic, kterým hrozí podle projekcí modelu ve výrobní sféře zánik. Zprostředkovaně, rozpočtová sféra je příjmově závislá na výkonnosti sféry výrobní. Tyto nepřímé efekty (variance v celkovém výkonu výrobní sféry) ale nejsou v modelovaných scénářích významné natolik, aby představovaly pro rozpočtovou sféru zásadní změny (v modelu se věnujeme jen vybranému výseku výrobní sféry – sektorům s největšími předpokládanými změnami pod vlivem hluboké dekarbonizace – jejichž celkový objem produkce se mění jen velmi málo).



Obrázek 35: Poptávka po práci indukovaná modelovanými sektory a jejich dodavatelskými řetězci – rozdělení podle sfér ekonomiky. Zdroj: vlastní zpracování, EXIOBASE 3 (Stadler et al., 2018) a další data uvedené v části 2.1

Závěry /

Cílem studie bylo představit možné scénáře vývoje poptávky po práci při nasazení technologií vedoucích k dekarbonizaci průmyslových odvětví, které jsou největšími emitenty CO₂ do ovzduší. Pro výpočet dopadů jsme využili input-output model, který umožňuje analyzovat předpokládané změny v komplexnosti dodavatelsko-odběratelských vztahů. Studie představuje dekarbonizační cesty v jednotlivých odvětvích, kterých se primárně dotýká cíle Zelené dohody pro Evropu (EU Green Deal) a hodnotí dopady na pracovníky v těchto sektorech i v jejich dodavatelských řetězcích. V analýze dopadů jsme se zaměřili na dopady na zaměstnanost členěné podle úrovně kvalifikace a pohlaví. Výsledky modelování jsou doplněny kontextuálními poznatky z analyzovaných sektorů ohledně jejich předpokládaného technologického vývoje ve střednědobém (2030) a dlouhodobém (2050) horizontu a rozhovory s představiteli zástupců zaměstnanců i zaměstnavatelů.

Hlavním závěrem modelování je, že lze očekávat mírné snížení poptávky po práci, kompenzované zčásti vyšší poptávkou po spotřebě fixního kapitálu pod vlivem automatizace a digitalizace výroby. Hluboká dekarbonizace (přechod na uhlíkově neutrální či téměř uhlíkové neutrální výrobu) v odvětvích s největší intenzitou emisí CO₂ také znamená zvýšení poptávky po vysoce a středně kvalifikované práci pod vlivem větší komplexnosti nízkouhlíkových technologií. To platí jak v uhlíkově nejnáročnějších odvětvích samotných, tak pro jejich dodavatelské řetězce.

Scénáře akcentující sekundární výrobu generují nižší úroveň poptávky po práci, neboť předpokládají kompenzaci primární výroby vyšším podílem recyklace, re-use či zvýšení životního cyklu výrobků, což logicky poptávku po práci snižuje. Naopak čím méně úsilí věnovaného transformaci daných odvětví a přechodu na nové, nízkouhlíkové technologické postupy, tím vyšší nároky na práci lze předpokládat, a to především s přihlédnutím k obecně pracovní náročnějším neinovovaným technologickým postupům (více práce nutné pro produkci daného výstupu).

Je zřejmé, že nastavení hospodářské politiky do značné míry ovlivní výslednou podobu poptávky po práci. Studie pracuje se zapojením již známých, ale obvykle ještě běžně komerčně nevyužívaných technologií. Výsledky odrážejí současný stav obchodních toků a nákladů jednotlivých technologií a předpokládané změny v poměru nároků na práci versus spotřebu kapitálu a poptávce po jednotlivých úrovních kvalifikace pracovní síly. Nezohledňují tedy, až na výjimky, změny ve výrobních nákladech u jednotlivých technologií

Relativně nižší poptávka po práci projektovaná u modelovaných scénářů nemusí být nutně špatnou zprávou z hlediska zaměstnanosti. Zatímco za současného nastavení obchodních toků by implementace zvažovaných nízkouhlíkových technologií mohla zřejmě vést k poklesu poptávky po práci, závisí v prvé řadě na hospodářské politice státu, jak se s danou situací vyrovná. Je možné například uvažovat o implementaci technologií, které jsou schopny generovat pracovní místa v závislosti na dostupné pracovní síle a jejich kvalifikacích, aniž by udržovaly status quo, který je z hlediska mitigace změn klimatu neudržitelný. Takovým příkladem mohou být například decentralizované technologie v energetice (obnovitelné zdroje jako solární fotovoltaika nebo větrná energetika) nebo v případě výroby motorových vozidel realokace výroby komponent potřebných pro výrobu

elektromobilů do domácího prostředí nebo omezování sekundárního trhu s oježděnými auty.

Vzhledem k tomu, že se dekarbonizované technologie obecně jeví jako náročnější na vysoce kvalifikovanou pracovní sílu (“kvalita na úkor kvantity”) i na spotřebu kapitálu, dosavadní model levné práce je neudržitelný v každém případě. Dekarbonizace je příležitostí nastavit hospodářskou politiku tak, aby byla produkce založena na kvalifikovaných zaměstnancích s adekvátním finančním ohodnocením. Dosavadní vývoj po roce 1989 zahrnoval zejména politiky lákání zahraničního kapitálu a vytváření příznivého prostředí pro průmyslovou produkci založenou na nízkokvalifikované pracovní síle. Jak ukazují naše scénáře, pracovních míst založených na nízkokvalifikované práci bude v průmyslu méně než dosud, a to zejména kvůli alokaci dodavatelských řetězců mimo Česko. Z konkrétních implikací pro tvorbu politik je možné zmínit zaměření na odpovídající špičkové technické a další vzdělávání reagující flexibilně na potřeby pokročilého 21. století.

Důležitou roli odborů v diskuzích o směřování dekarbonizace je právě nastolování možností hospodářské politiky s ohledem na zájmy pracujících. Tady se jeví důležité dva body: (1) zajištění rekvalifikačních a kompenzačních politik pro zaměstnance zasažené transformací průmyslu, (2) požadování politik, které zajistí pracovní místa v dekarbonizovaném průmyslu a energetice. Jaké politiky to jsou a jak je prosazovat by mělo být součástí debat mezi sociálními partnery a představiteli státu, ale také předmětem dalších analýz a výzkumů.

Literatura /

AIA, 2017. Automotive Industry in the Czech Republic - 2017 Overview.

Bataille, C., Åhman, M., Neuhoﬀ, K., Nilsson, L.J., Fishedick, M., Lechtenböhmer, S., Solano-Rodriguez, B., Denis-Ryan, A., Stiebert, S., Waisman, H., Sartor, O., Rahbar, S., 2018. A review of technology and policy deep decarbonization pathway options for making energy-intensive industry production consistent with the Paris Agreement. *Journal of Cleaner Production* 187, 960–973.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.107>

Bazzanella, A.M., Ausfelder, F., 2017. Low carbon energy and feedstock for the European chemical industry. DEHEMA | Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V.

Branca, T.A., Fornai, B., Colla, V., Murri, M.M., Streppa, E., Schröder, A.J., 2020. The Challenge of Digitalization in the Steel Sector. *Metals* 2020, 10, 288.
<https://doi.org/10.3390/met10020288>

Cambridge Econometrics, Element Energy, 2018. Low-carbon cars in Europe: A socio-economic assessment. European Climate Foundation.

CETA, 2022. Dopadová studie: Dlouhodobá konkurenceschopnost chemického průmyslu v kontextu vývoje cen energií a dekarbonizace.

Collodi, G., Azzaro, G., Ferrari, N., Santos, S., 2017. Techno-economic evaluation of deploying CCS in SMR based merchant H₂ production with NG as feedstock and fuel. *Energy Procedia* 114, 2690–2712.

Černý, M., Bruckner, M., Weinzettel, J., Wiebe, K., Kimmich, C., Kerschner, C., Hubacek, K., 2021. Employment effects of the renewable energy transition in the electricity sector. An input-output approach. ETUI. European Trade Union Institute Working Paper.

Černý, M., Kimmich, C., Bruckner, M., Weinzettel, J., Zindulková, K., Pelikán, V., Skalík, J., Kerschner, C., 2020. Metodika hodnocení socioekonomických dopadů energetické transformace.

Cheng, J., Westman, J. 2020. Effects of Digitalization in Steel Industry

de Blas, I., Mediavilla, M., Capellán-Pérez, I., Duce, C., 2020. The limits of transport decarbonization under the current growth paradigm. *Energy Strategy Reviews* 32, 100543. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2020.100543>

Deloitte, 2021. The future of work in chemicals. Redefining the work, workforce, and workplace of tomorrow.

Directorate-General for Climate Action (European Commission), Directorate-General for Energy (European Commission), Directorate-General for Mobility and Transport (European Commission), De Vita, A., Capros, P., Paroussos, L., Fragkiadakis, K., Karkatsoulis, P., Höglund-Isaksson, L., Winiwarter, W., Purohit, P., Gómez-Sanabria, A., Rafaj, P., Warnecke, L., Deppermann, A., Gusti, M., Frank, S., Lauri, P., Fulvio, F. di, Florou, A., Kannavou, M., Forsell, N., Fotiou, T., Siskos, P., Havlík, P., Tsiropoulos, I., Evangelopoulou, S., Witzke, P., Kesting, M., Katoufa, N., Mitsios, I., Asimakopoulou, G.,

Kalokyris, T., 2021a. “Fit for 55” MIX-CP scenario (2021). Publications Office of the European Union, LU.

Directorate-General for Climate Action (European Commission), Directorate-General for Energy (European Commission), Directorate-General for Mobility and Transport (European Commission), De Vita, A., Capros, P., Paroussos, L., Fragkiadakis, K., Karkatsoulis, P., Höglund-Isaksson, L., Winiwarter, W., Purohit, P., Gómez-Sanabria, A., Rafaj, P., Warnecke, L., Deppermann, A., Gusti, M., Frank, S., Lauri, P., Fulvio, F. di, Florou, A., Kannavou, M., Forsell, N., Fotiou, T., Siskos, P., Havlík, P., Tsiropoulos, I., Evangelopoulou, S., Witzke, P., Kesting, M., Katoufa, N., Mitsios, I., Asimakopoulou, G., Kalokyris, T., 2021b. EU reference scenario 2020: energy, transport and GHG emissions : trends to 2050. Publications Office of the European Union, LU.

Drahokoupil, J., Guga, S., Martišková, M., Pícl, M., Pogátsa, Z., 2019. THE FUTURE OF EMPLOYMENT IN THE CAR SECTOR: Four country perspectives from Central and Eastern Europe.

Drahokoupil, J., 2020. The challenge of digital transformation in the automotive industry: Jobs, upgrading and the prospects for development.

Duchin, F., 1998. Structural economics: measuring change in technology, lifestyles, and the environment. Island Press.

Energy Post, 2020. Decarbonising end-use sectors: buildings, transport, industry. Which strategies are best? Energy Post. URL <https://energypost.eu/decarbonising-end-use-sectors-buildings-transport-industry-which-strategies-are-best/> (accessed 5.3.22).

Enspire Science, 2018. TRL Scale in Horizon Europe and ERC - explained. Enspire Science Ltd. URL <https://enspire.science/trl-scale-horizon-europe-erc-explained/> (accessed 10.3.22).

European Commission, 2019. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN COUNCIL, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS The European Green Deal.

Fan, Z., Friedmann, S.J., 2021. Low-carbon production of iron and steel: Technology options, economic assessment, and policy. *Joule* 5, 829–862. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2021.02.018>

Fennell, P.S., Davis, S.J., Mohammed, A., 2021. Decarbonizing cement production. *Joule* 5, 1305–1311. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2021.04.011>

Fishedick, M., Marzinkowski, J., Winzer, P., Weigel, M., 2014. Techno-economic evaluation of innovative steel production technologies. *Journal of Cleaner Production*, Special Volume: The sustainability agenda of the minerals and energy supply and demand network: an integrative analysis of ecological, ethical, economic, and technological dimensions 84, 563–580. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.063>

Gažo, P., Martišková, M., S.J. Smith, T., 2021. Transition of the Automotive Industry to an Ecological Mobility Industry (Czechia, Slovakia). V Manuela Kropp. *The Need for Transformation – Current Challenges for the International Automotive Sector*. Brusel: Rosa-Luxemburg-Stiftung, s. 134-206.

Gažo, P., Martišková, M., S.J. Smith, T., 2022. The transformation of the Slovak and Czech automotive industries: stakeholders' perspectives and barriers towards an ecological

- mobility industry. *International Journal of Automotive Technology and Management*, Inderscience Enterprises Ltd, vol. 22(2), s. 202-221.
- Gielen, D., Saygin, D., Taibi, E., Birat, J.-P., 2020. Renewables-based decarbonization and relocation of iron and steel making: A case study. *Journal of Industrial Ecology* 24, 1113–1125. <https://doi.org/10.1111/jiec.12997>
- González Plaza, M., Martínez, S., Rubiera, F., 2020. CO₂ Capture, Use, and Storage in the Cement Industry: State of the Art and Expectations. *Energies* 13, 5692. <https://doi.org/10.3390/en13215692>
- Héder, M., 2017. From NASA to EU: the evolution of the TRL scale in Public Sector Innovation. *THE INNOVATION JOURNAL* 22, 1–23.
- Hirsch-Kreinsen, H., 2016. THE FUTURE OF LOW-SKILLED INDUSTRIAL WORK.
- Holmes, K.J., Zeitler, E., Kerxhali-Kleinfield, M., DeBoer, R., 2021. Scaling Deep Decarbonization Technologies. *Earth's Future* 9, e2021EF002399. <https://doi.org/10.1029/2021EF002399>
- Hrubý, M., 2021. Perspektivy dekarbonizace českého automobilového průmyslu. *International Council on Clean Transport*, 2021. Decarbonizing road transport by 2050: Zero-emission pathways for passenger vehicles. *International Council on Clean Transportation*. URL <https://theicct.org/publication/decarbonizing-road-transport-by-2050-zero-emission-pathways-for-passenger-vehicles/> (accessed 3.27.22).
- International Labour Office, 2012. International Standard Classification of Occupations 2008 (ISCO-08): Structure, group definitions and correspondence tables. International Labour Office.
- International Labour Organization, 2013. Promoting decent work in the chemical industry: Innovative initiatives.
- International Labour Organization, 2014. Skills trends for green jobs in the cement industry in Indonesia.
- International Labour Organization, 2021. The future of work in the automotive industry: The need to invest in people's capabilities and decent and sustainable work.
- International Trade Union Confederation, 2019. Just Transition and Heavy Industry Roundtable – Summary.
- Kim, J., Sovacool, B.K., Bazilian, M., Griffiths, S., Lee, Junghwan, Yang, M., Lee, Jordy, 2022. Decarbonizing the iron and steel industry: A systematic review of sociotechnical systems, technological innovations, and policy options. *Energy Research & Social Science* 89, 102565. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102565>
- Layritz, L.S., Dolganova, I., Finkbeiner, M., Luderer, G., Penteado, A.T., Ueckerdt, F., Repke, J.-U., 2021. The potential of direct steam cracker electrification and carbon capture & utilization via oxidative coupling of methane as decarbonization strategies for ethylene production. *Applied Energy* 296, 117049. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117049>
- Markandya, A., Arto, I., González-Eguino, M., Román, M.V., 2016. Towards a green energy economy? Tracking the employment effects of low-carbon technologies in the European Union. *Applied Energy* 179, 1342–1350. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.02.122>

- Material Economics, 2019. Industrial Transformation 2050 - Pathways to Net-Zero Emissions from EU Heavy Industry - Material Economics.
- Mayyas, A., Mann, M., 2019. Manufacturing competitiveness analysis for hydrogen refueling stations. *International Journal of Hydrogen Energy* 44, 9121–9142. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.02.135>
- McKinsey, 2020. The 21st-century cement plant: Greener and more connected.
- Miller, J., 2020. Electric car costs to remain higher than traditional engines. *Financial Times*.
- Miller, R.E., Blair, P.D., 2009. *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*. Cambridge University Press.
- Ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO), 2021. Studie dekarbonizace ekonomiky v ČR (část průmysl).
- Ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO), 2022. Studie dopadů balíčku Fit for 55 na hospodářství ČR.
- Napp, T.A., Gambhir, A., Hills, T.P., Florin, N., Fennell, P.S., 2014. A review of the technologies, economics and policy instruments for decarbonising energy-intensive manufacturing industries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 30, 616–640. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.10.036>
- Pamenter, S., Myers, R.J., 2021. Decarbonizing the cementitious materials cycle: A whole-systems review of measures to decarbonize the cement supply chain in the UK and European contexts. *Journal of Industrial Ecology* 25, 359–376. <https://doi.org/10.1111/jiec.13105>
- Peters, G., Solli, C., 2010. Global Carbon Footprints: Methods and Import/Export Corrected Results from the Nordic Countries in Global Carbon Footprint Studies. Nordic Council of Ministers.
- Pietzcker, R.C., Longden, T., Chen, W., Fu, S., Kriegler, E., Kyle, P., Luderer, G., 2014. Long-term transport energy demand and climate policy: Alternative visions on transport decarbonization in energy-economy models. *Energy* 64, 95–108. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.08.059>
- Prognos, 2019. Digital transformation in the workplace of the European Chemicals Sector.
- Rechberger, K., Spanlang, A., Sasiain Conde, A., Wolfmeir, H., Harris, C., 2020. Green Hydrogen-Based Direct Reduction for Low-Carbon Steelmaking. *steel research international* 91, 2000110. <https://doi.org/10.1002/srin.202000110>
- Rissman, J., Bataille, C., Masanet, E., Aden, N., Morrow, W.R., Zhou, N., Elliott, N., Dell, R., Heeren, N., Huckestein, B., Cresko, J., Miller, S.A., Roy, J., Fennell, P., Cremmins, B., Koch Blank, T., Hone, D., Williams, E.D., de la Rue du Can, S., Sisson, B., Williams, M., Katzenberger, J., Burtraw, D., Sethi, G., Ping, H., Danielson, D., Lu, H., Lorber, T., Dinkel, J., Helseth, J., 2020. Technologies and policies to decarbonize global industry: Review and assessment of mitigation drivers through 2070. *Applied Energy* 266, 114848. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114848>
- Rose, A., 1995. Input-output economics and computable general equilibrium models. *Structural Change and Economic Dynamics* 6, 295–304. [https://doi.org/10.1016/0954-349X\(95\)00018-I](https://doi.org/10.1016/0954-349X(95)00018-I)

- Soulopoulos, N., 2017. When Will Electric Vehicles be Cheaper than Conventional Vehicles?
- Stadler, K., Wood, R., Bulavskaya, T., Södersten, C.-J., Simas, M., Schmidt, S., Usubiaga, A., Acosta-Fernández, J., Kuenen, J., Bruckner, M., Giljum, S., Lutter, S., Merciai, S., Schmidt, J.H., Theurl, M.C., Plutzer, C., Kastner, T., Eisenmenger, N., Erb, K.-H., Koning, A. de, Tukker, A., 2018. EXIOBASE 3: Developing a Time Series of Detailed Environmentally Extended Multi-Regional Input-Output Tables. *Journal of Industrial Ecology* 22, 502–515. <https://doi.org/10.1111/jiec.12715>
- Stavropoulos, S., Burger, M.J., 2020. Modelling strategy and net employment effects of renewable energy and energy efficiency: A meta-regression. *Energy Policy* 136, 111047. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111047>
- Suschem, 2021. Cestovní mapa průmyslové modernizace a zavádění pokročilých technologií v chemickém průmyslu ČR.
- Svaz výrobců cementu, 2022. RoadMap dekarbonizace českého cementářského průmyslu.
- U. I. F. Statistics, 2012. International standard classification of education: ISCED 2011. UNESCO Institute for Statistics Montreal.
- van Ruijven, B.J., van Vuuren, D.P., Boskaljon, W., Neelis, M.L., Saygin, D., Patel, M.K., 2016. Long-term model-based projections of energy use and CO₂ emissions from the global steel and cement industries. *Resources, Conservation and Recycling* 112, 15–36. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.04.016>
- Vavrla, L., Rojíček, M., 2006. Sestavování symetrických input-output tabulek a jejich aplikace. *Statistika* 1, 28–43.
- Vlček, D., Košťálová, J., 2020. Economic Analysis of the Chemical Industry of the Czech Republic in the Period of Economic Growth.
- Weigel, M., Fishedick, M., Marzinkowski, J., Winzer, P., 2016. Multicriteria analysis of primary steelmaking technologies. *Journal of Cleaner Production* 112, 1064–1076. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.132>
- World Economic Forum, 2020. These are the top 10 job skills of tomorrow – and how long it takes to learn them.
- Wesseling, J.H., Lechtenböhmer, S., Åhman, M., Nilsson, L.J., Worrell, E., Coenen, L., 2017. The transition of energy intensive processing industries towards deep decarbonization: Characteristics and implications for future research. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 79, 1303–1313. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.156>
- Zheng, J., Suh, S., 2019. Strategies to reduce the global carbon footprint of plastics. *Nat. Clim. Chang.* 9, 374–378. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0459-z>

Přílohy /

Přehled dekarbonizačních technologií a strategií uváděných pro modelované sektory v dostupných studiích

Sektor	Typ produkce	Technologie	Reference
Výroba oceli a železa	Primární	Vysoká pec - Základní kyslíková pec (BF-BOF)	(Rissman et al., 2020)
	Primární	Elektrická oblouková pec s přímou redukcí železa (DRI-EAF)	
	Primární	Hlsarna BF-BOF s redukcí při tavení	
	Primární	Elektrická oblouková pec s přímou redukcí vodíku DRI-EAF (HYBRIT)	
	Primární	Elektrolýza přímo redukovaného železa elektrickou obloukovou pecí DRI-EAF (SIDERWIN)	
	Sekundární (recyklovaná)	Elektrická oblouková pec (EAF)	
	Sekundární (recyklovaná)	Indukční pec	
	Primární	Vysoká pec - Základní kyslíková pec (BF-BOF)	(Weigel et al., 2016)
	Primární	Vysoká pec se základní kyslíkovou pecí vybavenou CCS (BF-CCS)	
	Primární	Přímá redukce vodíkem (H-DR)	
	Primární	Elektrolytické získávání (EW)	

	Primární	Integrovaná cesta (BF-BOF)	(Fishedick et al., 2014)
	Primární	Integrovaná cesta s CCS (BF-CCS)	
	Primární	Přímá redukce vodíkem (H-DR)	
	Primární	Elektrolytické získávání (EW)	
	Primární	Vysoká pec - Základní kyslíková pec (BF-BOF)	(Fan and Friedmann, 2021)
	Primární	Přímá redukce železa (DRI) pro EAF	
	Primární	Proces tavení železa v Hlsarna	
	Primární	Elektrolýza roztaveného oxidu (MOE)	
	Sekundární (recyklovaná)	Elektrická oblouková pec (EAF)	(Material Economics, 2019)
	Primární	Integrovaný mlýn (BF-BOF)	
	Primární	Přímá redukce vodíkem (H-DR)	
	Primární	Redukce tavení pomocí CCS	
	Sekundární (recyklovaná)	Elektrická oblouková pec (EAF)	(Gielen et al., 2020)
	Primární	Vysoká pec - Základní kyslíková pec (BF-BOF)	
	Primární	Elektrolýza s využitím obnovitelné energie	
	Primární	CCS (dodatečně instalované na vysokou pec nebo v kombinaci s redukcí tavení a výrobou DRI na bázi plynu)	
	Primární	Produkty z biomasy nahrazující uhlí a koks	
	Primární	Redukce vodíku pomocí obnovitelné energie (DRI-EAF)	
	Primární	BF-BOF	(Kim et al., 2022)
	Primární	DRI-EAF	

	Primární	Tavení redukčního železa (SRI)-BOF		
	Primární	DRI na bázi vodíku, případně s technologiemi CCS a CCU		
	Sekundární (recyklovaná)	EAF		
	Primární	Recirkulační vysoká pec a CCS	(Wesseling et al., 2017, p. 1307)	
	Primární	Redukce taveniny a CCS		
	Primární	Přímá redukce pomocí H ₂		
	Primární	Elektrolytické získávání		
	Sekundární (recyklovaná)			
	Primární	BF-BOF		
	Primární	DRI-EAF		
	Primární	Tavenina-BOF	(Napp et al., 2014, p. 625)	
	Sekundární (recyklovaná)	Šrot-EAF		
Výroba cementu	Primární	Výroba běžného portlandského cementu (OPC) se současnými palivy		(Rissman et al., 2020, p. 175,182,185)
	Primární	Elektrifikace pece		
	Primární	Elektrifikace pece + přímá separace		
	Primární	CCS s kyslíkovým palivem		
	Primární	Výroba běžného portlandského cementu (OPC) se současnými palivy	(Bataille et al., 2018, pp. 966–967)	
	Primární	Snížené použití slínku v poměru s cementovými materiály		
	(ostatní strategie)	Alternativní konstrukce a náhrada materiálů (např. cement v kombinaci se dřevem, konopím, uhlíkovými vlákny nebo jinými		

		materiály pro zvýšení pevnosti ve smyku)		
	Primární	Využití CCUS pro emise z procesů (např. karbonátová smyčka vzhledem k připravené přítomnosti vápence nebo alternativní bezuhlíkové zdroje tepla)		
	Primární	Použití alternativních chemických látek pro cement (např. oxid hořečnatý, hlinitokřemičité cementy aktivované alkalickými látkami (geopolymery) a kalcera)		
	Primární	Výroba běžného portlandského cementu (OPC) se současnými palivy	(Fennell et al., 2021, pp. 1306–1308)	
	(ostatní strategie)	Rekuperace odpadního tepla (WHR) při výrobě		
	Primární	Cementy s nižším obsahem slinku a uhlíku		
	Primární	Alternativní paliva		
	Primární	Digitalizace		
	Primární	Zachycování a ukládání uhlíku		
	Primární	Výroba běžného portlandského cementu (OPC) se současnými palivy		(Pamenter and Myers, 2021, p. 372)
	Primární	Alternativní pojiva		
	Primární	Elektrifikace pecí		
	Sekundární (recyklovaná)	Náhrada cementu (neportlandské cementové materiály (NPCM), např. popel		

		zpracovaný na slínku)		
	Primární	Snížení nadměrné specifikace výrobků (např. zvýšená digitalizace ve stavebnictví)		
	Primární	Současná výroba slínku	(Material Economics, 2019, p. 175)	
	Primární	Alternativní pojiva		
	Sekundární (recyklovaná)	Recyklované jemné částice		
	Primární	Elektrifikace pecí		
	Primární	Separace a zachycování CO ₂		
	Primární	CCS s kyslíkovým palivem s fosilními palivy a biomasou		
	Primární	Elektrifikace pecí a přímá separace procesního CO ₂		
	Primární	Běžný portlandský cement (OPC)		(Material Economics, 2019, p. 185)
	Primární	Elektrifikace pecí + přímá separace (CCS)		
	Primární	CCS s kyslíkovým palivem		
	Primární	Běžný portlandský cement (OPC)	(Wesseling et al., 2017, p. 1307)	
	Primární	Geopolymerový cement		
	Primární	Běžný portlandský cement (OPC)	(Napp et al., 2014, p. 627)	
	(ostatní strategie)	Postupné vyřazování neefektivních pecí		
	Primární	Snížený poměr slínku k cementu		
	Primární	Efektivní mletí a frézování		
Výroba plastů	Primární	Současná výroba se současnými palivy (aktuální výrobní postup)	(Rissman et al., 2020, pp. 11–12)	
	Primární	Suroviny z biomasy a recyklované chemikálie		

	Primární	Zachycování a opětovné využití CO ₂ pro výrobu chemikálií	
	Primární	Chemická separace	
	Primární	Parní krakování pomocí dekarbonizované elektřiny	
	Primární	Parní krakování (nezměněný výrobní postup)	(Material Economics, 2019, p. 111,135)
	Primární	Parní krakování + CCS + CCS na konci životního cyklu	
	Primární	Elektrické parní krakování + CCS na konci životního cyklu	
	Primární	Vstupní suroviny z biomasy	
	Sekundární (recyklovaná)	Mechanická recyklace (opětovné použití a recirkulace plastů)	
	Sekundární (recyklovaná)	Chemická recyklace	
	Primární	Plasty na bázi fosilních paliv	(Zheng and Suh, 2019, p. 374)
	Primární	Plasty na bázi bioplastů	
	Primární	Dekarbonizovaný dodavatelský řetězec plastů založený na obnovitelné energii	
	Sekundární (recyklovaná)	Recyklace plastů na konci životního cyklu	
	Primární	Konvenční parní krakování	(Layritz et al., 2021)
	Primární	Elektrolýza (elektrifikované parní krakování)	
	Primární	Přímé zachytávání vzduchu (DAC)	
	Primární	Oxidační spojování metanu (OCM)	
	Primární		

	Primární	Přímé využití nízkouhlíkové elektřiny	(Bazzanella and Ausfelder, 2017)
	Primární	Výrobní cesty na bázi vodíku/CO ₂	
	Primární	Alternativní cesty syntézy s využitím CO ₂	
	Primární	Nízkouhlíková chemická výroba založená na biomase jako vstupní surovině	
	Primární	Valorizace plyných emisí a vedlejších toků z jiných odvětví (průmyslová symbióza)	
	Sekundární (recyklovaná)	Recyklace a polymerní odpad jako surovina pro chemický průmysl	
	Primární	Současná výroba se současnými palivy (nezkrácená cesta)	(Bataille et al., 2018, pp. 964–965)
	Primární	Bioplyn získaný z biomasy (biometan) místo fosilního metanu	
	Primární	Syntetický metan vyrobený z obnovitelného vodíku (pomocí elektrické energie) a uhlíku získaného z biomasy, CCUS nebo přímého zachycování vzduchu	
	Primární	Pokročilé parní krakování a CCS	(Wesseling et al., 2017, p. 1307)
	Primární	Elektro-plasty (s metanem vyrobeným pomocí obnovitelných zdrojů nebo Fischer Tropsch způsobem)	
	Primární	Biopolymery	

Výroba dusíkatých hnojiv	Primární	Parní reformace metanu (SMR) pro výrobu čpavku	(Material Economics, 2019, p. 148,153)
	Primární	Parní reformace metanu (SMR) s CCS	
	Primární	Elektrolýza vody	
Výroba motorových dopravních prostředků ⁴		Ostatní (včetně spalovacích motorů – ICE)	(Holmes et al., 2021)
		Elektrická baterie	
		Vodíkový palivový článek	
		Benzín/nafta/zemní plyn + biopaliva ICE	(International Council on Clean Transport, 2021)
		Plug-in hybridní elektromobil	
		Bateriový elektromobil	
		Elektromobil s palivovými články	
		Spalovací motor (ICE)	
		Plug-in hybrid	(Pietzcker et al., 2014)
		Bateriové elektrické vozidlo	
		Vozidlo s palivovými články	
		ICE s olejem	
		ICE na biopaliva	(de Blas et al., 2020)
		ICE na zemní plyn	
		Elektrická vozidla	
		Vozidla s palivovými články	
		Vozidla se spalovacím motorem	(Mayyas and Mann, 2019)
		Hybridní vozidla	
		Plug-in hybridní vozidla	
		Bateriový elektromobil	
	Vozidla s palivovými články		

4 V případě sektoru Výroba motorových dopravních prostředků nevycházíme ze žádné konkrétní studie, co se týká konkrétního výběru modelovaných technologií – výběr byl podřízen dostupnosti dat pro strukturu položek výrobních nákladů (Miller, 2020; Stavropoulos and Burger, 2020)

/ Konkordanční matice – převodník mezi položkami opex pro modelované technologie a odvětvími EXIOBASE 3

EXIOBASE 3 kód	Technologie	Opex položka	EXIOBASE 3 sektor
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Engine/Battery	Manufacture of machinery and equipment n.e.c. (29)
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Engine/Battery	Manufacture of electrical machinery and apparatus n.e.c. (31)
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Engine/Battery	Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers (34)
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - E-Drive	Manufacture of electrical machinery and apparatus n.e.c. (31)
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Powertrain	Manufacture of machinery and equipment n.e.c. (29)
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Powertrain	Manufacture of electrical machinery and apparatus n.e.c. (31)
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Powertrain	Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers (34)
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Interior	Manufacture of rubber and plastic products (25)
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Interior	Manufacture of machinery and equipment n.e.c. (29)
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Interior	Manufacture of electrical machinery and apparatus n.e.c. (31)

i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Interior	Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers (34)
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Interior	Manufacture of textiles (17)
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Interior	Manufacture of wood and of products of wood and cork, except furniture; manufacture of articles of straw and plaiting materials (20)
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Interior	Manufacture of radio, television and communication equipment and apparatus (32)
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Exterior	Manufacture of rubber and plastic products (25)
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Exterior	Casting of metals
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Exterior	Manufacture of fabricated metal products, except machinery and equipment (28)
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Exterior	Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers (34)
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Chassis	Casting of metals
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Chassis	Manufacture of fabricated metal products, except machinery and equipment (28)
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Chassis	Manufacture of machinery and equipment n.e.c. (29)

i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Chassis	Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers (34)
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Chassis	Manufacture of basic iron and steel and of ferro-alloys and first products thereof
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Assembly	Compensation of employees; wages, salaries, & employers' social contributions: Low-skilled
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Assembly	Compensation of employees; wages, salaries, & employers' social contributions: Medium-skilled
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Assembly	Compensation of employees; wages, salaries, & employers' social contributions: High-skilled
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Assembly	Operating surplus: Consumption of fixed capital
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Others	Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers (34)
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Others	Other land transport
i34.1	Internal Combustion Engine	Manufacturing - Others	Computer and related activities (72)
i34.1	Internal Combustion Engine	Production overhead	Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers (34)
i34.1	Internal Combustion Engine	Corporate overhead	Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers (34)

i34.1	Internal Combustion Engine	Corporate overhead	Research and development (73)
i34.1	Internal Combustion Engine	Selling	Sale, maintenance, repair of motor vehicles, motor vehicles parts, motorcycles, motor cycles parts and accessoires
i34.1	Internal Combustion Engine	Selling	Wholesale trade and commission trade, except of motor vehicles and motorcycles (51)
i34.1	Internal Combustion Engine	Selling	Retail trade, except of motor vehicles and motorcycles; repair of personal and household goods (52)
i34.1	Internal Combustion Engine	Selling	Other business activities (74)
i34.1	Internal Combustion Engine	Dealer cost	Sale, maintenance, repair of motor vehicles, motor vehicles parts, motorcycles, motor cycles parts and accessoires
i34.1	Internal Combustion Engine	Dealer cost	Wholesale trade and commission trade, except of motor vehicles and motorcycles (51)
i34.1	Internal Combustion Engine	Dealer cost	Retail trade, except of motor vehicles and motorcycles; repair of personal and household goods (52)
i34.1	Internal Combustion Engine	Dealer cost	Other business activities (74)
i34.1	Internal Combustion Engine	Net income	Operating surplus: Remaining net operating surplus

/ Dotazník pro respondenty

Okruhy témat pro respondenty

Dopady dekarbonizace na zaměstnance – zaměstnankyně klíčových odvětví v ČR

Úvod

Cílem studie je vyhodnotit dopady dekarbonizace české ekonomiky na zaměstnance/zaměstnankyně klíčových odvětví v Česku a také posoudit, jaké se otevírají případné cesty pro zástupce zaměstnanců a jejich podporu v procesu adaptace na klimatickou změnu.

Ve studii jsou modelovány scénáře transformace odvětví nejvíce zasažených dekarbonizací a zhodnoceny dopady dekarbonizace na různé skupiny zaměstnanců podle úrovně kvalifikace (nízká, střední a vysoká). Studie zahrnuje využití kvantitativního adaptovaného input-output modelu IMPACTECH a kvalitativní část, cílem které je nabídnout detailnější pohled prostřednictvím kvalitativních rozhovorů na změny související s nízkouhlíkovou transformací v sektorech v každé ze zkoumaných sfér (výrobní, sféra služeb a rozpočtová sféra) z pohledu měnících se pracovních podmínek pro zaměstnance.

Pod nízkouhlíkovou transformaci myslíme opatření a politiky, které mají za cíl zmírnění globálního oteplování prostřednictvím snižování koncentrace oxidu uhličitého tak, aby do roku 2100 dosáhlo globální oteplování 1,5 až 2 stupně Celsia ve srovnání s předindustriální dobou.

Okruh 1) Přípravenost odvětví na nízkouhlíkovou transformaci

- Má váš sektor, případně alespoň největší firmy v něm, plán na nízkouhlíkovou transformaci? (napr. plán snižování emisí vypouštěných do ovzduší při výrobě, plán zavádění nových technologií, plán na přeškolení zaměstnanců, atd.)
- Jaké konkrétní kroky v tomto směru probíhají v daném sektoru/firmě?
- Jaká je vize proměny daného sektoru? Jakou změnu budete považovat za úspěch?

Okruh 2) Budoucnost práce, příležitosti a rizika transformace pro zaměstnance

- V čem spočívají největší rizika transformace z pohledu vašeho sektoru a zaměstnanosti v něm?
- Kde vidíte největší potenciální přínos transformace pro zaměstnance?
- Jsou ve vašem sektoru již známé případy transformace, které se odrazily i na zaměstnanosti?
 - Pokud ano, co tato změna znamenala pro zaměstnance (nutnost rekvalifikace, ztrátu zaměstnání, proškolení, nic)
 - Pokud ne, víte o chystaných změnách?

- Znáte jiný případ transformace v sektoru/firmě, který měl dopad na zaměstnance, ale nesouvisel s dekarbonizací (např. změna výrobních technologií, digitalizace a automatizace). Pokud ano, můžete popsat dopady na zaměstnance?
- Domníváte se, že se v souvislosti s transformací promění pracovní podmínky v daném sektoru? A jakým směrem (náročnost práce, pracovní podmínky, mzdy, požadavky na kvalifikace)?
- Očekáváte, že se budou měnit formy práce (práce z domova, flexibilní úvazky, digitalizace) ve vašem sektoru? Může podle vás nízkouhlíková transformace přinést/akcelarovat nové formy práce?
- Jaké dovednosti, schopnosti či kompetence obecně podle Vás budou zvyšovat možnosti zaměstnanců zůstat na trhu práce v souvislosti s nízkouhlíkovou transformací ve vašem sektoru?
- Existují nějaké skupiny zaměstnanců, které jsou ve výhodnější pozici při získávání klíčových kompetencí pro transformaci ve vašem sektoru? (Proč?)
- Jaké jiné řešení než změnu zaměstnání považujete za relevantní v souvislosti se spravedlivou transformací? (například nepodmíněný základní příjem/občanský příjem, předčasný důchod, práce garantovaná veřejným sektorem, sdílení pracovních míst, zkrácená pracovní doba apod.)

Okruh 3) Role odborů v nízkouhlíkové transformaci

- Jaká má být role odborů při nízkouhlíkové transformaci?
- Jakou roli by měli hrát při řešení změn v kvalifikacích v sektoru?
- Jaká má být jejich role při zavádění politiky spravedlivého přechodu?
- Kdo jsou podle vás nejvýznamnější aktéři, kteří mají v současnosti důležité slovo při přípravě sociálně citlivého přechodu na nízkouhlíkovou energetiku? Ve vaší organizaci, či firmě, na místní úrovni, na celostátní úrovni, na evropské úrovni?
- Jste vy, potažmo vaše organizace v tuto chvíli nějak začlenění do rozhodování? Je podle vás toto začlenění dostatečné/odpovídající?