



OP TAK (2021-2027) - Technologické platformy – výzva II

**Technologické platformy -
Technologické platformy – výzva II.**

Rozvoj technologických platform s cílem urychlení digitální a zelené transformace.

	Technologické platformy - Technologické platformy – výzva II.		
Rozvoj technologických platform s cílem urychlení digitální a zelené transformace.			
Alokace 100 mil. Kč	Vyhlášení výzvy 28. 6. 2024	Zahájení příjmu žádostí 15. 7. 2024	Ukončení příjmu žádostí 11. 11. 2024

Název projektu

Uhlíková neutralita 2050

Studie

„ANALÝZA HODNOTOVÉHO ŘETĚZCE CO₂“

Vypracoval: kolektiv ČTP Uhlíková neutralita 2040

Úprava dne 30. září 2025

www.co2cz.com

1. Účel a cíl analýzy

Účelem této analýzy je komplexně popsat hodnotový řetězec technologií zachytu, využití a ukládání oxidu uhličitého (CCS/CCU) v podmínkách České republiky. Zvláštní důraz je kladen na propojení českého výzkumu, průmyslu a legislativy s cílem vytvořit soběstačný a konkurenceschopný dekarbonizační ekosystém do roku 2050.

Analýza slouží jako strategický podklad pro rozhodování státní správy, průmyslových podniků a výzkumných institucí při přípravě projektů v oblasti zachytu, využití a ukládání CO₂. Současně představuje výchozí rámec pro koordinaci českých aktivit s evropskými iniciativami v oblasti průmyslové dekarbonizace, jako jsou European Green Deal či Fit for 55.

Současně jsou výstupy určeny jako plnění karet opatření z dokumentu *Akční plán pro podporu CCUS v ČR* (MŽP, 03/2025).

Cíle analýzy jsou:

- Zmapovat hodnotové řetězce spojené s technologiemi zachytu, využití a ukládání CO₂ (CCS, CCU, Power-to-X),
- Identifikovat klíčové aktéry a články řetězce s vysokou přidanou hodnotou,
- Odhalit slabá místa a technologické závislosti, které brání rozvoji dekarbonizačního ekosystému v ČR,
- Určit klíčové aktéry, bariéry a příležitosti v jednotlivých fázích hodnotového řetězce,
- Vyhodnotit technologickou, ekonomickou a institucionální připravenost,
- Navrhnout opatření pro posílení soběstačnosti a konkurenceschopnosti českého průmyslu v kontextu přechodu k uhlíkové neutralitě do roku 2050.

Analýza má ambici překlenout mezeru mezi výzkumnými výsledky, průmyslovou praxí a strategickým rozhodováním státu. Jejím cílem není pouze popsat současný stav, ale identifikovat konkrétní směry, jak může Česká republika v příští dekádě využít technologii CCUS jako jeden z hlavních nástrojů dosažení klimatických cílů při zachování konkurenceschopnosti klíčových odvětví.

Výsledky analýzy budou využitelné jako podklad pro MPO, MŽP, průmyslové svazy a platformu CO₂CZ při plánování investic, tvorbě podpůrných programů a určování priorit výzkumu a vývoje v oblasti zachytu a využití uhlíku.

2. Kontext a východiska

Evropská i česká hospodářská politika směřuje k dosažení uhlíkové neutrality do roku 2050. Tento cíl vyplývá z rámce Evropského Green Dealu, balíčku Fit for 55 (2021) a z návazných národních strategií ČR v oblasti energetiky, průmyslu a klimatu.

Dekarbonizace evropského průmyslu se opírá o tři hlavní pilíře:

1. elektrifikaci a využití obnovitelných zdrojů,
2. energetickou efektivitu a cirkulární hospodářství,
3. zachyt, využití a ukládání oxidu uhličitého (CCUS) – zejména tam, kde jiné technologie nejsou technicky nebo ekonomicky proveditelné.

Česká republika generuje cca 90 až 100 Mt CO₂ ročně¹, z čehož více než 60 % pochází z energetiky, chemického a cementářského průmyslu. Tyto sektory představují tzv. tvrdé emise, které nelze eliminovat běžnými opatřeními, a proto jsou hlavním cílem technologií CCUS.

Evropská unie současně zpřísňuje klimatickou politiku prostřednictvím systému obchodování s emisními povolenkami (EU ETS) a mechanismu uhlíkového vyrovnání na hranicích (CBAM). Tyto nástroje vytvářejí ekonomický tlak na snižování emisí v průmyslu a současně otevírají prostor pro investice do nízkouhlíkových technologií. Cena povolenky ETS se dlouhodobě pohybuje v rozmezí 50–90 €/t CO₂ a představuje klíčový faktor ekonomické návratnosti projektů CCS a CCU.

Dekarbonizace průmyslu je v českých podmínkách možná pouze kombinací technologických a systémových opatření, především zachytem, využitím a ukládáním CO₂ (CCUS), doplněných o rozvoj vodíkových technologií, energetickou efektivitu a oběhové hospodářství.

CCUS je proto vnímán nejen jako nástroj pro snižování emisí, ale také jako prostředek k transformaci průmyslu a tvorbě nových hodnotových řetězců. V evropském měřítku se CCUS stává integrální součástí přechodu k vodíkové ekonomice a rozvoje technologií Power-to-X, které umožňují přeměnu zachyceného CO₂ na syntetická paliva a suroviny.

V českém kontextu je CCUS zároveň příležitostí k posílení soběstačnosti, inovací a technologické nezávislosti. Využití domácích kapacit (cementárny, chemičky, energetika, výzkumná infrastruktura) umožňuje vybudovat vlastní nízkouhlíkový ekosystém propojující průmysl, výzkum a státní správu. Úspěšné zvládnutí této transformace však vyžaduje vytvoření odpovídající legislativy, finančních nástrojů a koordinačních struktur.

3. Vymezení hodnotového řetězce

Hodnotový řetězec dekarbonizačního ekosystému může být členěn na sedm hlavních segmentů (Tabulka 1), které pokrývají celý cyklus uhlíku – od vzniku až po opětovné využití nebo trvalé uložení.

¹ Zdroj: Emise skleníkových plynů v ČR podle sektorů – Fakta o klimatu 2024: roční objem emisí České republiky je **103,53 mil. tun** (údaj z roku 2023). V přepočtu na obyvatele to je 9,56 t CO₂ eq/obyvatele.

Tabulka 1 Segmenty dekarbonizačního ekosystému

Segment	Hlavní činnosti	Typické výstupy	Klíčoví aktéři v ČR
Zdroje	Měření, separace, predikce emisí	Koncentrovaný CO ₂	Energetické zdroje ČEZ/EPH/aj., Orlen Unipetrol, Vápenka Čertovy schody, Cementárna Čížkovice aj.
Záchyt a čištění	Absorpce, adsorpce, membrány, kryogenní separace	Čistý CO ₂	MemBrain, ČVUT, VUT, ÚCHP AV ČR, VŠCHT, Filcom
Transport	Potrubní, železniční, silniční a vodní přeprava	Stlačený, kapalný CO ₂ ,	Net4GAS
Transformace	Elektrochemie, biotechnologie, fotokatalýza	Metan, metanol, syntetická paliva	ČVUT, VUT, ÚCHP AV ČR, VŠCHT, VŠB, CATRIN, UJEP, MU Brno, ÚTM AV ČR, UPce, ÚFCH AV ČR
Ukládání	Geologická, biologická, mineralizační sekvence	Trvale uložený CO ₂	MND
Uhlíkový management	LCA, prediktivní modelování	Datové modely, ESG reporty	CO2CZ, VŠCHT
Aplikace a trhy	Zelená chemie, Power-to-X, polymerní materiály	Nízkouhlíkové produkty	Chemické podniky, dopravci, energetické firmy

Hlavní čtyři segmenty, tedy záchyt CO₂, transport, ukládání a využití CO₂ (CCU) mají v současné době každý odlišnou úroveň technologické zralosti (TRL), investiční náročnosti i ekonomické návratnosti. Základní kvantifikace těchto parametrů umožňuje identifikovat, kde je možné v českém kontextu vytvářet přidanou hodnotu a které části řetězce vyžadují veřejnou podporu.

„Přidaná hodnota“ by zde mohla být definována jako ekonomický přínos plynoucí z jednotky zpracovaného CO₂ (Kč/t CO₂), zahrnující úsporu nákladů na emisní povolenky (ETS), výnosy z produktů CCU nebo provozní marži uloženého CO₂ v rámci kontraktů typu Carbon Contracts

for Difference (CCfD). Hodnoty v Tabulce 2 představují orientační rozmezí vycházející z přehledových studií a evropských analýz^{2,3,4,5,6,7,8}.

Tabulka 2 Přehled hlavních segmentů hodnotového řetězce CCUS

Segment	TRL	Odhad objemu (Mt/rok)	Přidaná hodnota (Kč/t CO ₂)	Klíčové bariéry
Záchyt	6–8	10–15	2 000 – 4 000	Vysoká energetická náročnost a náklady na regeneraci sorbentu
Transport	6–9	5–10	500 – 800	Nedostatečná infrastruktura, nutnost sdílených sítí
Ukládání	5–7	5–8	300 – 600	Legislativní vakuum, dlouhodobá odpovědnost, monitoring
Využití CO₂	4–6	0,5 – 1	5 000 – 10 000	Vysoké investiční náklady a cena elektřiny pro syntézu

Z přehledové tabulky vyplývá, že záchyt tvoří nejnákladnější část hodnotového řetězce, která tvoří 60–70 % celkových nákladů. Technologie jsou zralé pro spalovací procesy typu post-combustion (MEA a MEA blends), ale jejich provozní efektivita je silně závislá na ceně elektřiny. Přidaná hodnota 2 000–4 000 Kč/t CO₂ odpovídá úspoře emisní povolenky (cca 80 €/t) plus možné provozní marži při započtení státní podpory.

Transport je ekonomicky méně náročný segment (2–14 USD/t CO₂), ale kapitálově závislý na síťové infrastruktuře. Sdílené potrubní systémy, jaké vznikají například v Nizozemsku a Norsku (projekty Porthos či Northern Lights), snižují jednotkové náklady až o 40 %. Přidaná hodnota

² **ASHOKKUMAR, R. et al.**, Overview of CO₂ capture technologies: Advances, costs, and integration challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2025, vol. 189, 114018. ISSN 1364-0321.

³ **WANG, Q. et al.**, Hybrid sorbents and membrane materials for next-generation CCS systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2025, vol. 198, 114367.

⁴ **NATH, S. et al.**, Critical review of CCS performance and limitations. *Journal of CO₂ Utilization*, 2024, vol. 88, 102051.

⁵ **ARAS, C. M. et al.**, Stochastic optimization of CO₂ capture and storage networks in the United States. *Computers and Chemical Engineering*, 2025, vol. 194, 108335.

⁶ **ZHANG, J. et al.**, Regional optimization and clustering of CO₂ transport and storage in Jiangsu Province, China (SPATIAL Model). *Carbon Capture Science and Technology*, 2025, vol. 15, 100481.

⁷ **EVROPSKÁ KOMISE**. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council and the European Economic and Social Committee: Towards an EU Strategy for Carbon Management (COM(2024) 62). Brussels: European Commission, 2024.

⁸ **INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE**. Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the IPCC. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. ISBN 978-1-00-915792-6.

je tvořena marží za přepravu a provozní spolehlivostí. Ukazuje se, že ekonomicky může být tento segment ziskový pouze v případě regionálních hubů, s kapacitami nad 5 Mt/rok.

Ukládání představuje z hlediska bezpečnosti a stability nejcitlivější část celého řetězce. V České republice dosud chybí licenční rámec. Přidaná hodnota je nízká (300–600 Kč/t CO₂), avšak stabilní a dlouhodobá, neboť spočívá v garantovaných kontraktech na uložené množství CO₂ (ekvivalent dlouhodobého „úložištního poplatku“).

Největší potenciál pro ekonomickou přidanou hodnotu má CCU, zejména v oblasti syntézy metanolu, e-paliv a mineralizace. Přidaná hodnota 5 000–10 000 Kč/t CO₂ odpovídá cenové relaci produktů na trhu (e-metanol ≈ 700–1 000 €/t) při energetickém vstupu z obnovitelných zdrojů (klíčová je ovšem cena energie). Na druhé straně však CCU přináší nejnížší trvalost zachytu uhlíku, protože uhlík se později často opět uvolní při spalování produktů CCU.

Celkově lze říci, že:

- Záchyt a transport jsou technicky zvládnuté, ale ekonomicky hraniční části řetězce.
- Ukládání představuje strategickou, nikoli výnosovou fázi, která vyžaduje veřejnou podporu.
- CCU je inovační motor s nejvyšším potenciálem pro tvorbu nové přidané hodnoty a exportu know-how. Jeho další rozvoj však podmiňuje dostupnost nízkoemisního vodíku a jeho (ekonomická) dostupnost.

Pro Českou republiku dává největší smysl rozvíjet průmyslové klastry CCUS v oblastech s koncentrovaným průmyslem (Severní Morava, Ústecký kraj) a napojit se na evropské koridory CO₂ (Rakousko – Německo – Severní moře).

4. Ekonomická proveditelnost a udržitelnost

Ekonomická proveditelnost a nákladová efektivita jednotlivých článků hodnotového řetězce CCUS v podmínkách České republiky je analyzována níže. Tento rámec umožňuje porovnat technologie z hlediska investičních a provozních nákladů, cenových stimulů (ETS, dotace) a vývoje ceny uhlíku, která je hlavním ekonomickým určovatelem návratnosti.

Každý článek řetězce CCUS – záchyt, transport, ukládání a využití – je posuzován podle tří hlavních kategorií nákladů:

1. CAPEX (Capital Expenditure) – investiční náklady na zařízení, výstavbu a infrastruktury.
2. OPEX (Operating Expenditure) – provozní náklady (energie, údržba, regenerace sorbentu).
3. LCOC (Levelized Cost of CO₂ Capture) – vyrovnaná jednotková cena zachycení a uložení CO₂ během životnosti projektu.

Na základě poznatků z přehledových reportů a studií byly pro modelové hodnocení použity následující intervaly uvedené v Tabulce 3.

Tabulka 3 Přehled hlavních segmentů hodnotového řetězce CCUS^{9,10,11,12,13,14}

Parametr	Rozsah (2025)	Poznámka
CAPEX	1 000 – 2 500 USD na t CO ₂ kapacity / rok	-
OPEX	30 – 60 USD / t CO ₂	-
LCOC	60 – 120 USD / t CO ₂	průměr globálních projektů
Životnost projektu	20 – 25 let	-
Cena elektřiny	50 – 80 EUR/MWh	významný faktor OPEX
Cena emisní povolenky (ETS)	70 €/t (2025); 130 €/t (2040)	-

Cena emisní povolenky, cena elektrické energie a nízkoemisního vodíku jsou hlavní determinant návratnosti. Každý nárůst ceny emisní povolenky o +10 €/t ETS zlepšuje ekonomiku CCUS o 6–8 %. V případě poklesu pod 70 €/t se projekty obecně stávají neživotaschopnými. Cena energie tvoří 20–40 % OPEX; zvyšování ceny elektřiny o 10 % zvyšuje LCOC o 5–6 %. Cena nízkoemisního vodíku je pro procesy CCU zásadní. Úroveň nad 5 €/kg již zásadně negativně ovlivňuje návratnost investice do CCU.

Projekty s vlastním zdrojem OZE nebo odpadního tepla jsou ekonomicky výhodnější. Velikost a infrastruktura hubů a sdílená infrastruktura (potrubí, kompresní stanice, úložiště) snižuje CAPEX o 20–40 %. Projekty malého měřítka mají vysoké fixní náklady a nízkou efektivitu. Státní podpora a dotace, obecně veřejné nástroje podpory jako je např. Inovační či Modernizační fond snižují počáteční CAPEX o 25–50 %. To umožňuje dosažení ekonomické rovnováhy již při ceně okolo 90 €/t CO₂.

Ekonomická proveditelnost projektů CCUS je primárně určována cenou emisní povolenky v rámci systému EU ETS. Z dostupných analýz a mezinárodních projektů vyplývá, že:

- při ceně < 70 €/t je většina projektů neekonomická, i při dotační podpoře,

⁹ ARAS, C. M. et al., *Stochastic optimization of CO₂ capture and storage networks in the United States*. *Computers and Chemical Engineering*, 2025, vol. 194, 108335.

¹⁰ ZHANG, J. et al., *Regional optimization and clustering of CO₂ transport and storage in Jiangsu Province, China (SPATIAL Model)*. *Carbon Capture Science and Technology*, 2025, vol. 15, 100481.

¹¹ EVROPSKÁ KOMISE. *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council and the European Economic and Social Committee: Towards an EU Strategy for Carbon Management (COM(2024) 62)*. Brussels: European Commission, 2024.

¹² YAN, X. et al., *Global plant-by-plant optimization of CCUS deployment pathways*. *One Earth*, 2025, vol. 8, 1121–1142.

¹³ RAIHAN, Asif. *Carbon capture, utilization, and storage (CCUS) in the context of earth energy systems: A multidisciplinary review*. *Geoscience Frontiers*. 2025, vol. 16, 102177.

¹⁴ INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the IPCC*. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. ISBN 978-1-00-915792-6.

- v rozmezí 90 – 110 €/t CO₂ se projekty začínají přibližovat hranici návratnosti – zejména u integrovaných hubů s více zdroji a sdílenou infrastrukturou,
- při ceně ≥ 120 €/t CO₂ je většina průmyslových projektů (CCS v cementářství, chemii, vodíku) ekonomicky proveditelná bez přímé provozní dotace.

CCUS projekty v ČR a EU se na současné podmínky stávají ekonomicky proveditelnými při ceně emisní povolenky v rozmezí 100 – 120 €/t CO₂. Nejvyšší citlivost ekonomiky vykazuje cena emisní povolenky a cena energie, ostatní parametry mají sekundární vliv. Sdílená infrastruktura a časná implementace jsou nejefektivnější strategie pro snížení nákladů. Projekty napojené na OZE a využívající odpadní teplo mají nejvyšší potenciál dlouhodobé rentability.

5. Klíčová zjištění a výstupy

a) Technologická připravenost

Technologická připravenost CCUS systémů se během poslední dekády výrazně posunula z fáze výzkumu k demonstračním a komerčním aplikacím. Většina klíčových technologií pro zachytávání CO₂ a jeho dlouhodobé ukládání již dosáhla TRL 7–9, zatímco technologie pro využití CO₂ (CCU) zůstávají převážně na TRL 4–7, i když jsou v Evropě již realizovány projekty na výrobu methanolu (např. Kassø Power-to-X v Dánsko), tedy lze považovat TRL 9.

Zatímco první generace CCS (2010–2018) byla zaměřena na technickou proveditelnost, současné projekty (2020–2025) již kombinují technologickou zralost s ekonomickou optimalizací a integrací do průmyslových procesů. Evropa má aktuálně (2025) více než 30 komerčních projektů ve výstavbě a přes 130 ve fázi FEED (Front-End Engineering Design). CCS (záchyt + transport + ukládání) je technologicky připraven pro komerční nasazení, rizika jsou převážně ekonomická a legislativní, nikoli technická. CCU je nadějný doplněk s potenciálně vysokou přidanou hodnotou, ale ekonomicky závislý na levné elektřině a dostupném obnovitelném vodíku.

Evropa je v současnosti globálním tahounem rozvoje CCU technologií. Téměř dvě třetiny světových projektů se nacházejí na evropském kontinentu, zejména v zemích s aktivní politikou dekarbonizace (Dánsko, Německo, Francie, Nizozemsko). Zřetelný posun nastal od výzkumných pilotů k demonstracím a prvním komerčním linkám (TRL 8–9). Přetrvává však nerovnoměrnost. Zatímco severní Evropa má projekty v plném provozu, střední a východní Evropa je stále v počátečních fázích. Databáze CO₂Value slouží jako klíčový nástroj sledování technologického pokroku a ukazuje, že CCU technologie se z laboratoří rychle posouvají do reálného průmyslu.

Nejnovější evropské komerční provozy¹⁵

- **Kassø Power-to-X (Dánsko):** E-methanolová výroba (42 kt/rok), TRL 9, European Energy & Mitsui.

¹⁵ Zdroj: [CO₂Value – CCU Projects Database](#), aktualizováno říjen 2025.

- **George Olah Plant (Island):** Metanol, TRL 8, Carbon Recycling International.
- **Audi e-gas (Německo):** Syntetický metan z bioplynu, TRL 7.
- **BioCat (Dánsko):** Biologická metanace, TRL 7.
- **C2PAT (AT), REUZE (FR), DEZiR (FR/DK)** – projekty ve fázi spuštění (TRL 9).

Česká republika má výzkumný potenciál (VŠCHT, ČVUT, MemBrain, MND apod.), avšak chybí demonstrační projekt na úrovni TRL 7–8 a rovněž legislativní rámec pro geologické ukládání. Do roku 2030–2035 lze realisticky dosáhnout plné technologické připravenosti i v českém kontextu, pokud bude realizován alespoň jeden pilotní integrovaný projekt napojený na evropskou infrastrukturu.

b) Ekonomické aspekty

Ekonomika CCUS je rozhodujícím faktorem jeho reálné implementace. Z dostupných odborných analýz vyplývá, že zachytávání CO₂ představuje nejnákladnější fázi řetězce a tvoří až 70 % celkových nákladů, zatímco transport odpovídá přibližně 10–20 % a ukládání 5–10 %. Rozsah nákladů je ovlivněn typem technologie, energetickou náročností, velikostí projektu a úrovní sdílené infrastruktury. Současné projekty v Evropě (např. Northern Lights, Porthos) potvrzují, že komerční proveditelnost CCUS nastává při ceně emisní povolenky okolo 100 až 120 €/t CO₂.

Odhadované jednotkové náklady pro jednotlivé segmenty jsou uvedeny v Tabulce 4. Hodnoty jsou aktualizované pro rok 2025 a vycházejí z přehledových studií citovaných výše.

Tabulka 4 Odhadované jednotkové náklady na jednotlivé fáze CCUS

Segment	Rozsah nákladů (USD/t CO ₂)	Podíl na celkových nákladech (%)	Klíčové faktory
Záchyt (post-/pre-combustion)	60 – 120	60 – 70	Typ sorbentu, energie na regeneraci, účinnost procesu
Kompresní a kondičionální fáze	5 – 15	5 – 10	Požadovaný tlak, spotřeba energie (8–20 MPa)
Transport – potrubní (onshore)	2 – 14	10 – 15	Délka trasy, kapacita sítě, sdílená infrastruktura
Transport – lodní (offshore)	15 – 35	< 5	Flexibilita, menší tlakové nároky, delší trasy
Ukládání (DSA a EOR)	5 – 25	5 – 10	Hloubka, geologie, monitoring a těsnost úložiště
Využití CO₂ (CCU)	150 – 300	—	Závislé na ceně elektřiny
Průměrný rozsah (CCUS)	60 – 180	100	Zahrnuje celý řetězec záchyt → transport → ukládání

Rozpětí celkových nákladů na zachyt CO₂ je široké, od 60 USD/t u velkých projektů s OZE energií až po 120 USD/t u menších pilotních instalací. Průměrná cena zachytávání CO₂ v cementářství a energetice v Evropě činí přibližně 90 USD/t.

Cena emisní povolenky je nejvýznamnější proměnnou a hlavní determinant návratnosti projektů CCUS. Každý nárůst o 10 €/t ETS zlepšuje ekonomiku CCUS o 6–8 %. Projekty CCUS se stávají ekonomicky proveditelné při ceně emisní povolenky ≥ 120 €/t CO₂. Tento bod zlomu je kritický pro dekarbonizaci cementářství a chemického průmyslu v celé EU.

Cena energie je druhá nejcitlivější položka, zejména v sektorech s vysokou spotřebou tepla. Energie má výrazný vliv na OPEX, když při ceně elektřiny nad 80 EUR/MWh stoupá LCOC (Levelized Cost of CO₂ Capture) o cca 10 USD/t.

Významnou nákladovou položkou je i cena nízkoemisního vodíku nezbytného pro většinu procesů konverze CO₂ (CCU). Úroveň nad 5 €/kg již zásadně negativně ovlivňuje návratnost investice do CCU.

Velikost projektu a síťové vazby výrazně ovlivňují nákladovou efektivitu. Regulační stabilita a legislativa ovlivňují náklady kapitálu. Politická nejistota může zvýšit rizikovou přírážku o 10–15 %. Dotace a finanční nástroje (Modernizační fond, Innovation Fund, CCfD) mohou snížit efektivní CAPEX o 25–50 % a umožnit rentabilitu již při ceně okolo 90 €/t.

Sdílená infrastruktura je hlavním faktorem úspor: regionální huby snižují CAPEX o 20 až 40 % a celkové náklady na transport a ukládání o až 30 %. Sdílené projekty a časná implementace jsou nejefektivnější strategie pro snižování nákladů.

V podmínkách České republiky se projekty v cementářství a chemickém průmyslu mohou stát ekonomicky životaschopnými po roce 2030, pokud ETS překročí hranici 100 €/t a vznikne sdílená infrastruktura pro transport a ukládání CO₂.

c) Institucionální a legislativní prostředí

Agenda CCS/CCU je v současnosti v České republice rozdělena mezi více resortů, především Ministerstvo životního prostředí (MŽP), které zodpovídá za oblast emisí, ochranu klimatu a transpozici evropských směrnic a Ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO), které koordinuje technologické a inovační programy a podporu průmyslových projektů. Tato roztržštěnost kompetencí však komplikuje systematický rozvoj CCUS, protože chybí centrální koordinační subjekt s mandátem řídit infrastrukturu, licence a rozvoj projektových hubů.

V oblasti přepravy CO₂ potrubím chybí specifické právní vymezení infrastruktury, které by umožnilo vznik sdílených přepravních sítí. To omezuje možnost propojení českých zdrojů s budoucí evropskou sítí. Rovněž není systematicky zřízen národní registr či databáze uhlíkových toků, která by umožňovala sledovat a certifikovat zachycené a uložené množství CO₂ napříč sektory.

Další bariérou je absence komplexního systému státní podpory. Finanční nástroje jsou rozptýlené mezi různé fondy (Modernizační fond, OP TAK, Inovační fond EU) bez jednotné

strategie nebo prioritizace technologických oblastí. Projekty CCUS vyžadují dlouhodobé závazky a stabilní podmínky, které by měl zajistit centrální program koordinovaný mezi MPO, MŽP a MF.

Z hlediska institucionální koordinace by bylo vhodné zřídit národní platformu nebo koordinační orgán, který by sdružoval klíčové resorty, akademii, průmysl a energetické společnosti. Jeho úkolem by bylo koordinovat mapování emisních zdrojů, rozvoj infrastruktury, certifikaci úložišť a přípravu jednotného datového systému.

Z hlediska regulačního prostředí je klíčové vytvořit:

- jasné povolovací a licenční procesy pro zachyt, transport a ukládání CO₂,
- certifikační systém uhlíkových toků, kompatibilní s EU ETS a certifikací CCU produktů,
- pravidla pro dlouhodobou odpovědnost a monitoring úložišť po ukončení jejich provozu,
- mechanismus státní záruky pro případné rizikové události.

V souhrnu lze říci, že Česká republika se nachází ve fázi tvorby institucionální a legislativní architektury CCUS. Základy jsou již definovány, ale chybí prováděcí předpisy, infrastruktura a systémová koordinace. Včasná implementace právního rámce a vznik národního koordinátora budou rozhodujícím faktorem, který určí, zda se ČR dokáže zapojit do evropské sítě projektů CCUS v časovém horizontu do roku 2030.

6. Rizika a zranitelnosti řetězce

Rozvoj CCUS v České republice je technicky proveditelný, ale zatížen řadou rizik, která mohou oddálit nebo zcela zabrzdit jeho realizaci. Rizika by se dala zjednodušeně rozdělit na technologická, geologická, ekonomická, legislativní a sociální. Jejich společným jmenovatelem je vysoká nejistota návratnosti investic, nedostatečná infrastruktura a absence dlouhodobé politické jistoty.

Efektivní implementace jakéhokoli projektu CCUS vyžaduje systematické řízení rizik již v přípravné fázi (2025–2027), a to prostřednictvím jasných regulačních rámců, standardů monitoringu a veřejné komunikace. Kategorizace rizik je uvedena v následující Tabulce 5.

Tabulka 5 Kategorizace rizik

Typ rizika	Popis	Dopad	Návrh opatření
Technologické	Nízký stupeň připravenosti technologií, chybějící reference, závislost na zahraničních katalyzátorech a membránách	Vysoký	Podpora výzkumu a vývoje, včetně vývoje domácích materiálů, výběr ověřených technologií (TRL ≥ 8), testování v pilotním měřítku
Infrastrukturní	Absence potrubní sítě CO ₂	Kritický	Vybudovat pilotní „CO ₂ pipeline CZ“
Ekonomické	Vysoké investiční a provozní náklady CCS, kolísání ETS cen, nedostatek kapitálu, zpoždění financování	Vysoký	Investiční pobídky, Modernizační fond, státní záruky, sdílená infrastruktura hubů, konsorcia firem
Geologické	Únik CO ₂ , mikroseizmické jevy, chemická reaktivita hornin	Vysoký	Důkladná charakterizace úložiště, monitoring, řízení tlaku v rezervoárech
Legislativní	Nejasný rámec pro transport a uložení CO ₂	Vysoký	Národní strategie CCS/CCU 2030+
Společenské	Negativní vnímání ukládání CO ₂ , nedůvěra veřejnosti, odpor regionů, změna vládních priorit	Střední	Osvěta, participace obcí, transparentní komunikace, účast regionů na projektech, benefity pro obce
Environmentální	Koroze potrubí, kontaminace podzemních vod, zvýšená spotřeba energie	Střední	Materiálová standardizace, odstraňování nečistot, monitoring kvality
Datové	Nedostatek standardizovaných a centralizovaných dat o emisích	Střední	Vybudování Carbon Data Hub

Z analýzy tedy vyplývá, že největší hrozbou pro rozvoj CCUS v ČR není technologická nejistota, ale kombinace ekonomických a regulačních faktorů: volatilita ETS, nepředvídatelnost politiky a absence infrastruktury. Technologie jsou v podstatě již dostatečně zralé (TRL 7–9) a riziko technického selhání se neustále vyvíjí a snižuje.

Rizika CCUS v České republice a jejich řízení je v zásadě řešitelným procesem, nikoli překážkou realizace. Nejvyšší citlivost vykazuje ekonomika projektů na cenu emisních povolenek a politickou stabilitu. Pokud bude emisní povolenka na cenové úrovni dlouhodobě nad 100 €/t a vznikne jasný legislativní rámec, je rizikový profil CCUS v ČR srovnatelný s ostatními státy EU.

7. Příležitosti a doporučená opatření

Česká republika se nachází v období, kdy se rozhoduje o jejím postavení v evropské síti nízkouhlíkových průmyslových technologií. Technologie CCUS představují pro tuzemský průmysl realistickou možnost, jak snížit procesní a energetické emise, které nelze eliminovat pouze dílčími opatřeními zvyšování efektivity výrobních procesů, elektrifikací či přechodem na obnovitelné zdroje energie.

Navzdory úspěšnosti výzkumných institucí a přítomnosti průmyslových partnerů (cementárny, chemičky, teplárny) Česká republika dosud postrádá pilotní projekty, legislativní rámec i funkční model financování. Současná situace odpovídá fázi „předimplementační“, kdy existuje znalostní a technologická připravenost, ale chybí institucionální a ekonomické podmínky. Hlavní výzvy českého kontextu z tohoto pohledu tedy jsou:

- Legislativní neukotvení CCS/CCUS
- Fragmentace kompetencí a odpovědností MPO, MŽP a ČGS pokrývají jednotlivé oblasti bez centrální koordinace.
- Nedostatečná infrastruktura pro transport CO₂
- Ekonomická nejistota ceny emisních povolenek
- Nízká veřejná informovanost a akceptace

8. Závěry

Česká republika disponuje všemi předpoklady – průmyslovými, vědeckými i geologickými – k tomu, aby se plnohodnotně zapojila do rozvoje CCUS ve střední Evropě. Klíčem je přejít z analytické do implementační fáze mezi lety 2025–2035, a tedy:

- připravit a schválit komplexní legislativu pro zachyt, transport a ukládání CO₂,
- zahájit pilotní demonstrační projekty v cementářství, chemii a energetice,
- napojit se na evropskou infrastrukturu CO₂ a připravit domácí sdílené huby,
- vytvořit podmínky pro vznik konsorcií firem a výzkumných institucí s koordinovanou podporou státu.

Pokud bude postup koordinovaný, může Česká republika do roku 2035 snížit průmyslové emise o 2–3 Mt CO₂ ročně, vytvořit několik tisíc pracovních míst a zajistit, že přechod na klimaticky neutrální ekonomiku proběhne bez výraznější ztráty konkurenceschopnosti.

Bez implementace dílčích kroků vedoucích k dekarbonizaci do roku 2030 však hrozí, že Česká republika zůstane závislá na dovozu emisních kreditů a infrastruktury sousedních států, se všemi ekonomickými důsledky, které to přinese.

Pro minimalizaci tohoto rizika je nezbytné aktivně vstoupit do evropských kooperací v rámci již existujících programů a využít nástrojů jako Carbon Contracts for Difference (CCfD), které umožňují finanční stabilitu projektů v počáteční fázi.

Strategickým doporučením je také zřídit národní koordinační orgán, který by sjednotil kompetence MPO, MŽP a ČGS, a zajistil dlouhodobou realizaci projektů napříč odvětvími. Tento orgán by měl zastupovat Českou republiku v evropských strukturách a zajišťovat kompatibilitu národních standardů s EU ETS a certifikací CCU produktů.

Česká republika má technologické, vědecké i průmyslové zázemí pro vytvoření soběstačného ekosystému CCUS. Rozhodující bude rychlost institucionální reakce a schopnost státu propojit výzkum, průmysl a energetiku v jednotný dekarbonizační ekosystém podporovaný veřejnými i soukromými investicemi.

Dokument bude pololetně aktualizován.

Vypracováno: Perlová voda, 30.9.2025