

# Proč EU potřebuje strategii průmyslového hospodaření s uhlíkem

Evropská unie se zavázala dosáhnout do roku 2050 klimatické neutrality v celém hospodářství, aby se globální oteplování udrželo pod hranicí 1,5 °C. Provádí komplexní rámec politiky, jehož cílem je snížit emise do roku 2030 nejméně o 55 %, a Komise nyní položila základy ambicí EU v oblasti klimatu pro příští desetiletí[[1]](#footnote-2).

Dosažení těchto cílů a postupné ukončení závislosti na fosilních palivech vyžaduje rozhodná opatření v oblasti klimatu ve všech odvětvích hospodářství. Strategie EU pro průmyslové hospodaření s uhlíkem je sama o sobě zásadním doplňkem zmírňování emisí skleníkových plynů, které je nezbytné především. Jako celosvětový průkopník má EU příležitost získat hospodářskou výhodu v oblasti technologií průmyslového hospodaření s uhlíkem, což jí poskytne globální obchodní příležitosti[[2]](#footnote-3). Průmyslové hospodaření s uhlíkem může pomoci dekarbonizovat výrobní procesy v průmyslových odvětvích, která jsou důležitá pro evropské hospodářství, a doplnit tak další snahy o dekarbonizaci. Průmyslové hospodaření s uhlíkem je proto spolehlivým a důležitým prvkem udržitelného a konkurenceschopného hospodářství v Evropě.

V roce 2040 by se spotřeba fosilních paliv pro výrobu energie snížila přibližně o 80 % ve srovnání s rokem 2021[[3]](#footnote-4). Tohoto snížení se dosáhne díky rychlému rozvoji a začlenění obnovitelných zdrojů energie, oběhovosti a účinnému využívání zdrojů, průmyslové symbióze, energetické účinnosti, alternativním výrobním procesům a náhradě materiálů, přičemž k tomuto významnému posunu přispěje i opětovné využívání uhlíku. Kromě toho bude změna vycházet z nejnovější reformy systému EU pro obchodování s emisemi (ETS), díky níž budou muset průmyslové emise klesat rychlejším tempem, aby bylo dosaženo cíle pro rok 2030, a která zavedla nový systém EU ETS, vztahující se na emise CO2 z používání paliv v odvětvích silniční dopravy a budov a dalších odvětvích[[4]](#footnote-5). V některých odvětvích se však budou fosilní paliva v omezené míře využívat i v roce 2040, například ropa v odvětví dopravy a plyn pro vytápění a průmyslové účely (i jako surovina). Toto sdělení uznává, že technologie průmyslového hospodaření s uhlíkem jsou součástí řešení, jak do roku 2050 dosáhnout klimatické neutrality. Tyto technologie jsou zapotřebí pro další snižování emisí uhlíku v průmyslových procesech v EU a hospodaření s těmito emisemi, zejména tam, kde jsou možnosti zmírňování emisí omezené.

Pro další snižování emisí uhlíku v průmyslových procesech v EU a hospodaření s těmito emisemi jsou však zapotřebí další opatření, zejména tam, kde jsou jiné možnosti zmírňování emisí omezené[[5]](#footnote-6). V tomto desetiletí se hlavní pozornost zaměří na zachycování CO2 z emisí z procesů a některých emisí z fosilních a biogenních zdrojů CO2 (viz obrázek 1). Kromě přírodních propadů uhlíku a uhlíkového zemědělství[[6]](#footnote-7) bude dosažení klimatické neutrality v celém hospodářství do roku 2050 vyžadovat průmyslové pohlcování uhlíku z biogenních a atmosférických zdrojů již před rokem 2040, aby se vyvážily těžko odstranitelné emise v EU a následně se dosáhlo negativních emisí.

EU zaujímá poměrně dobrou pozici v oblasti technologií zachycování CO2, výzkumu a inovací a řada společností dodává různé technologie zachycování za komerčních podmínek[[7]](#footnote-8). Znalosti v oblasti geologie a know-how společností týkající se budování potrubí, stavby lodí a provádění vrtů budou mít při přípravě projektů hospodaření s uhlíkem zásadní význam.

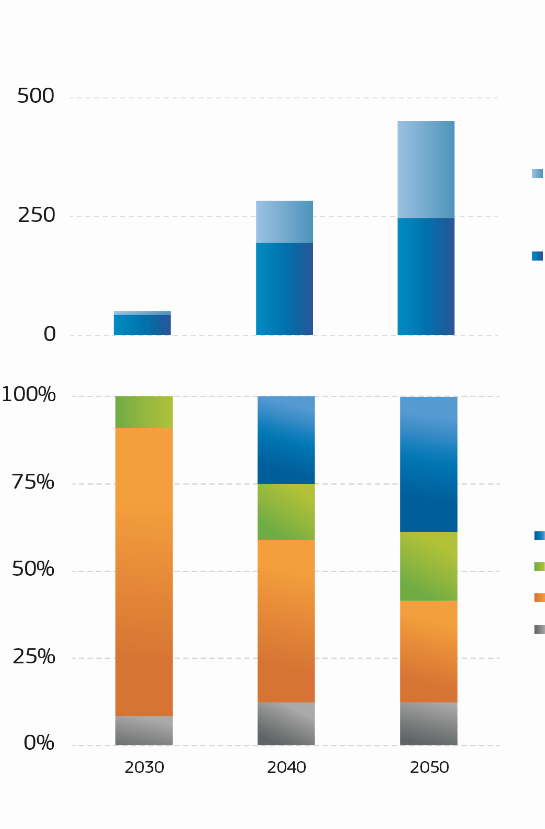
EU již zavedla řadu politik na podporu zachycování CO2. Aby však mohla plně využít jeho ekonomický potenciál v souladu s ambicemi sdělení o klimatickém cíli EU pro rok 2040[[8]](#footnote-9) a dosáhnout klimatické neutrality do roku 2050, bude muset své úsilí výrazně zvýšit. V aktu o průmyslu pro nulové čisté emise Komise navrhla, aby do roku 2030 bylo možné geologicky ukládat nejméně 50 milionů tun CO2 ročně.

Výsledky modelování pro sdělení o klimatickém cíli EU pro rok 2040 ukazují, že do roku 2040 by bylo třeba zachytit přibližně 280 milionů tun a do roku 2050 přibližně 450 milionů tun[[9]](#footnote-10) (viz obrázek 1). Tyto výsledky poskytují kontext pro další diskuse s průmyslem a ostatními zúčastněnými stranami o možnostech pro tyto technologie. Do roku 2040 by téměř polovina ročně zachyceného CO2 musela pocházet z biogenních zdrojů nebo přímo z atmosféry. To by hrálo důležitou úlohu při odstraňování uhlíku z atmosféry a poskytování klimaticky neutrálního zdroje uhlíku pro různé průmyslové aplikace a také pro výrobu udržitelných paliv pro těžko odstranitelné emise v dopravě, například v odvětví letecké a námořní dopravy, kde zachycování a ukládání uhlíku na palubách lodí také představuje možnost, kterou je třeba prozkoumat.

Rozsah tohoto úsilí je značný. Uložení 50 milionů tun v roce 2030 odpovídá ročním emisím CO2 Švédska v roce 2022[[10]](#footnote-11). Zúčastněné strany z průmyslu se vyjádřily, že by do roku 2030 mohly v Evropě zachytit až 80 milionů tun CO2 ročně, pokud budou vytvořeny potřebné investiční podmínky[[11]](#footnote-12).

Zachycování uhlíku bude rovněž vyžadovat značné množství dodatečné energie pro zabezpečení tohoto energeticky náročného procesu[[12]](#footnote-13) a v případě biogenního uhlíku také udržitelné získávání biomasy. I když by se průmyslové projekty zachycování a ukládání uhlíku, jakož i zachycování a využívání uhlíku měly rozvíjet a fungovat na komerčním základě, bude zapotřebí určitá finanční podpora poskytující překlenovací řešení, zejména v první fázi vytváření evropského trhu a infrastruktury.

### **Obrázek 1**: Objem CO2 zachyceného za účelem ukládání a využívání v EU (graf nahoře) a podíl zachyceného CO2 podle původu (graf dole)[[13]](#footnote-14)



Přímé zachycování ze vzduchu

Biogenní emise

Emise z procesů

Emise z fosilních paliv

Zachycování a využívání uhlíku

Zachycování a ukládání uhlíku

Podíl zachyceného CO2 podle původu

Mil. tun CO2

Rozsah této výzvy vyžaduje strategii průmyslového hospodaření s uhlíkem pro celou EU, která se bude ubírat třemi cestami, jimiž jsou:

* Zachycování CO2 za účelem ukládání (CCS): kdy jsou emise CO2 fosilního, biogenního nebo atmosférického původu zachycovány a přepravovány k trvalému a bezpečnému geologickému uložení.
* Odstraňování CO2 z atmosféry: kdy trvalé ukládání zahrnuje biogenní nebo atmosférický CO2 a povede k odstranění uhlíku z atmosféry.
* Zachycování CO2 za účelem využívání (CCU): kdy průmysl využívá zachycený CO2 v syntetických produktech, chemických látkách nebo palivech. I když se zpočátku využívají všechny druhy CO2, strategické zaměření hodnotových řetězců využívání uhlíku na zachycování biogenního nebo atmosférického CO2 postupem času zajistí vyšší přínosy pro klima.

Klíčovým faktorem společným pro všechny cesty je infrastruktura pro přepravu CO2. Pokud se zachycený CO2 nevyužije přímo na místě, bude třeba jej přepravit a buď využít v průmyslových procesech (např. při výrobě stavebních výrobků, syntetických paliv, plastů nebo jiných chemických látek), nebo trvale uložit do geologických struktur.

Cílem této strategie je proto spojit různé oblasti politiky a vytvořit prostředí příznivé pro rozvoj a rozšíření přístupů průmyslového hospodaření s uhlíkem. Strategie popisuje současný stav průmyslového hospodaření s uhlíkem, předpokládanou cestu směrem k roku 2050, rámec politiky pro průmyslové hospodaření s uhlíkem a nezbytné předpoklady pro podporu přístupů průmyslového hospodaření s uhlíkem.

# Současný stav průmyslového hospodaření s uhlíkem v Evropě

V EU již existuje řada politik, které podporují zachycování a ukládání a/nebo využívání uhlíku a potřeby související infrastruktury. Od roku 2009 se geologické ukládání CO2 řídí směrnicí o zachycování a ukládání oxidu uhličitého, která stanoví pravidla pro povolování k zajištění bezpečnosti a environmentální integrity ukládání CO2 a předepisuje transparentní a nediskriminační přístup k infrastruktuře[[14]](#footnote-15).Kromě toho jsou projekty přepravy CO2 podporovány v rámci revidovaného nařízení o síti TEN-E[[15]](#footnote-16) a současný seznam čtrnácti projektů společného zájmu nebo projektů ve společném zájmu[[16]](#footnote-17) se podílí na celkové plánované kapacitě ve výši až 103 milionů tun CO2 ročně prostřednictvím čtyř úložišť na pevnině a osmi nebo více lokalit na moři.

Systém EU pro obchodování s emisemi (ETS)[[17]](#footnote-18) stanovil cenu za emise CO2 a od roku 2013 motivuje k zachycování CO2 za účelem trvalého ukládání v EU a Evropském hospodářském prostoru (EHP). Nedávná reforma systému EU ETS přinesla několik změn na podporu průmyslového hospodaření s uhlíkem, včetně rozšířené působnosti týkající se přepravy CO2 za účelem ukládání a pobídek pro zavádění syntetických paliv v odvětví letectví. Kromě toho není třeba vyřazovat povolenky na emise, které se považují za trvale zachycené a využité[[18]](#footnote-19), což producentům emisí poskytuje více možností zachycování CO2. Inovační fond EU, který byl zřízen z výnosů systému EU ETS, již podporuje projekty zachycování a ukládání uhlíku v rozsahu přibližně 10 milionů tun CO2 ročně, které budou uvedeny do provozu již v roce 2027.

V roce 2021 Komise stanovila ambiciózní cíle pro rok 2030, a to dosáhnout alespoň 20% podílu udržitelného uhlíku na uhlíku používaném jako vstupní surovina v chemickém průmyslu EU a pohltit a trvale uložit alespoň 5 milionů tun CO2[[19]](#footnote-20). Očekává se, že rámec EU pro certifikaci pohlcování uhlíku[[20]](#footnote-21), který má být spolunormotvůrci brzy přijat, zajistí environmentální integritu certifikovaného pohlcování uhlíku.

Navrhovaný akt o průmyslu pro nulové čisté emise[[21]](#footnote-22) navíc uznává zachycování a ukládání uhlíku jako strategické technologie pro nulové čisté emise a podporuje zavádění projektů regulačními opatřeními, včetně rychlejších povolovacích postupů. Návrh rovněž obsahuje cíl, aby EU měla do roku 2030 k dispozici kapacitu pro ukládání 50 milionů tun CO2 ročně, a ukládá producentům ropy a zemního plynu investovat do uvedené prvotní infrastruktury, přičemž uznává specifické know-how odvětví v této oblasti.

Na základě těchto politik již řešení průmyslového hospodaření s uhlíkem zahrnulo do návrhů svých vnitrostátních plánů v oblasti energetiky a klimatu dvacet členských států[[22]](#footnote-23). Členské státy v návrzích svých plánů předpokládají, že v roce 2030 bude ročně zachyceno až 34,1 milionu tun CO2, z toho 5,1 milionu tun z biogenních zdrojů[[23]](#footnote-24). To je třeba porovnat s celkovou kapacitou pro injektáž, kterou členské státy odhadují na 39,3 milionu tun ročně v roce 2030[[24]](#footnote-25). Podle předložených návrhů vnitrostátních plánů v oblasti energetiky a klimatu by se CO2 zachycoval především z emisí z procesů, zejména v odvětvích výroby cementu a oceli a zpracování zemního plynu. Členské státy rovněž upřednostňují zachycování uhlíku při výrobě elektřiny, zejména z biomasy, a při výrobě nízkouhlíkového vodíku. Další aplikace pro zachycování uhlíku, které se odrážejí ve vnitrostátních plánech v oblasti energetiky a klimatu, se týkají odvětví rafinace, spalování odpadů a výroby tepla.

Sedm členských států rovněž zahrnulo tyto technologie do svých plánů pro oživení a odolnost. Dánsko a Nizozemsko již mají fungující vnitrostátní systémy dotací na zachycování uhlíku a urychlily opatření k tomu, aby bylo ukládání CO2 k dispozici. Včetně Norska a Islandu jsou tyto čtyři země průkopníky geologického ukládání CO2 v průmyslovém měřítku a zaznamenávají rostoucí komerční zájem o licence na ukládání na pevnině i na moři. Strategie hospodaření s uhlíkem v současné době vypracovávají Francie, Německo a Rakousko.

Na podporu zachycování a využívání uhlíku byla v roce 2021 zřízena platforma pro dialog zúčastněných stran, fórum pro zachycování, využívání a ukládání uhlíku (fórum CCUS)[[25]](#footnote-26). Pracovní skupiny v rámci fóra CCUS se zaměřily na klíčové otázky související s rozvojem trhu hospodaření s uhlíkem: infrastrukturu (včetně skupiny odborníků pro specifikace/normy týkající se CO2), vnímání ze strany veřejnosti a průmyslová partnerství[[26]](#footnote-27). Komise hodlá při budoucí práci na průmyslovém hospodaření s uhlíkem z této platformy nadále vycházet.

Navzdory politikám podporujícím průmyslové hospodaření s uhlíkem a plánovaným projektům je v Evropě fungujících rozsáhlých projektů omezený počet. Dnešní zkušenosti navíc odhalují řadu problémů, zejména:

* obtíže při vytváření životaschopné podnikatelské perspektivy, mimo jiné kvůli značnému požadovanému počátečnímu investičnímu kapitálu, nejistotě ohledně budoucích cen CO2 a potřebě věnovat zvýšenou pozornost sladění nabídky nízkouhlíkových produktů a poptávky po nich,
* chybějící komplexní regulační rámec pro celý hodnotový řetězec, zejména pro průmyslové pohlcování uhlíku a pro některá využití CO2,
* první podniky zapojené do budování hodnotových řetězců uhlíku se rovněž potýkají s riziky specifickými pro CO2 napříč hodnotovým řetězcem, jako je odpovědnost za úniky nebo nedostupnost infrastruktury pro přepravu či ukládání,
* nedostatečnou koordinaci a plánování, zejména v přeshraničním kontextu,
* nedostatečné pobídky pro soukromé a veřejné investice, které by potvrdily podnikatelskou perspektivu průmyslového hospodaření s uhlíkem.

Obecně vlády v celé EU musí ještě zachycování a ukládání uhlíku uznat jako legitimní a nezbytnou součást řešení pro účely dekarbonizace.

Tato strategie se zabývá všemi těmito výzvami na základě již učiněných kroků a politické a ekonomické opodstatněnosti ambicióznějšího průmyslového hospodaření s uhlíkem v Evropě.

# Vize evropského přístupu k průmyslovému hospodaření s uhlíkem

K vytvoření jednotného trhu pro řešení průmyslového hospodaření s uhlíkem jako klíčového stavebního kamene pro dosažení klimatické neutrality v roce 2050 je zapotřebí společný přístup a vize. To zahrnuje příznivý podnikatelský a investiční rámec podpořený ambicióznějšími a dobře koordinovanými politikami na vnitrostátní úrovni, jakož i strategické plánování infrastruktury na úrovni EU, které se opírá o úzkou spolupráci mezi EU a vnitrostátními správními orgány a také podniky, občanskou společností a výzkumnými komunitami.

Aby toho Evropa dosáhla, bude muset v Evropě zavést rozsáhlé hodnotové řetězce uhlíku na podporu různých fází průmyslového hospodaření s uhlíkem.

Strategickým cílem EU pro rok 2030 je zavedení kapacity pro ukládání CO2 v objemu nejméně 50 milionů tun ročně[[27]](#footnote-28) spolu se souvisejícími způsoby přepravy, které zahrnují potrubí, lodě, vlaky a nákladní vozidla, v závislosti na podnikatelské perspektivě jednotlivých variant.

Cíle pro rok 2030 v oblasti využívání vodíku z obnovitelných zdrojů v průmyslu a dopravě budou motivovat k využívání CO2 pro výrobu metanolu a e-paliv. Očekává se, že v Evropě vzniknou první infrastrukturní uzly a průmyslové klastry v oblasti CO2, které budou sloužit projektům zachycování CO2 podporovaným z vnitrostátních a unijních programů financování, z nichž mnohé jsou závislé na přeshraniční přepravě CO2. V této rané fázi rozvoje přepravy CO2 se většina přepravy CO2 uskuteční prostřednictvím alternativních forem přepravy na pobřeží, následovat bude přeprava do míst ukládání na moři. Vedle vzniku těchto infrastrukturních uzlů pro CO2 se podepisují první komerční dohody o odběru pro zachycování a ukládání CO2, zejména pro průmyslová zařízení, kde jsou náklady na zachycování uhlíku relativně nízké. Investice do těchto uzlů usnadní nová pravidla interoperability infrastruktury pro přepravu CO2 v celé EU, včetně minimálních norem kvality CO2, jež zajistí volný tok CO2 po celém EHP.

Do roku 2040 by se měla většina hodnotových řetězců uhlíku stát ekonomicky životaschopnými pro splnění cílů EU v oblasti klimatu na základě CO2 jako obchodovatelné komodity pro ukládání nebo využití v rámci jednotného trhu EU. Využita by mohla být až třetina zachyceného CO2. Tyto hodnotové řetězce by potřebovaly infrastrukturu pro přepravu a ukládání v celé EU, přičemž hlavním způsobem přepravy by bylo potrubí, jakož i možnosti lodní přepravy. Infrastruktura umožňuje přeshraniční přepravu zachyceného CO2 buď za účelem uložení, nebo využití, a to na základě regulačního prostředí, které zaručuje nediskriminační přístup ke konkurenčním službám přepravy a ukládání. Normou by se stalo zachycování těžko odstranitelných emisí CO2 v průmyslových odvětvích, včetně všech relevantních zbývajících zdrojů emisí z průmyslových procesů. Pro splnění cíle čistého snížení emisí skleníkových plynů do roku 2040 by měla být úroveň zachycování biogenního a atmosférického CO2 srovnatelná se zachycováním fosilního CO2 již do roku 2040 a nakonec by měla uvedené úrovně překročit (viz obrázek 1).

Po roce 2040 by se průmyslové hospodaření s uhlíkem mělo stát nedílnou součástí hospodářského systému EU a biogenní nebo atmosférický uhlík by se měl stát hlavním zdrojem pro průmyslové procesy nebo paliva používaná v odvětví dopravy založené na uhlíku. Veškerý zbývající CO2 založený na fosilních palivech by musel být zachycen a pro negativní emise by existovala silná podnikatelská perspektiva.

Dosažení této vize dobře fungujícího a konkurenčního trhu se zachyceným CO2 vyžaduje partnerství s průmyslem a členskými státy a zdroje na vytvoření soudržného politického rámce, který poskytne regulační jistotu a pobídky pro investice do zachycování, ukládání, využívání a pohlcování uhlíku. Jedná se o technologie, které jsou nezbytné pro dosažení klimatické neutrality a pro podporu účinných investic do infrastruktury v oblasti přepravy a ukládání.

# Představa politického rámce pro zavádění řešení průmyslového hospodaření s uhlíkem

Zachycování emisí CO2 je společným výchozím bodem pro všechny cesty průmyslového hospodaření s uhlíkem: zachycování a ukládání uhlíku (CCS), pohlcování uhlíku a zachycování a využívání uhlíku (CCU). Kromě využívání a ukládání CO2 v místě je navíc zapotřebí infrastruktura pro přepravu CO2, která umožní zavedení různých cest a vytvoření jednotného trhu s CO2 v Evropě.

### **Obrázek 2:** Popis hodnotových řetězců CO2



Emise

z procesů

Fosilní palivo

Biogenní

Průmyslové

zařízení

Zařízení na výrobu energie

Potrubí

Lodě

Nákladní vozidla

Vlaky

**Zdroje**

**Zachycování**

**Přeprava**

**Využívání**

**Trvalé uložení**

Vzduch

Přímé zachycování

ze vzduchu

Na pevnině

Na moři

**Vstupní produkty nebo suroviny**

**Podzemní geologické struktury**

Paliva

Stavebnictví

Plasty

Jiné

## 4.1 Zavádění přepravní infrastruktury pro jednotný trh s CO2

Přeprava CO2 je již komerční činností, avšak objemy přepravované různými druhy přepravy a prostřednictvím místních sítí jsou ve srovnání s budoucími potřebami průmyslového hospodaření s uhlíkem velmi nízké.

Producenti emisí zachycující CO2, společnosti zabývající se jeho využíváním a provozovatelé úložišť by měli mít možnost spolehnout se na fungující přeshraniční, volně přístupnou síť pro přepravu CO2, protože takové sítě nejsou v současné době na úrovni EU regulovány. Systém EU ETS se vztahuje na všechny druhy přepravy CO2, v jeho rámci je však třeba vypracovat pravidla pro započítávání emisí ze všech druhů přepravy a odpovědnost za tyto emise.

K vybudování trhu, který by vyhovoval potřebám rozvoje CCS, CCU a průmyslového pohlcování uhlíku, budou zapotřebí značné investice. Studie Komise odhaduje, že síť pro přepravu CO2, včetně potrubí a lodních tras, by mohla mít délku až 7 300 km a její zavedení by mohlo do roku 2030 stát celkem až 12,2 miliardy EUR, přičemž do roku 2040 by se tyto údaje zvýšily na celkovou hodnotu přibližně 19 000 km a 16 miliard EUR[[28]](#footnote-29). Pro mobilizaci investic a zavedení tak rozsáhlé sítě pro přepravu je třeba překonat několik výzev.

Potrubí je sice v mnoha případech nejběžnější možností přepravy CO2, počáteční kapitálové náklady na jeho vybudování jsou však vysoké a doba realizace dlouhá. Před rokem 2030 bude důležitou možností lodní přeprava CO2, která však vyžaduje dostupnost flotily specializovaných lodí pro přepravu CO2. Nejistota ohledně budoucích objemů CO2, složitá koordinace napříč hodnotovými řetězci a dlouhé povolovací postupy představují pro investory významné překážky pokroku projektů. Kromě toho bude rozsáhlá přeshraniční přepravní infrastruktura vyžadovat nakládání s toky CO2 z různých zdrojů, zachycenými různými technologiemi a využívajícími různé způsoby přepravy a různá úložiště, což vyžaduje zajištění interoperability.

Do budoucna budou zapotřebí minimální normy kvality toku CO2, aby se zabránilo roztříštění trhu[[29]](#footnote-30). Činnost v oblasti normalizace by se měla zabývat otázkami, jako je složení, čistota, tlak a teplota. Kromě toho jsou zapotřebí společné pokyny týkající se „náhodně přidružených látek ze zdroje či procesu zachytávání nebo injektáže“, které lze akceptovat v povoleních k ukládání CO2[[30]](#footnote-31). To by podpořilo spravedlivý trh vytvořením rovnováhy mezi nákladovou efektivitou a riziky, protože různé úrovně čistoty CO2 jsou spojeny s různými náklady, a zároveň by se zabránilo významnému riziku pro životní prostředí.

Zařízením na zachycování uhlíku umístěným mimo průmyslové uzly a úložiště a menším producentům emisí, kteří nedisponují dostatečnými objemy CO2 atraktivními pro provozovatele přepravy, hrozí, že budou z trhu zcela vyloučeni, což by mohlo dekarbonizaci výrazně ohrozit. Je zapotřebí specifických řešení, která uspokojí potřeby takových lokalit a zranitelných regionů, zvýší jejich vyjednávací sílu vůči provozovatelům sítí a zajistí spravedlivou transformaci, která nikoho neopomíjí.

K vytvoření jednotného trhu s CO2 v Evropě je zapotřebí přepravní infrastruktura. Rozvoj nediskriminační, volně přístupné, transparentní, multimodální, přeshraniční infrastruktury pro přepravu a ukládání CO2 vyžaduje koordinaci napříč hodnotovým řetězcem, transparentnost smluv a cen a včasné povolování.

Vzhledem k potenciální velikosti tohoto trhu, jak dokládají analytické práce[[31]](#footnote-32), bude k optimalizaci jeho rozvoje a zajištění harmonizace v celé Evropě v souladu s pravidly hospodářské soutěže EU zapotřebí specializovaný politický a regulační rámec.

Aby se optimalizoval přínos kapitálu vynaloženého na infrastrukturu, musel by se budoucí rámec zabývat také interakcemi s odvětvími elektřiny, plynu a vodíku a potřebou budoucí rezervní kapacity, včetně mapování potenciálního využití stávající infrastruktury pro toky CO2 nebo jejího uzpůsobení k tomuto účelu. Cílem je zajistit integraci systému a podpořit flexibilitu a odolnost v rámci energetického systému EU. Takové plánování sítě v celé EU by mělo být založeno na participativním přístupu, jako je tomu v odvětvích elektřiny a plynu, kde zúčastněné strany poskytují své vstupy prostřednictvím konzultačních procesů. Na podporu prvotních (přeshraničních) infrastrukturních projektů v oblasti CO2 Komise v úzké spolupráci s průmyslem zváží jmenování evropských koordinátorů, kteří by řešili problémy, jako jsou konkrétní obtíže nebo zpoždění, a informovali by o vývoji vhodného regulačního rámce. Fórum CCUS bude k této práci přispívat, přičemž Společné výzkumné středisko podpoří tento proces svou prací na rozvoji celoevropské infrastruktury pro přepravu CO2[[32]](#footnote-33).

|  |
| --- |
| *Komise hodlá:*   * *od roku 2024 zahájit přípravné práce týkající se návrhu možného budoucího regulačního balíčku pro přepravu CO2; bude se zabývat otázkami, jako je struktura trhu a nákladů, přeshraniční integrace a plánování, technická harmonizace a investiční pobídky pro novou infrastrukturu, přístup třetích stran, příslušné regulační orgány, regulace tarifů a modely vlastnictví,* * *od roku 2024 ve spolupráci s členskými státy a platformou zúčastněných stran fóra CCUS pracovat na návrhu mechanismu plánování infrastruktury pro přepravu CO2 pro celou EU. V souvislosti s plánováním sítě se rovněž posoudí, do jaké míry je pro přepravu a ukládání CO2 možné využít stávající infrastrukturu nebo ji k tomuto účelu uzpůsobit, pokud se vezme v úvahu priorita v oblasti potřeb infrastruktury pro plyny z obnovitelných zdrojů, a jaké regulační změny jsou případně zapotřebí,* * *od roku 2024 v úzké spolupráci s průmyslem zvážit jmenování evropských koordinátorů, kteří by podporovali prvotní rozvoj (přeshraničních) infrastrukturních projektů,* * *vypracovat pravidla pro započítávání emisí v rámci systému EU ETS, která umožní zohlednit všechny způsoby přepravy CO2 a zajistí odpovědnost za únik,* * *spolupracovat s evropskými normalizačními orgány na stanovení minimálních norem pro toky CO2, které by byly zpracovány do podoby kodexu sítě a které se vztahují na všechna řešení průmyslového hospodaření s uhlíkem, a dále ve spolupráci s členskými státy zvážit pokyny pro „náhodně přidružené látky“, aby se zajistila integrita infrastruktury a rezervoárů,* * *prostřednictvím Mezinárodní námořní organizace podpořit vypracování veškerých nezbytných pokynů pro bezpečnou přepravu CO2 po moři.* |

## 4.2 Zachycování a ukládání emisí CO2 namísto jejich uvolňování do atmosféry

Zachycování a ukládání uhlíku zahrnuje aplikace, při nichž se CO2 zachycuje a trvale ukládá. Podle posouzení dopadů, z něhož vychází sdělení o klimatickém cíli EU pro rok 2040, musí být zachycování a ukládání uhlíku zavedeno ve velkém měřítku, aby doplnilo další zmírňující opatření k řešení těžko odstranitelných emisí, zejména emisí z průmyslových procesů, a aby bylo do roku 2050 dosaženo klimatické neutrality.

Stejně jako u většiny ostatních cest průmyslového hospodaření s uhlíkem stojí na počátku zachycování těžko odstranitelných průmyslových emisí CO2 namísto jejich uvolňování do atmosféry. Cena uhlíku v rámci systému ETS je pobídkou k zachycování emisí CO2 z fosilních paliv a průmyslových procesů. Očekává se, že tato pobídka v důsledku poslední reformy ještě vzroste, protože emisní strop systému ETS se neustále dále snižuje, čímž se stanoví silná očekávaní týkající se ceny uhlíku v EU.

Průmyslové podniky v celé EU dnes přezkoumávají strategické možnosti transformace svých výrobních procesů na provozy s nulovými čistými emisemi, aby snížily náklady a nabídly trhu nízkouhlíkové nebo bezuhlíkové konečné produkty. Průmyslová odvětví, jejichž emise z procesů jsou těžko odstranitelné (např. výroba cementu), stále častěji připravují investiční plány na zachycování CO2 buď za účelem jeho opětovného využití při výrobě paliv / chemických látek (CCU), nebo za účelem jeho trvalého uložení (CCS)[[33]](#footnote-34).

Investiční rozhodnutí závisí na rozvoji trhů s nízkouhlíkovými nebo bezuhlíkovými konečnými produkty a na dostupnosti celého hodnotového řetězce CO2 se službami zachycování, přepravy, využívání nebo ukládání nabízenými za konkurenceschopné ceny.

Komise bude pracovat na tom, aby byla do roku 2026 zřízena platforma EU pro agregaci CO2, která bude podporovat společnosti zachycující CO2 při pořizování služeb hodnotového řetězce CO2. Cílem je usnadnit sladění poptávky po ukládání a dostupnosti ukládání z hlediska času a místa a zároveň přispět k zabezpečení nabídky ukládání z hlediska objemu a cenové dostupnosti[[34]](#footnote-35)**.** Tato platforma by také mohla zajistit transparentnost při uzavírání smluv a zadávání zakázek a podat poskytovatelům přepravy a ukládání informace o plánování infrastruktury. To je důležité zejména pro podniky zabývající se zachycováním, které mají menší vyjednávací sílu.

Zachycování a ukládání uhlíku vyžaduje nejen zachycení CO2, ale také jeho trvalé uložení. Rozvíjení úložišť za účelem splnění cíle pro kapacitu pro injektáž do roku 2030 bude vyžadovat podporu ze strany povolovacích orgánů a dialog s nimi. Procesy podávání žádostí o povolení k ukládání probíhají pouze ve čtyřech členských státech[[35]](#footnote-36), osm členských států však předpokládá, že celkem bude zachycováno 15,2 milionu tun CO2 ročně již od roku 2025, což zdůrazňuje naléhavou potřebu otevřít provozuschopné kapacity pro ukládání CO2 před rokem 2030[[36]](#footnote-37).

To podtrhuje význam včasné spolupráce mezi žadateli o povolení a příslušnými orgány v přípravné fázi strategických projektů pro nulové čisté emise v oblasti ukládání CO2 a zdůrazňuje potřebu dalších hospodářských pobídek pro identifikaci a vybudování větší kapacity pro ukládání. Bude také důležité, aby všechny členské státy v souladu s doporučeními Komise dokončily analýzu potřeb zachycování a možností ukládání v konečných verzích vnitrostátních plánů v oblasti energetiky a klimatu[[37]](#footnote-38).

Podnikatelská perspektiva rozvoje kritické infrastruktury pro ukládání CO2 přesahuje bezprostřední cíl snížení emisí v příštích desetiletích, protože má potenciál přispět k negativním emisím v celém hospodářství i po roce 2050. Jako první krok by členské státy měly uznat a podpořit úložiště a související infrastrukturu pro zachycování a přepravu jako strategické projekty pro nulové čisté emise podle aktu o průmyslu pro nulové čisté emise, aby se zajistil dostatečný přístup ke kapacitě pro injektáž těžko odstranitelných emisí CO2. To by motivovalo klastry hodnotového řetězce průmyslového hospodaření s uhlíkem, jež mají za cíl sdružit počáteční objemy zachycování, aby se snížilo riziko investic do úložišť.

Ke snížení počátečních nákladů pro investory v oblasti ukládání mohou členské státy zvážit souhrnnou finanční záruku požadovanou od provozovatelů ukládání CO2 ve formě poplatků za objem uloženého CO2, s ohledem na nízkou míru rizika ukládání CO2 ve srovnání například s provozováním těžby uhlovodíků[[38]](#footnote-39).

Podrobné plány snižování emisí CO2 by měly být spoluvytvářeny a prováděny na odvětvové úrovni s přihlédnutím ke složitosti průmyslových procesů. Pokud je zahrnuto využití průmyslového hospodaření s uhlíkem, je vhodnou platformou pro odvětvové plány platforma pro sdílení znalostí pro průmyslové projekty CCUS.

Na základě modelování posouzení dopadů pro klimatický cíl pro rok 2040 by bylo v Evropském hospodářském prostoru zapotřebí zvýšit roční kapacitu pro injektáž CO2 pro geologické ukládání na nejméně 250 milionů tun CO2 ročně v roce 2040[[39]](#footnote-40). Za tímto účelem musí EU identifikovat a rozvíjet své potenciální kapacity pro ukládání CO2 a zajistit, aby byly kapacity infrastruktury pro přepravu a ukládání CO2 dimenzovány tak, aby splňovaly rostoucí potřeby průmyslového zachycování a ukládání po roce 2030.

Komise proto zahájí práce na vytvoření celoevropského investičního atlasu potenciálních úložišť CO2. Na základě inventarizace potřebných údajů a již dostupných lidských a finančních zdrojů sestaví Komise digitální soupis podzemních úložišť CO2, který bude vycházet z práce v oblasti evropských geologických průzkumů[[40]](#footnote-41). Každé potenciální úložiště bude označeno podle „úrovně připravenosti k ukládání“ a spárováno s veřejnými údaji, aby se urychlila práce na identifikaci a posouzení kapacit pro ukládání[[41]](#footnote-42).

Geologické služby v EHP by měly mít zdroje a být schopny shromáždit všechny stávající znalosti o podloží. Pokud jsou k dispozici, měly by zahrnovat technické informace, jako jsou vzorky z vrtů, geofyzikální chování, seismické údaje z míst těžby uhlovodíků a z prvotních úložišť CO2. Investoři by měli mít možnost využít tento atlas k identifikaci potenciálních možností ukládání v rámci hodnotových řetězců CO2.

Kromě toho je třeba dobře vymezit povolovací postupy týkající se ukládání CO2 a zajistit jejich transparentnost a srovnatelnost v celé EU. Komise bude podporovat členské státy při zavádění uznávaných strategických projektů pro nulové čisté emise v oblasti průmyslového hospodaření s uhlíkem, včetně řešení rizik specifických pro CO2 napříč hodnotovým řetězcem, které se týkají odpovědnosti provozovatelů.

Na základě zkušeností se strategickými lokalitami, které do roku 2030 poskytnou prvních 50 milionů tun roční kapacity pro ukládání, vypracuje Komise pokyny pro povolování ukládání CO2, přičemž vyváží flexibilitu jednotlivých lokalit s předvídatelností investic, aby se zavádění ukládání CO2 usnadnilo a urychlilo.

|  |
| --- |
| *Komise hodlá:*   * *ve spolupráci s členskými státy nejpozději do začátku roku 2026 vyvinout platformu pro posuzování poptávky a agregaci poptávky po službách přepravy nebo ukládání CO2 s cílem propojit dodavatele CO2 s poskytovateli služeb ukládání a přepravy a zajistit transparentnost smluv a zakázek,* * *ve spolupráci s geologickými službami EHP vytvořit a do začátku roku 2026 zpřístupnit investiční atlas potenciálních úložišť CO2 založený na společném formátu úrovně připravenosti k ukládání,* * *využívat platformu pro sdílení znalostí pro průmyslové projekty CCUS k tomu, aby společně s průmyslem vypracovala odvětvové plány pro průmyslové hospodaření s uhlíkem,* * *spolu s členskými státy do roku 2025 vypracovat pokyny s postupnými kroky týkající se povolovacích procesů pro strategické projekty pro nulové čisté emise v oblasti ukládání CO2, zejména pokud jde o:*   + *přechod odpovědnosti z provozovatelů zpět na příslušné orgány a odpovídající požadavky na finanční záruku a finanční mechanismus,*   + *transparentnost požadavků na povolování a přístupy založené na riziku, které usnadní konečná investiční rozhodnutí provozovatelů ukládání.*   *Členské státy by měly:*   * *do svých aktualizovaných vnitrostátních plánů v oblasti energetiky a klimatu zahrnout posouzení potřeb zachycování a kapacity/možností ukládání a určit opatření na podporu zavádění hodnotového řetězce CCS,* * *do roku 2025 zajistit zavedení transparentních postupů, které žadatelům o povolení k ukládání umožní spolupracovat s příslušnými orgány během přípravné fáze,* * *od roku 2024 podporovat rozvoj a zavádění kooperativních strategických projektů pro nulové čisté emise podle aktu o průmyslu pro nulové čisté emise s cílem vytvořit úplné hodnotové řetězce zachycování, přepravy a ukládání uhlíku, a to i přeshraničně,* * *nejpozději do roku 2025 umožnit svým geologickým službám, aby poskytly stávající údaje a vytvořily nové údaje, které přispějí k investičnímu atlasu potenciálních úložišť CO2 v rámci celého EHP.* |

## 4.3 Odstraňování CO2 z atmosféry

Hodnotové řetězce průmyslového pohlcování uhlíku jsou klíčem k dosažení cíle uhlíkové neutrality zakotveného v evropském právním rámci pro klima[[42]](#footnote-43). K dosažení nulových čistých emisí skleníkových plynů v celém hospodářství do roku 2050 by EU mohla potřebovat pohlcením uhlíku vyrovnat přibližně 400 milionů tun ekvivalentu CO2 zbytkových emisí v těžko dekarbonizovatelných odvětvích, jako jsou zemědělství, letectví a některá průmyslová odvětví[[43]](#footnote-44). Řešení spočívající v přírodním pohlcování uhlíku v tom budou hrát zásadní úlohu, nebudou však stačit. K dosažení tohoto cíle bude zapotřebí také průmyslové pohlcování uhlíku.

Průmyslové pohlcování uhlíku založené na technologii CCS zachycuje CO2 přímo z atmosféry (DACCS) nebo zachycuje biogenní CO2 z elektráren nebo průmyslových procesů (BioCCS) a trvale jej ukládá, na rozdíl od řešení spočívajících v nestálém pohlcování uhlíku, jako je opětovné zalesňování, sekvestrace uhlíku v půdě nebo stavební materiál na biologické bázi. Průmyslové pohlcování uhlíku je však spojeno s vysokými náklady a značnými nároky na energii (DACCS) nebo s velkými nároky na přírodní zdroje (BioCCS), které mohou vyvolat obavy ohledně udržitelnosti, pokud nejsou řádně řešeny. Zavádění trvalého i nestálého pohlcování uhlíku vyžaduje pobídky zohledňující jejich specifické vlastnosti.

Na průmyslové pohlcování uhlíku se v současné době směrnice o systému EU ETS ani nařízení o „sdílení úsilí“[[44]](#footnote-45) nebo nařízení o využívání půdy, změnách ve využívání půdy a lesnictví (LULUCF)[[45]](#footnote-46) nevztahuje. Vzhledem k tomu, že systém EU ETS neuznává negativní emise, není zachycování a ukládání biogenního a atmosférického CO2 motivováno cenou na trhu s uhlíkem upraveném předpisy EU a v současné době představuje jediný zdroj pobídky na úrovni EU Inovační fond. V této souvislosti se investiční rozhodnutí pro tento typ operací opírají především o státní dotace nebo dobrovolné trhy s uhlíkem. Dobrovolný rámec EU pro certifikaci pohlcování uhlíku, který zohledňuje emise během životního cyklu činností pohlcování uhlíku, pomůže mobilizovat financování a zároveň zajistí environmentální integritu pohlcování uhlíku, ale je důležité, aby Komise posoudila, jak nejlépe stanovit pobídky pro průmyslové pohlcování uhlíku ve stávajících právních předpisech EU nebo prostřednictvím nových nástrojů.

Vzhledem k tomu, že pohlcování uhlíku bude mít pro dosažení cíle pro rok 2040 a klimatické neutrality do roku 2050 zásadní význam, mohlo by se v případě potřeby zvážit stanovení specifických cílů pro pohlcování uhlíku v souladu s celkovým cílem EU v oblasti čistého snížení emisí skleníkových plynů pro rok 2040.

Spolunormotvůrci již pověřili Komisi, aby do roku 2026 posoudila, zda a jakým způsobem by mohl být CO2 odstraněný z atmosféry a bezpečně a trvale uložený započten a zahrnut do obchodování s emisemi[[46]](#footnote-47)..Toho musíbýt dosaženobez kompenzace snížení emisí a při zajištění environmentální integrity, zejména pokud jde o využívání biomasy z udržitelných zdrojů pro BioCCS.

Toho by bylo možné dosáhnout buď začleněním průmyslového pohlcování uhlíku do systému EU ETS (jednotný trh, na němž je průmyslové pohlcování uhlíku za účelem splnění povinnosti vyřadit povolenky povoleno s omezeními nebo bez nich), nebo vytvořením samostatného mechanismu pro dodržování požadavků na takové pohlcování, který by byl přímo nebo nepřímo napojen na systém EU ETS. V důsledku toho by se tak vytvořily cenové pobídky pro generaci průmyslového pohlcování uhlíku.

Jednou z hlavních výzev by zpočátku bylo překonat současný značný rozdíl mezi převládající cenou uhlíku a náklady na odstraňování CO2 prostřednictvím průmyslových řešení. Ačkoli náklady na některá zařízení BioCCS nemusí být o mnoho vyšší než náklady na zachycování a trvalé ukládání emisí CO2 z fosilních paliv a procesů[[47]](#footnote-48), u jiných typů pohlcování, jako je přímé zachycování uhlíku ze vzduchu a jeho ukládání, se odhadované budoucí náklady pohybují v rozmezí 122 až 539 EUR za tunu CO2[[48]](#footnote-49), což je výrazně nad současnou cenou v rámci systému ETS. Samotné začlenění do systému stanovování cen EU ETS by tak mohlo být nedostatečnou pobídkou pro průmyslové pohlcování. V prvotní fázi zavádění bude zapotřebí další podpora, aby se urychlilo osvojování technologií a dále snížily náklady. V této souvislosti by bylo také důležité zabývat se úlohou členských států při rozvoji průmyslového pohlcování uhlíku.

Současně bude důležité urychlit výzkum, vývoj a demonstrace s cílem zdokonalit nové technologie pohlcování uhlíku a snížit jejich náklady. Vzhledem k tomu, že se různé technologie pohlcování nacházejí v různém stádiu vyspělosti, bude třeba, aby se vývoj řídil programy na míru. Komise využije své stávající nástroje na podporu technologií průmyslového pohlcování uhlíku. Program Horizont Evropa se konkrétně zaměří na zintenzivnění výzkumu s cílem zlepšit účinnost a realizovatelnost technologií pohlcování, zejména technologií přímého zachycování ze vzduchu, a na jejich komercializaci a rozšíření na trh s podporou Evropské rady pro inovace. Inovační fond bude i nadále podporovat čisté technologie, které pomohou rozšířit pohlcování uhlíku.

|  |
| --- |
| *Komise hodlá:*   * *posoudit celkové cíle pro potřeby pohlcování uhlíku v souladu s ambicemi EU v oblasti klimatu do roku 2040 a cílem dosáhnout klimatické neutrality do roku 2050 a následně negativních emisí,* * *vypracovat možnosti politiky a podpůrné mechanismy pro průmyslové pohlcování uhlíku, včetně toho, zda a jak je započítat v systému EU ETS,* * *souběžně v EU podporovat výzkum, inovace a unikátní demonstrace pro nové průmyslové technologie odstraňování CO2 v rámci programu Horizont Evropa a Inovačního fondu.* |

## 4.4 Využití zachyceného CO2 jako zdroje nahrazujícího fosilní paliva v průmyslové výrobě

Zachycování CO2 a jeho recyklace za účelem výroby pokročilých syntetických paliv, chemických látek, polymerů nebo minerálů je dalším důležitým a inovativním aspektem hodnotového řetězce průmyslového hospodaření s uhlíkem. Přispívá také k modelu oběhového hospodářství, který v rámci opatření v oblasti klimatu do roku 2040 získá na významu. Výroba chemických látek a materiálů je stále do značné míry závislá na fosilních surovinách, které budou postupně nahrazovány alternativními surovinami, jako je udržitelná biomasa, recyklovaný odpad a zachycený CO2[[49]](#footnote-50). Nahrazením fosilních surovin tak může CCU přispět ke snížení emisí, k energetické bezpečnosti a autonomii EU.

CCU navíc podporuje průmyslovou symbiózu a lepší integraci procesů v rámci průmyslových klastrů. Za tímto účelem by měla být infrastruktura související s CCU realizována decentralizovaně, propojením zdrojů průmyslových emisí s místy výroby v rámci hodnotových řetězců na místní úrovni, aniž by nutně vyžadovala rozsáhlou infrastrukturu pro přepravu CO2. Aby mohly technologie CCU fungovat, je nutný také přístup k vodíku. Součinnost mezi aplikacemi CCU a vodíkovými sítěmi proto může při podpoře dekarbonizace hrát klíčovou úlohu. Přínosy těchto technologií využití CO2 však dosud nejsou plně uznány, stejně jako jejich schopnost poskytovat alternativní zdroj uhlíku, který by nahradil fosilní uhlík ve specifických odvětvích hospodářství EU, jež jsou na uhlíku závislá. Při posuzování plného přínosu každé aplikace CCU jako alternativy k fosilním produktům pro klima bude nutné zohlednit spotřebu energie na zajištění tohoto energeticky náročného procesu.

Některé způsoby využití zachyceného CO2 v produktech jsou podporovány právními předpisy[[50]](#footnote-51). Tato pravidla podporují zavádění paliv na bázi CCU, která mají nahradit fosilní paliva v klíčových odvětvích, přičemž jsou zavedeny záruky, které zajišťují požadované minimální úspory emisí skleníkových plynů.

Směrnice o systému ETS stanoví, že v letech 2024 až 2030 bude provozovatelům letadel bezplatně přiděleno maximálně 20 milionů povolenek na pokrytí zbývajícího rozdílu v nákladech na zavádění obnovitelných paliv nebiologického původu a udržitelných alternativních paliv[[51]](#footnote-52). Pravidla iniciativy pro letecká paliva ReFuelEU[[52]](#footnote-53) rovněž vyžadují, aby od roku 2030 zahrnovala paliva z obnovitelných zdrojů nebiologického původu také syntetická paliva vyrobená z energie z obnovitelných zdrojů prostřednictvím CCU. Podobně i nařízení o palivech v námořní dopravě[[53]](#footnote-54) zavádí zvláštní režim pobídek na podporu zavádění paliv z obnovitelných zdrojů nebiologického původu[[54]](#footnote-55). Používání takových paliv na bázi CCU bude rovněž uznáno v systému EU ETS, aby se zabránilo dvojímu započtení emisí vázaného uhlíku.

Revize směrnice o systému EU ETS z roku 2023 rovněž uznává trvalou povahu ukládání uhlíku v určitých typech výrobků. Komise připravuje akt v přenesené pravomoci, který upřesní podmínky, za nichž lze trvalé ukládání uznat, aby trvalé CCU a CCS dosáhly rovnocenného postavení v rámci systému ETS. Rámec EU pro certifikaci pohlcování uhlíku je v souladu s rámcem EU ETS a poskytne možnost certifikovat pohlcování uhlíku, k němuž dochází při průmyslových činnostech ukládajících atmosférický nebo biogenní uhlík do produktů způsobem, který zabraňuje jeho opětovnému uvolňování do atmosféry.

Je však zapotřebí dalších opatření, aby se uznaly potenciální přínosy pro klima plynoucí z využití udržitelného uhlíku ze zachyceného CO2 namísto fosilního uhlíku pro jiné aplikace. V chemickém průmyslu by se zachycený CO2 mohl používat jako surovina nahrazující fosilní suroviny, např. při výrobě polymerů, plastů, ředidel, barev, čisticích prostředků, kosmetiky a léčiv. Roční poptávka po uhlíku jen pro chemický průmysl v Evropě se v současné době odhaduje na přibližně 125 milionů tun, což představuje přibližně 450 milionů tun ekvivalentu CO2, již z více než 90 % pokrývá fosilní uhlík[[55]](#footnote-56).

Je nezbytné podporovat udržitelné uhlíkové cykly a výrazně snížit závislost chemického průmyslu na fosilních surovinách a využívat udržitelné zdroje uhlíku v těch odvětvích, kde jsou nejpotřebnější a kde mohou dosáhnout největšího přínosu pro klima. Toho lze dosáhnout podporou modelů oběhového hospodářství, využitím oběhového a udržitelného biohospodářství EU a stimulací využití zachyceného CO2 jako nového zdroje uhlíku, přičemž je třeba zohlednit související nároky na energii a výzvy z hlediska nákladů.

Aby mohly technologie CCU hrát v hospodářství EU významnou úlohu, je třeba identifikovat a řešit stávající strukturální problémy a regulační překážky bránící jejich zavádění. Je zapotřebí rámce pro CCU, který by sledoval zdroj, přepravu a využití několika set milionů tun CO2. Rámec by měl zajistit environmentální integritu, včetně odpovědnosti za únik CO2, a vytvořit cenovou pobídku, která by přesně odrážela přínos řešení pro klima v celém hodnotovém řetězci průmyslového hospodaření s uhlíkem.

Aby rámec stanovil účinnou a efektivní pobídku, musí vycházet z robustního a transparentního systému započítávání, který poskytne každému subjektu v hodnotovém řetězci jasnou a přímou pobídku k činnosti, která není závislá na činnostech ostatních subjektů v předcházejících nebo následných fázích hodnotového řetězce.

Přezkum systému EU ETS v roce 2026 posoudí několik otázek, včetně toho, zda systém započítávání v rámci EU ETS zajišťuje, aby byly započítány všechny emise, a zda se zamezí dvojímu započtení, pokud se zachycený CO2 používá ve výrobcích, které se v rámci systému ETS nepovažují za výrobky trvalé povahy. Posoudí, zda by se měl CO2 potenciálně uvolněný z nestálých výrobků a paliv na bázi CCU započítávat v okamžiku vypouštění do atmosféry („započítávání ve fázi emise“), nebo v okamžiku, kdy je CO2 původně zachycen („započítávání ve fázi zachycení“).

V rámci přezkumu systému EU ETS v roce 2026 bude rovněž posouzena proveditelnost zahrnutí zařízení na spalování komunálního odpadu do systému EU ETS a možnost zahrnutí dalších procesů nakládání s odpady, zejména skládek, s přihlédnutím k příslušným kritériím, jako je environmentální integrita a soulad s cíli oběhového hospodářství a směrnice o odpadech[[56]](#footnote-57). Přezkum by zejména posoudil, zda by zahrnutí těchto odvětví do systému EU ETS mohlo pomoci uznat nestálé CCU jako cestu k omezování povinnosti vyřadit povolenky prostřednictvím stanovení ceny emisí v navazujících odvětvích.

Sdělení o udržitelných uhlíkových cyklech[[57]](#footnote-58) rovněž stanovilo cíl dosáhnout do roku 2030 toho, aby 20 % uhlíku použitého v chemických a plastových výrobcích pocházelo z udržitelných nefosilních zdrojů. K dosažení tohoto cíle je třeba společně s chemickým průmyslem vypracovat cestu pro způsoby výroby, které nahradí fosilní uhlík udržitelným uhlíkem.

Dosažení těchto cílů bude vyžadovat podporu inovativních technologií, které zachycují CO2 z atmosféry nebo z toků průmyslových odpadů a mění jej ze znečišťující látky na cenný zdroj. Zachycený CO2 lze následně přeměnit na nejrůznější druhy udržitelných produktů, včetně paliv, chemických látek nebo minerálních materiálů.

Taková podpora by měla být dostupná pro technologie na všech úrovních technologické připravenosti. Podpora by se měla v případě předběžného výzkumu opírat o program Horizont Evropa, v případě aplikací CCU, které již dosáhly určitého stupně vyspělosti, o Evropskou radu pro inovace a v případě projektů v předkomerční fázi s potenciálem rozšíření o Inovační fond.

|  |
| --- |
| *Komise hodlá:*   * *ve spolupráci s průmyslovými odvětvími posoudit možnosti iniciované stranou poptávky s cílem zvýšit využívání udržitelného uhlíku jako zdroje v průmyslových odvětvích s plným ohledem na nadcházející iniciativu Komise v oblasti biotechnologií a biovýroby,* * *využívat platformu pro sdílení znalostí pro průmyslové projekty CCUS k tomu, aby společně s průmyslem vypracovala odvětvové plány činností v oblasti CCU,* * *vypracovat ucelený rámec pro zohlednění všech činností v oblasti průmyslového hospodaření s uhlíkem, který by přesně odrážel přínosy pro klima v rámci jejich hodnotových řetězců, a motivovat k zavádění inovativních a udržitelných trvalých a nestálých aplikací CCU a zároveň odstraňovat tomu bránící překážky.* |

# Vytvoření prostředí příznivého pro průmyslové hospodaření s uhlíkem

Aby se plně využil potenciál průmyslového hospodaření s uhlíkem, je třeba vytvořit příznivé podmínky pro rozvoj všech prvků hodnotového řetězce uhlíku. To znamená nejen účelnou regulaci, ale také investice a financování, a to jak v oblasti výzkumu a inovací, tak prvotního zavádění. Jistota pro investory a životaschopná podnikatelská perspektiva vyžadují také pochopení a povědomí veřejnosti o řešeních průmyslového hospodaření s uhlíkem. A konečně vzhledem k tomu, že je pro rozšíření průmyslového hospodaření s uhlíkem zásadní přeshraniční rozměr, bude pro maximalizaci potenciálu zmírňování emisí v Evropě i mimo ni nezbytná mezinárodní spolupráce.

## 5.1 Investování do přechodu na čistý uhlík a jeho financování

Navrhovaný cíl aktu o průmyslu pro nulové čisté emise, kterým je 50 milionů tun roční kapacity pro ukládání CO2 do roku 2030, vyžaduje investice do zařízení na ukládání uhlíku ve výši přibližně 3 miliard EUR v závislosti na umístění a kapacitě geologických úložišť[[58]](#footnote-59). Zpráva Komise dále odhaduje investiční potřeby pro přepravní infrastrukturu potrubí a lodí související s cílem aktu o průmyslu pro nulové čisté emise na přibližně 6,2 až 9,2 miliardy EUR do roku 2030[[59]](#footnote-60). Konečně náklady na zachycování z bodových zdrojů se odhadují v rozmezí od 13 EUR/t do 103 EUR/t CO2 v závislosti na odvětví, technologii zachycování a koncentraci CO2. Kromě toho zpráva, kterou pro fórum CCUS připravily zúčastněné strany z průmyslu, odhaduje, že do roku 2030 bude na aktuálně oznámené projekty CCS chybět kumulativně 10 miliard EUR[[60]](#footnote-61).

Komise odhaduje, že po roce 2030 by potřeba požadovaných investic do infrastruktury pro přepravu CO2 vzrostla na 9,3 až 23,1 miliardy EUR v roce 2050, aby byly splněny cíle pro roky 2040 a 2050 stanovené ve sdělení o klimatickém cíli EU pro rok 2040.

Navzdory rostoucím investičním potřebám zpráva fóra CCUS předpokládá, že se po roce 2030 začne utvářet komerčně životaschopný trh, na němž se budou moci investoři dobrat konkurenceschopné návratnosti investovaného kapitálu na základě ceny uhlíku v EU. Pro komerční životaschopnost projektů CCS bude klíčový signál o ceně uhlíku v systému EU ETS, který zohlední náklady na zachycování, přepravu a ukládání CO2 na jedné straně a cenu za produkci stejného množství CO2 na straně druhé.

Kromě toho by se k usnadnění investic požadovalo zavedení tarifů, nových finančních nástrojů, záruk a rizikových nástrojů. Tyto investiční potřeby jsou nakonec porovnány s odhadovaným extrapolovaným teoretickým tržním potenciálem zachyceného CO2 v EU ve výši 360 až 790 milionů tun CO2, který by mohl v budoucím hodnotovém řetězci CO2 v EU od roku 2030 vytvořit celkovou ekonomickou hodnotu ve výši 45 až 100 miliard EUR a napomoci vzniku 75 000 až 170 000 pracovních míst[[61]](#footnote-62).

V období do roku 2030 je pro rozvoj a rozšíření řešení průmyslového hospodaření s uhlíkem zásadní další podpora na úrovni EU a na vnitrostátní úrovni, včetně investic do rozvoje potřebných dovedností. První projekty průmyslového hospodaření s uhlíkem svého druhu jsou nákladné a konečná rozhodnutí o investicích závisí na mnoha faktorech. To zahrnuje možnost kombinovat veřejné a soukromé finance. Kromě toho je nutná koordinace mezi takovými projekty a dalšími zúčastněnými stranami, zejména subjekty v odvětví energetiky a přepravy, aby se vytvořil základ pro konečná investiční rozhodnutí.

V současné době jsou nadále k dispozici překlenovací grantové mechanismy financování, včetně Inovačního fondu v rámci EU ETS, které poskytují určité finanční prostředky na zavádění vybraných velkých inovativních projektů v oblasti CO2. Inovační fond dosud přidělil podporu podle směrnice o systému EU ETS 26 velkým a malým projektům CCS a CCU, přičemž se jednalo o objem grantů převyšující 3,3 miliardy EUR.

Dalším klíčovým podpůrným mechanismem EU pro rozvoj přeshraničních projektů energetické a dopravní infrastruktury je Nástroj pro propojení Evropy (CEF). Nástroj CEF dosud na projekty společného zájmu v oblasti CO2 poskytl přibližně 680 milionů EUR[[62]](#footnote-63). Tržní financování ekonomicky životaschopných projektů CCS a CCU lze v zásadě podpořit také z fondu InvestEU[[63]](#footnote-64).

Kromě toho je na podporu investic do zachycování uhlíku členským státům k dispozici Nástroj pro oživení a odolnost[[64]](#footnote-65). Pokud jde o státní podporu pro řešení průmyslového hospodaření s uhlíkem, pokyny pro státní podporu v oblasti klimatu, životního prostředí a energetiky[[65]](#footnote-66) a obecné nařízení o blokových výjimkách[[66]](#footnote-67) obsahují podmínky, za nichž by byla státní podpora pro investice do CCS a CCU přípustná. CCS je také zahrnuto do taxonomie udržitelného financování EU, což je klasifikační systém vytvořený za účelem určení a vymezení hospodářských činností, které jsou považovány za environmentálně udržitelné[[67]](#footnote-68) The European Investment Bank has included carbon capture and storage in its . Evropská investiční banka zařadila zachycování a ukládání uhlíku do svého finančního balíčku ve výši 45 miliard EUR na podporu průmyslového plánu Zelené dohody[[68]](#footnote-69)..

K překlenutí rozdílu mezi cenou uhlíku a náklady na projekty průmyslového hospodaření s uhlíkem mohou členské státy zvážit navržení režimů „rozdílových smluv o uhlíku“ s dotacemi pokrývajícími rozdíl mezi referenční cenou uhlíku a dohodnutou „realizační cenou“, což představuje skutečné náklady projektu[[69]](#footnote-70). Tento způsob podpory poskytuje předkladatelům projektů předvídatelný tok příjmů a je vhodným řešením pro snížení rizika investice.

Aby bylo možné postoupit s velkými strategickými projekty pro nulové čisté emise z počáteční fáze, bude pro komerční životaschopnost projektů CCS klíčový signál o ceně uhlíku v systému EU ETS, který zohlední náklady na zachycování, přepravu a ukládání CO2 na jedné straně a cenu za produkci emisí stejného množství CO2 na straně druhé.

V případě potřeby veřejné podpory by mohl být mechanismus pro celou EU v rámci Inovačního fondu koncipován jako společný mechanismus podpory „aukce jako služba“, který by umožnil zemím EHP využít svůj vnitrostátní rozpočet k udělení podpory projektům na jejich území na základě celoevropského aukčního mechanismu. To by mohlo urychlit projekty na jednotném trhu a určit nejkonkurenceschopnější a environmentálně nejefektivnější projekty v souladu s pravidly státní podpory a s dostatečným počtem konkurenčních vnitrostátních projektů. První mechanismus soutěžních nabídkových řízení se zavádí v rámci pilotní aukce Inovačního fondu pro výrobu vodíku z obnovitelných zdrojů v EU[[70]](#footnote-71). Pro účast ve společných mechanismech podpory musí zúčastněné země dodržet postup oznamování státní podpory[[71]](#footnote-72).

Úspěšné přijetí baterií a vodíku jako významných projektů společného evropského zájmu navíc ukázalo, že úzká spolupráce s členskými státy a společnostmi, které jsou ochotny realizovat ambiciózní inovativní nebo otevřené infrastrukturní projekty, přináší dobré výsledky u složitých přeshraničních integrovaných projektů, které jsou důležité vzhledem k jejich přínosu k cílům EU.

V říjnu 2023 Komise zahájila činnost Společného evropského fóra pro významné projekty společného evropského zájmu s cílem zaměřit se na určení a stanovení priorit strategických technologií pro hospodářství EU, které by mohly být relevantními kandidáty na budoucí významné projekty společného evropského zájmu[[72]](#footnote-73). Členské státy proto mohou využít Společného evropského fóra pro významné projekty společného evropského zájmu, které sdružuje odborníky z členských států a útvarů Komise, jako platformu pro koordinovaný a transparentní výběr a koncipování možného významného projektu společného evropského zájmu v oblasti průmyslového hospodaření s uhlíkem.

|  |
| --- |
| *Komise hodlá:*   * *od roku 2024 spolupracovat s členskými státy na transparentním a koordinovaném koncipování možného významného projektu společného evropského zájmu v oblasti infrastruktury pro přepravu a ukládání CO2 prostřednictvím Společného evropského fóra pro významné projekty společného evropského zájmu. S cílem zahájit proces co nejdříve využít stávající platformu fóra CCUS k zajištění dobré koordinace, stanovení harmonogramu, sledování pokroku a udržení tempa projektu. Zvážit zřízení specializované platformy na vysoké úrovni pro činnost po roce 2030,* * *do roku 2025 posoudit, zda jsou některá zařízení na zachycování CO2, jako jsou zařízení na výrobu cementu nebo vápna, dostatečně vyspělá a zda lze očekávat dostatečnou hospodářskou soutěž, aby bylo možné přejít od grantové podpory založené na projektech k tržním mechanismům financování, jako jsou soutěžní nabídkové aukce jako služba v rámci Inovačního fondu,* * *od roku 2024 spolupracovat s Evropskou investiční bankou na financování projektů CCS a CCU,* * *napomoci investičním potřebám v oblasti průmyslového hospodaření s uhlíkem do roku 2040 a 2050, a to i prostřednictvím inteligentního využití veřejného financování k posílení soukromých investic.* |

## 5.2 Povědomí veřejnosti

Vzhledem k tomu, že jsou projekty infrastruktury pro průmyslové hospodaření s uhlíkem nezbytné k tomu, aby Evropa dosáhla nulových čistých emisí, a budou potřebovat veřejné financování přinejmenším v počáteční fázi zavádění, je zásadní, aby členské státy podněcovaly a podporovaly inkluzivní, vědecky podloženou a transparentní diskusi o všech technologiích průmyslového hospodaření s uhlíkem. Kromě toho bude v rámci podpory odpovědné realizace a přijetí ze strany veřejnosti klíčové zajistit sociální, environmentální a zdravotní záruky. Zapojení orgánů veřejné správy, předkladatelů projektů, nevládních organizací a občanské společnosti by mělo probíhat před tvorbou politiky a realizací projektu, během ní i po ní. Je nezbytné aktivně zapojit všechny zúčastněné strany, aby se nejednalo o jednosměrný informační proces, a zvážit možnost odměnění místních obyvatel za umístění infrastruktury pro hospodaření s uhlíkem.

Členské státy by měly na základě svých stanovených cílů v oblasti dekarbonizace zapojit všechny zúčastněné strany, které pracují na vnitrostátních strategiích průmyslového hospodaření s uhlíkem. Kromě podněcování vnitrostátní diskuse o průmyslovém hospodaření s uhlíkem v kontextu klimatických cílů by takové diskuse měly také stanovit ekonomické důvody podpory technologie a jejího použití, z toho vyplývající příležitosti a také náklady, bezpečnostní a environmentální obavy a rizika a regulační opatření, která tyto obavy řeší. Tyto diskuse by měly probíhat i na mezinárodní úrovni.

Komise využije fórum CCUS a další fóra Komise, včetně Evropského týdne udržitelné energie, k podnícení veřejné diskuse a zvýšení porozumění a povědomí veřejnosti o průmyslovém hospodaření s uhlíkem. Bude také přispívat k veřejné diskusi na vnitrostátní a místní úrovni sdílením údajů a zkušeností týkajících se projektů, které podporuje, včetně projektů v rámci Inovačního fondu a transevropských energetických sítí.

Komise bude sledovat veřejné mínění o průmyslovém hospodaření s uhlíkem, mimo jiné prostřednictvím průzkumů Eurobarometr, a bude vybízet členské státy, aby měřily povědomí veřejnosti na vnitrostátní úrovni. Programy EU pro financování výzkumu v oblasti průmyslového hospodaření s uhlíkem budou zahrnovat témata týkající se vnímání veřejnosti.

|  |
| --- |
| *Komise hodlá:*   * *spolupracovat s členskými státy na stanovení provozních podmínek pro projekty přepravy a ukládání CO2, které mohou odměnit místní komunity za umístění těchto projektů,* * *spolupracovat s členskými státy a průmyslem na zvyšování znalostí a povědomí a rozšiřování veřejné diskuse o průmyslovém hospodaření s uhlíkem.* |

## 5.3 Výzkum a inovace

Investice do výzkumu a inovací přinášejí významné snížení nákladů. Zúčastněné strany zdůrazňují jasný potenciál inovací pro zvýšení účinnosti a snížení nákladů a pro zlepšení integrace. V období 2007–2023 investovala Komise do inovativních řešení CCUS prostřednictvím svých po sobě jdoucích rámcových programů pro výzkum a inovace (sedmý rámcový program, Horizont 2020 a Horizont Evropa) více než 540 milionů EUR. Komise bude i nadále investovat do výzkumu a inovací všech technologií průmyslového hospodaření s uhlíkem, včetně nových řešení, s cílem zvýšit dostupnost technologií na trhu a splnit střednědobé a dlouhodobé cíle.

Prenormativní výzkum založený na otevřených datech může přispět k práci v oblasti normalizace. V současné době například nemáme úplnou představu o fyzikálním a chemickém chování CO2 obsahujícího nečistoty. K další optimalizaci technologií zachycování uhlíku (např. čištění) a zvýšení jeho energetické účinnosti je zapotřebí výzkum a inovace. Proto je zapotřebí základní výzkum a také koncepce pro sledování nebo monitorování všech relevantních nečistot. V takových případech je pro výzkum nutný přístup ke snadno dostupným a otevřeným datům, aby se podpořily složky normalizace a napomohlo se zabránit příliš přísným omezením.

Vzhledem k tomu, že stále větší počet projektů CCUS míří k uvedení do provozu před rokem 2030, má velký význam sdružovat tyto projekty průmyslového měřítka do platformy pro sdílení znalostí, aby se usnadnilo shromažďování a sdílení informací a osvědčených postupů o projektech CCUS v EU a mezi těmito projekty. Inovační fond již zahájil tuto práci s projekty, které obdržely grant. V současné době se sdílení znalostí zaměřuje na zkušenosti získané při přijímání konečných investičních rozhodnutí, včetně sladění objemů zachycování a ukládání, povolování a řešení rizik mezi hodnotovými řetězci.

V budoucnu bude sdílení znalostí zahrnovat technologie zachycování, infrastrukturu pro přepravu a ukládání, charakteristiky úložišť, regulační aspekty, potřeby norem, přístup k financování a řízení zúčastněných stran. Bude také pokrývat získané zkušenosti týkající se zapojování veřejnosti a sdílení osvědčených postupů při dialogu mezi předkladateli projektů a místními a vnitrostátními orgány. Platforma pro sdílení znalostí bude otevřena všem projektům, které jsou připraveny sdílet informace a spolupracovat, aniž by byly zveřejněny citlivé obchodní informace, a to v plném souladu s pravidly hospodářské soutěže na jednotném trhu.

Zkušenosti získané z průmyslových projektů by měly být zpětně využity ve vnitrostátních a evropských programech výzkumu a inovací, aby se odstranily mezery ve znalostech a urychlil vývoj nových technologií.

|  |
| --- |
| *Komise hodlá:*   * *podpořit novou platformu pro spolupráci a sdílení znalostí pro průmyslové projekty CCUS,* * *pokračovat v investicích do výzkumu a inovací v oblasti technologií průmyslového hospodaření s uhlíkem, včetně optimalizace procesů z hlediska energetické a nákladové účinnosti a prenormativního výzkumu, s cílem přispět k normalizaci.* |

## 5.4 Přeshraniční a mezinárodní spolupráce

Úspěšné zavádění škálovatelných systémů průmyslového hospodaření s uhlíkem bude vyžadováno také od našich globálních partnerů a bude mít zásadní význam pro plnění jejich cílů v rámci Pařížské dohody. Spojené státy například využívají svůj zákon o infrastruktuře podpořený oběma politickými stranami k podpoře přímého zachycování ze vzduchu a v rámci zákona o snižování inflace zvýšily daňové zvýhodnění zachycování a trvalého ukládání uhlíku. Spojené království zveřejnilo svou vizi zachycování, využívání a ukládání uhlíku v roce 2023 a usiluje o vytvoření trhu, který by zachycoval 20–30 milionů tun CO2 ročně do roku 2030[[73]](#footnote-74). Podnikatelské příležitosti pro průmyslová odvětví EU jsou proto celosvětového rozsahu. Spolupráce s dalšími předními zeměmi s cílem stanovit ceny uhlíku a snížit náklady hodnotových řetězců rovněž poskytne příležitosti k urychlení tempa snižování emisí skleníkových plynů po celém světě.

Zároveň existují jasné příležitosti k přeshraniční spolupráci. Již byla podepsána první komerční přeshraniční dohoda o zachycování CO2 vyprodukovaného v EU a jeho přepravě k uložení do Norska[[74]](#footnote-75). Pro členské státy Evropského hospodářského prostoru (EHP) je prováděný právní rámec EU příslušným „ujednáním“ mezi smluvními stranami ve smyslu čl. 6 odst. 2 mezinárodního protokolu z roku 1996 k Úmluvě o předcházení znečišťování moří ukládáním odpadů a jiných látek z roku 1972 („Londýnský protokol“).Každý provozovatel sítí pro přepravu CO2 a/nebo úložišť CO2 proto může právní rámec EU plně využívat za účelem dovozu nebo vývozu zachyceného CO2 v rámci EHP.

Prozatím jediným způsobem, jak rozšířit takové výhody na země mimo EHP, by bylo provozovat úložiště v rámci systému ETS, který je propojen se systémem ETS EHP[[75]](#footnote-76), a v rámci, který poskytuje právní záruky rovnocenné směrnici EU o zachycování a ukládání oxidu uhličitého.

Případné budoucí uznání úložišť CO2 ve třetích zemích bez propojeného systému ETS by záviselo na tom, zda by existovaly rovnocenné podmínky pro zajištění trvale bezpečného geologického ukládání zachyceného CO2, které je bezpečné z hlediska životního prostředí, za předpokladu, že ukládání nebude využito ke zvýšení těžby uhlovodíků a že to povede k celkovému snížení emisí. Kandidátské země EU, které uvažují o dočasných systémech stanovování cen uhlíku – pokud jsou propojeny se systémem ETS – představují obzvláště vítaný potenciál pro spolupráci v předvstupním období.

Na mezinárodní úrovni vyžaduje Pařížská dohoda, aby smluvní strany měřily a vykazovaly pokrok při plnění svých cílů v oblasti snižování emisí skleníkových plynů a aby započítávaly svůj vnitrostátně stanovený příspěvek. To zahrnuje vykazování pohlcování uhlíku pomocí propadů a dalších činností v oblasti průmyslového hospodaření s uhlíkem. Emise a pohlcení musí být započteny a uplatněny pouze jedinkrát a jednou stranou, aby se zabránilo dvojímu započtení.

Klíčovým tématem, které je třeba řešit, je vykazování činností v oblasti průmyslového hospodaření s uhlíkem v inventurách skleníkových plynů podle Rámcové úmluvy Organizace spojených národů o změně klimatu (UNFCCC). Zvláštní pozornost by měla být věnována mezinárodním hodnotovým řetězcům, kdy se CO2 zachycuje, přepravuje, ukládá nebo využívá v různých zemích. Patří sem dovážená paliva na bázi CCU používaná v EU i mezinárodní hodnotové řetězce pohlcování uhlíku, například v rámci operací BioCCS nebo DACCS. Mezivládní panel pro změnu klimatu (IPCC) bude při stanovování jasných pokynů a metodik pro správné vykazování všech typů operací CCS, CCU a průmyslového pohlcování uhlíku v inventurách skleníkových plynů UNFCCC hrát zásadní úlohu.

Mezinárodní spolupráce bude rovněž nezbytná k maximalizaci potenciálu průmyslového hospodaření s uhlíkem při zmírňování emisí CO2 v celosvětovém měřítku, například prostřednictvím mise pohlcování oxidu uhličitého v rámci Mise inovací[[76]](#footnote-77). Zejména rozvoj společného chápání toho, jak trvale ukládat CO2 mimo atmosféru geologicky nebo ve výrobcích trvalé povahy, by mohl pomoci urychlit a rozšířit projekty a učinit je ekonomicky životaschopnějšími a účinnějšími.

EU by měla přispívat k mezinárodním výměnám názorů a seminářům s průmyslem, akademickou obcí a vládami, jakož i s mezinárodními organizacemi v oblasti průmyslového hospodaření s uhlíkem, aby se zmírnily emise CO2 v celosvětovém měřítku a aby společnosti z EU mohly působit na trzích třetích zemí. Důležitá bude také spolupráce se třetími zeměmi s cílem zajistit, aby trhy třetích zemí, zejména trhy veřejných zakázek, zůstaly otevřené pro přístup průmyslu a technologií z EU a naopak.

Skupina G7 potvrdila, že zatímco okamžité, trvalé a rychlé snižování emisí skleníkových plynů zůstává klíčovou prioritou, pro dosažení cílů nulových čistých emisí bude nezbytné zavést procesy pohlcování uhlíku s pevnými sociálními a environmentálními zárukami, jako je posilování přírodních propadů, BioCCS a DACCS, které pomohou vyvážit zbytkové emise z odvětví, u nichž je dosažení úplné dekarbonizace nepravděpodobné. Skupina G7 rovněž uznala, že „*CCU / recyklace uhlíku a CCS mohou být významnou součástí širokého portfolia řešení dekarbonizace s cílem dosáhnout nulových čistých emisí do roku 2050*“.

|  |
| --- |
| *Komise hodlá:*   * *usilovat o urychlení mezinárodní spolupráce na podporu harmonizovaného vykazování a započítávání činností v oblasti průmyslového hospodaření s uhlíkem, aby se zajistilo jejich přesné započítávání v rámci transparentnosti UNFCCC,* * *pracovat na tom, aby se rámce pro stanovení ceny uhlíku na mezinárodní úrovni zaměřily na nezbytné snížení emisí a zároveň zajistily pohlcování uhlíku s cílem řešit emise v těžko dekarbonizovatelných odvětvích.* |

# Závěr

Aby bylo dosaženo klimatické neutrality do roku 2050 a hospodářství EU byly poskytnuty všechny prostředky k dosažení ambicí v oblasti klimatu do roku 2040, musí EU vytvořit společnou a komplexní politiku a investiční rámec pro všechny aspekty průmyslového hospodaření s uhlíkem. Průmyslové hospodaření s uhlíkem bude zapotřebí k doplnění úsilí o zmírnění těžko odstranitelných emisí a k dosažení negativních emisí po roce 2050.

Technologická řešení zachycování, přepravy, využívání a ukládání CO2 jsou k dispozici, je však třeba je komerčně a ve velkém měřítku zavádět jak ve stávajících průmyslových odvětvích, tak i pro zahájení odstraňování CO2 z atmosféry. Společnosti, které tato řešení dnes využívají, však poukazují na vysoké náklady na zachycování, ukládání a využívání uhlíku a na různorodá selhání trhu, která je třeba řešit integrovaným evropským přístupem k průmyslovému hospodaření s uhlíkem.

Mnoho členských států zmapovalo teoretická geologická úložiště, tato úložiště je však nyní třeba proměnit ve financovatelné kapacity pro ukládání CO2. To vyžaduje nejen investice, ale také vytvoření širokého povědomí veřejnosti o tom, že ukládání CO2 v podzemí může být spolehlivým řešením pro klima a výnosným podnikáním. Je také třeba zavést infrastrukturu pro přepravu CO2.

Po zachycení se CO2 stává cennou komoditou, zejména pokud je zachycován z biogenních zdrojů nebo z atmosféry. Tato komodita by se měla více využívat ve výrobních procesech, zejména při výrobě chemických látek a plastů, při níž se dnes využívají surová ropa a zemní plyn, a také při výrobě udržitelných paliv s cílem přinášet řešení pro těžko dekarbonizovatelnou dopravu.

Pro vytvoření ambiciózního průmyslového hospodaření s uhlíkem v EU je třeba podpořit projekty, které tyto technologie využívají, a sdílet znalosti. Členské státy a Komise musí spolupracovat na vytvoření a zavedení politického rámce potřebného ke zvýšení jistoty pro investory a zároveň zapojit místní komunity v oblastech, kde lze geologické ukládání CO2 využít na pomoc dekarbonizaci hospodářství.

Všechna taková řešení musí především přinášet skutečné a kvantifikovatelné přínosy pro občany, životní prostředí a klima. Díky této strategii je průmyslové hospodaření s uhlíkem legitimní a ekonomicky slibnou cestou pro EU směrem k dosažení klimatické neutrality do roku 2050. Pro rychlé provedení této strategie bude zásadní soustředěné úsilí Komise, členských států, průmyslu, občanských skupin, výzkumných komunit, sociálních partnerů a dalších zúčastněných stran.

1. Sdělení Zajištění naší budoucnosti – Klimatický cíl pro Evropu na rok 2040 a cesta ke klimatické neutralitě do roku 2050 vybudováním udržitelné, spravedlivé a prosperující společnosti, COM(2024) 63 (dále jen „sdělení o klimatickém cíli EU pro rok 2040“). [↑](#footnote-ref-2)
2. Viz: Pokrok v oblasti konkurenceschopnosti technologií čisté energie (COM(2023) 652 final). [↑](#footnote-ref-3)
3. Posouzení dopadů ke sdělení o klimatickém cíli EU pro rok 2040, SWD(2024) 63. [↑](#footnote-ref-4)
4. Takto to bude fungovat od roku 2027; směrnice (EU) 2023/959. [↑](#footnote-ref-5)
5. IPCC, 2022. Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change (Změna klimatu 2022: Zmírňování změny klimatu); IEA, 2021. *Net Zero Roadmap A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach (Plán nulových čistých emisí – Globální cesta k udržení cíle 1,5 °C v dosahu);* Evropský vědecký poradní výbor pro změnu klimatu 2023, Vědecké doporučení pro stanovení celounijního klimatického cíle pro rok 2040 a rozpočtu souvisejícího se skleníkovými plyny na období 2030–2050 ([odkaz](https://climate-advisory-board.europa.eu/reports-and-publications/scientific-advice-for-the-determination-of-an-eu-wide-2040)). [↑](#footnote-ref-6)
6. Viz sdělení Udržitelné uhlíkové cykly (COM(2021) 800 final). [↑](#footnote-ref-7)
7. Zpráva JRC CETO o CCS z roku 2023: ([odkaz](https://setis.ec.europa.eu/carbon-capture-utilisation-and-storage-european-union-0_en)). [↑](#footnote-ref-8)
8. COM(2024) 63. [↑](#footnote-ref-9)
9. SWD(2024) 63. [↑](#footnote-ref-10)
10. Na základě údajů Eurostatu z roku 2023 činily celkové emise skleníkových plynů ve Švédsku v roce 2022 49,5 milionu tun ([odkaz](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ENV_AC_AINAH_R2/default/table?lang=en)). [↑](#footnote-ref-11)
11. Podle výpočtů koalice zúčastněných stran fóra pro zachycování, využívání a ukládání uhlíku (průmysl, nevládní organizace) nebyla u těchto projektů přijata konečná investiční rozhodnutí mimo jiné kvůli chybějícím službám hodnotového řetězce CO2 (přeprava, ukládání) a nedostatečné finanční podpoře, viz pracovní skupina pro vizi zachycování, využívání a ukládání uhlíku, duben 2023 ([odkaz](https://circabc.europa.eu/ui/group/75b4ad48-262d-455d-997a-7d5b1f4cf69c/library/594e5e2f-1d3b-4e9d-afaa-6f6657c7ee3a/details)). [↑](#footnote-ref-12)
12. Procesy zachycování uhlíku obvykle spotřebují 1–3 MWh/t CO2. Údaje vycházejí z IEA (2022) – Přímé zachycování ze vzduchu a IEA (2023) – Odvětví ropy a zemního plynu v přechodu na nulové čisté emise. [↑](#footnote-ref-13)
13. Čísla uvedená v tomto obrázku vycházejí z modelování v rámci posouzení dopadů pro sdělení o klimatickém cíli EU pro rok 2040 (SWD(2024) 63). Objemy zachyceného, uloženého a využitého CO2 a podíly podle původu CO2 jsou závislé na scénáři, v tomto obrázku jsou uvedeny hodnoty představující průměr scénářů S2 a S3. Malý nárůst podílu zachyceného fosilního CO2 pro rok 2040 odráží rozsáhlejší zavádění zařízení na výrobu elektřiny zachycujících CO2 v situaci, kdy je celkové využívání fosilních paliv v zařízeních na výrobu elektřiny směrem k roku 2050 výrazně nižší. [↑](#footnote-ref-14)
14. Viz článek 21 směrnice 2009/31/ES – Přístup k přepravní síti a úložištím. [↑](#footnote-ref-15)
15. Nařízení (EU) 2022/869. [↑](#footnote-ref-16)
16. Projekty společného zájmu jsou klíčové projekty přeshraniční infrastruktury, které propojují energetické systémy zemí EU ([odkaz](https://energy.ec.europa.eu/topics/infrastructure/projects-common-interest/key-cross-border-infrastructure-projects_en)). [↑](#footnote-ref-17)
17. Směrnice 2003/87/ES. [↑](#footnote-ref-18)
18. Patří sem i CO2 použitý při výrobě a používání paliv z obnovitelných zdrojů nebiologického původu. [↑](#footnote-ref-19)
19. COM(2021) 800. [↑](#footnote-ref-20)
20. COM(2022) 672 final. [↑](#footnote-ref-21)
21. Návrh nařízení Evropského parlamentu a Rady, kterým se zřizuje rámec opatření pro posílení evropského ekosystému výroby produktů technologií pro nulové čisté emise (akt o průmyslu pro nulové čisté emise), COM(2023) 161. [↑](#footnote-ref-22)
22. Členské státy mají různé priority: Německo, Maďarsko, Litva, Portugalsko (CCS a CCU), Kypr, Česko, Dánsko, Estonsko, Řecko, Španělsko, Francie, Chorvatsko, Itálie, Nizozemsko, Rumunsko, Švédsko, Slovinsko, Slovensko (CCS), Finsko, Lucembursko (CCU). [↑](#footnote-ref-23)
23. Na základě návrhů vnitrostátních plánů v oblasti energetiky a klimatu předložených do 30. června 2023 (COM(2023) 796 final) plánují Belgie, Česko, Dánsko, Francie, Řecko, Itálie, Litva a Nizozemsko každoroční zachycování CO2 již od roku 2025, celkem mají členské státy do roku 2030 zachytit 34,1 milionu tun CO2 ročně, z toho 5,1 milionu tun CO2 z biogenních zdrojů. [↑](#footnote-ref-24)
24. V návrzích svých vnitrostátních plánů v oblasti energetiky a klimatu odhadly roční kapacitu pro injektáž CO2 dostupnou v roce 2030 pouze Dánsko, Itálie a Nizozemsko, další členské státy v současné době provádějí nebo plánují provést posouzení své potenciální geologické kapacity. [↑](#footnote-ref-25)
25. [Odkaz](https://energy.ec.europa.eu/events/carbon-capture-utilisation-and-storage-forum-2023-11-27_en). [↑](#footnote-ref-26)
26. [Odkaz](https://energy.ec.europa.eu/topics/oil-gas-and-coal/carbon-capture-storage-and-utilisation/ccus-forum-and-working-groups_en#the-working-groups). [↑](#footnote-ref-27)
27. COM(2023) 161 final. [↑](#footnote-ref-28)
28. Střední odhady, které jsou zde uvedeny pro účely této strategie, vycházejí z modelových údajů pro rok 2040. Pro celkovou studii JRC zahrnují odhady také modelování balíčku „Fit for 55“, a mohou se proto lišit. Tumara, D., Uihlein, A. a Hidalgo González, I. Shaping the future CO2 transport network for Europe (Utváření budoucí sítě pro přepravu CO2 pro Evropu), Evropská komise, Petten, 2024, JRC136709. [↑](#footnote-ref-29)
29. Interoperabilní síť pro přepravu CO2 – směrem ke specifikacím pro přepravu CO2 obsahujícího nečistoty ([odkaz](https://circabc.europa.eu/ui/group/75b4ad48-262d-455d-997a-7d5b1f4cf69c/library/13c2a475-c705-432d-8ca3-17ce799ba502/details)). [↑](#footnote-ref-30)
30. V souladu s čl. 12 odst. 2 směrnice 2009/31/ES. [↑](#footnote-ref-31)
31. Studie EnTEC – Regulační rámec EU pro rozvoj trhu s přepravou a ukládáním CO2 ([odkaz](https://op.europa.eu/cs/publication-detail/-/publication/bb3264da-f2ce-11ed-a05c-01aa75ed71a1/language-en?WT_mc_id=Searchresult&amp%3BWT_ria_c=37085&amp%3BWT_ria_f=3608&amp%3BWT_ria_ev=search&amp%3BWT_URL=https%3A//energy.ec.europa.eu/)). [↑](#footnote-ref-32)
32. Tumara, D., Uihlein, A. a Hidalgo González, I. Shaping the future CO2 transport network for Europe (Utváření budoucí sítě pro přepravu CO2 pro Evropu), Evropská komise, Petten, 2024, JRC136709. [↑](#footnote-ref-33)
33. Patří sem společnosti, které podaly žádost v rámci Inovačního fondu a které celkem plánují zachytit více než 20 milionů tun CO2 do roku 2030. [↑](#footnote-ref-34)
34. Ve srovnání s platformou AggregateEU pro LNG a zemní plyn, která se opírá o stávající infrastruktury trhu s plynem (např. virtuální obchodní místa nebo terminály LNG), se bude muset platforma pro CO2 zabývat delšími časovými horizonty, protože zavádění nových infrastruktur v oblasti CO2 a zařízení na zachycování vyžaduje čas, ale také závisí na smluvní jistotě. [↑](#footnote-ref-35)
35. Z poslední zprávy o provádění směrnice o zachycování a ukládání oxidu uhličitého (COM(2023) 657 final) vyplývá, že k dubnu 2023 povolují ukládání CO2 na svém území dvě třetiny členských států a že se polovina z nich zapojila do diskusí o přeshraniční spolupráci s cílem zajistit toky CO2 do plánovaných úložišť v EHP. [↑](#footnote-ref-36)
36. Na základě návrhů vnitrostátních plánů v oblasti energetiky a klimatu (COM(2023) 796 final) plánují Belgie, Česko, Dánsko, Francie, Řecko, Itálie, Litva a Nizozemsko každoroční zachycování CO2 již od roku 2025, přičemž celkem členské státy plánují zachytit 34,1 milionu tun CO2 ročně do roku 2030, z toho 5,1 milionu tun CO2 z biogenních zdrojů. [↑](#footnote-ref-37)
37. Více informací viz oddíl „2.5 Integrace dlouhodobého geologického ukládání CO2“ ve sdělení Komise o pokynech pro členské státy k aktualizaci vnitrostátních plánů v oblasti energetiky a klimatu na období 2021–2030 (2022/C 495/02). [↑](#footnote-ref-38)
38. V souladu s článkem 19 směrnice 2009/31/ES mohou členské státy rozhodnout o příslušných opatřeních. [↑](#footnote-ref-39)
39. Výsledky modelování z posouzení dopadů, které je podkladem pro sdělení o klimatickém cíli EU pro rok 2040 (SWD(2024) 63), ukazují, že EU potřebuje do roku 2040 zachytit 200 milionů tun CO2 ročně za účelem ukládání, přičemž je třeba vyšší roční kapacity pro injektáž CO2, aby se zohlednily běžné odstávky pro údržbu. Tato roční kapacita pro injektáž vyžaduje souhrnnou kapacitu pro geologické ukládání CO2 v EHP ve výši několika miliard tun. [↑](#footnote-ref-40)
40. Například evropský atlas ukládání CO2, který byl vytvořen v roce 2013 v rámci projektu Potenciál ukládání CO2 v Evropě (projekt CO2StoP) a je umístěn ve zdrojích Společného výzkumného střediska ([odkaz](https://setis.ec.europa.eu/european-co2-storage-database_en)), představuje dobrý základ, ale také ukazuje, že je třeba odstranit mezery v údajích. [↑](#footnote-ref-41)
41. Což by mohlo být k dispozici prostřednictvím energetické a průmyslové zeměpisné laboratoře Komise ([odkaz](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-tools-databases/energy-and-industry-geography-lab_en)). [↑](#footnote-ref-42)
42. Nařízení (EU) 2021/1119. [↑](#footnote-ref-43)
43. Posouzení dopadů, z něhož vychází sdělení o klimatickém cíli EU pro rok 2040 (SWD(2024) 63). [↑](#footnote-ref-44)
44. Nařízení (EU) 2023/857. [↑](#footnote-ref-45)
45. Nařízení (EU) 2018/841. [↑](#footnote-ref-46)
46. Viz článek 30 směrnice 2003/87/ES. [↑](#footnote-ref-47)
47. Současné odhady například naznačují, že budoucí náklady na BECCS (včetně ukládání) budou činit přibližně 52–134 EUR za tunu CO2 (původní hodnoty v USD; 1 USD = 0,92 EUR). In Bednar, Johannes, Höglund, Robert, Möllersten, Kenneth, Obersteiner, Michael, Tamme, Eve (2023). The role of carbon dioxide removal in contributing to the long-term goal of the Paris Agreement (Úloha pohlcování oxidu uhličitého při plnění dlouhodobého cíle Pařížské dohody). [↑](#footnote-ref-48)
48. Tamtéž. [↑](#footnote-ref-49)
49. Cesta transformace pro chemický průmysl ([odkaz](https://eceuropaeu.sharepoint.com/teams/GRP-JointENER-CLIMACCSworkspace/Shared%20Documents/General/02_ICM_Communication/ICM%20drafting/Post_ISC/;%20https:/single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/chemicals/transition-pathway_en)). [↑](#footnote-ref-50)
50. Směrnice (EU) 2018/2001 a nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2023/1185. [↑](#footnote-ref-51)
51. Ustanovení čl. 3c odst. 6 směrnice 2003/87/ES. [↑](#footnote-ref-52)
52. Nařízení (EU) 2023/2405. [↑](#footnote-ref-53)
53. Nařízení (EU) 2023/1805. [↑](#footnote-ref-54)
54. Nařízení o palivech v námořní dopravě rovněž obsahuje ustanovení o přezkumu pro případné zahrnutí zachycování a dočasného ukládání uhlíku na palubách lodí. [↑](#footnote-ref-55)
55. Kähler, F., Porc, O. a Carus, M. 2023. RCI Carbon Flows Report: Compilation of supply and demand of fossil and renewable carbon on a global and European level. (Zpráva RCI o tocích uhlíku: Kompilace nabídky fosilního a obnovitelného uhlíku a poptávky po něm na globální a evropské úrovni). Redaktor: Renewable Carbon Initiative, květen 2023 ([odkaz](https://doi.org/10.52548/KCTT1279)). [↑](#footnote-ref-56)
56. Směrnice 2008/98/ES. [↑](#footnote-ref-57)
57. COM(2021) 800 final. [↑](#footnote-ref-58)
58. SWD(2023) 68 final, Posouzení investičních potřeb a dostupné finanční prostředky na posílení výrobní kapacity EU u technologií pro nulové čisté emise. [↑](#footnote-ref-59)
59. Tumara, D., Uihlein, A. a Hidalgo González, I. Shaping the future CO2 transport network for Europe (Utváření budoucí sítě pro přepravu CO2 pro Evropu), Evropská komise, Petten, 2024, JRC136709. [↑](#footnote-ref-60)
60. Tyto projekty dohromady představují 80 milionů tun zachyceného CO2. Vize zachycování, využívání a ukládání uhlíku v EU, kterou pro fórum CCUS Evropské unie připravila pracovní skupina pro vizi CCUS, duben 2023 ([odkaz](https://circabc.europa.eu/ui/group/75b4ad48-262d-455d-997a-7d5b1f4cf69c/library/594e5e2f-1d3b-4e9d-afaa-6f6657c7ee3a/details)). Analýza vychází ze stávajícího evropského a vnitrostátního financování, které je k dispozici pro projekty CCS, a z investičních potřeb založených na čisté současné hodnotě nákladů na zachycování, přepravu a ukládání u projektů v evropské databázi zachycování a ukládání uhlíku CATF. [↑](#footnote-ref-61)
61. SWD(2023) 219 final, pracovní dokument útvarů Komise pro nařízení Evropského parlamentu a Rady, kterým se zřizuje rámec opatření pro posílení evropského ekosystému výroby produktů technologií pro nulové čisté emise (akt o průmyslu pro nulové čisté emise), založený na dokumentu „The potential of a European CCS market viewed from a Danish perspective“ (Potenciál evropského trhu CCS z dánské perspektivy), Kraka Advisory, březen 2023. [↑](#footnote-ref-62)
62. Nařízení (EU) 2021/1153. [↑](#footnote-ref-63)
63. Vzhledem k rizikovější povaze projektů CCS a CCU by finanční prostředky finančních institucí podporované fondem InvestEU mohlo doplňovat grantové financování z jiných zdrojů EU nebo vnitrostátních zdrojů nebo by mohlo být poskytováno jako „operace kombinování zdrojů“ kombinující zdroje z programu InvestEU a jiných programů Unie. [↑](#footnote-ref-64)
64. Projekty zachycování uhlíku do svých plánů pro oživení a odolnost zahrnuly například Dánsko a Řecko. V rámci nástroje se uplatňují pravidla státní podpory. [↑](#footnote-ref-65)
65. Sdělení Komise (2022/C 80/01). Pokyny pro státní podporu v oblasti klimatu, životního prostředí a energetiky na rok 2022. [↑](#footnote-ref-66)
66. Nařízení (EU) č. 651/2014. [↑](#footnote-ref-67)
67. Nařízení (EU) 2020/852. [↑](#footnote-ref-68)
68. EIB podpoří průmyslový plán Zelené dohody dodatečným financováním ve výši 45 miliard EUR ([odkaz](https://www.eib.org/en/press/all/2023-270-eib-to-support-green-deal-industrial-plan-with-eur45-billion-in-additional-financing)). [↑](#footnote-ref-69)
69. Některé členské státy zavedly režimy rozdílových smluv o uhlíku, aby poskytly cílenou a nezbytnou podporu projektům dekarbonizace, včetně zavádění hospodaření s uhlíkem, v souladu s použitelnými pravidly státní podpory. [↑](#footnote-ref-70)
70. Viz: Soutěžní nabídkové řízení: Nový nástroj pro financování inovativních nízkouhlíkových technologií v rámci Inovačního fondu ([odkaz](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund/competitive-bidding_en#overview)). [↑](#footnote-ref-71)
71. Kromě společných mechanismů podpory si členské státy ponechávají možnost zřídit nezávislé režimy podpory v souladu s pravidly státní podpory. [↑](#footnote-ref-72)
72. [Odkaz](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/mex_23_4520). [↑](#footnote-ref-73)
73. Bílý dům (2023) – Clean Energy Economy: A Guidebook to the Inflation Reduction Act‘s investments in clean energy and climate action, Jan. 2023 & Department for Energy Security and net Zero (2023), Carbon Capture Use and Storage: A vision to establish a competitive market (Hospodářství založené na čisté energii: Průvodce investicemi do čisté energie a opatření v oblasti klimatu podle zákona o snižování inflace, leden 2023, a ministerstvo pro energetickou bezpečnost a nulové čisté emise (2023) – Zachycování, využívání a ukládání uhlíku: Vize vytvoření konkurenceschopného trhu), prosinec 2023. [↑](#footnote-ref-74)
74. Společnost Yara investuje do CCS ve Sluiskilu a se společností Northern Lights podepisuje závaznou dohodu o přepravě a ukládání CO2 ([odkaz](https://www.yara.com/corporate-releases/yara-invests-in-ccs-in-sluiskil-and-signs-binding-co2-transport-and-storage-agreement-with-northern-lights--the-worlds-first-cross-border-ccs-agreement-in-operation2/)). [↑](#footnote-ref-75)
75. Dohodou podle článku 25 směrnice 2003/87/ES. [↑](#footnote-ref-76)
76. Pod společným vedením Kanady, Spojených států a Saúdské Arábie a za účasti Evropské komise, Austrálie, Indie, Japonska a Norska ([odkaz](https://explore.mission-innovation.net/mission/carbon-dioxide-removal/)). [↑](#footnote-ref-77)