

Česká Technologická Platforma pro užití Biosložek v dopravě a chemickém průmyslu (ČTP Bio)



Analýza hodnotových řetězců

Název projektu:

ČTP Biosložky V

OP TAK (2024-2027) - Technologické platformy – výzva II

Rozvoj technologických platforem s cílem urychlení digitální a zelené transformace

Počet stran: 50

Vypracoval: kolektiv ČTP Bio

Úprava dne 30.9.2025

Obsah

- 1. Úvod: Role biomasy v průmyslové transformaci Evropy**
- 2. Rámec a definice bioekonomiky**
 - 2.1 Výzvy a přechod k regenerativní bioekonomice
- 3. Druhy a zdroje biomasy v Evropské unii**
 - 3.1 Lesní biomasa
 - 3.2 Zemědělská biomasa
 - 3.3 Biologický odpad a vedlejší produkty
 - 3.4 Algae a akvakultura
- 4. Hodnotové řetězce využití biomasy**
- 5. Dodavatelsko-odběratelské řetězce biomasy v Evropě**
 - 5.1 Model 1 – Regionální vertikální integrace
 - 5.2 Model 2 – Mezinárodní obchodní řetězec (Global Supply Chain Model)
 - 5.3 Model 3 – Cirkulární a lokální smyčky (Circular and Local Loops Model)
- 6. Průmyslové využití biomasy – pozice CEFIC 2025**
 - 6.1 Bio-based chemikálie a materiály
 - 6.2 Biopaliva a bioenergie nové generace
 - 6.3 Synergie s CCU, vodíkem a elektrifikací
- 7. Politické a investiční rámce pro rozvoj hodnotových řetězců biomasy**
 - 7.1 Finanční rámce a investiční programy
 - 7.2 Národní politiky a strategie
 - 7.3 Politické výzvy a investiční překážky
- 8. Governance, udržitelnost a certifikace**
 - 8.1 Komplexní pravidla udržitelnosti pro biomasu v EU
 - 8.2 Certifikační systémy a ověřování udržitelnosti biomasy
 - 8.3 Integrované řízení a koordinace (Governance) evropské bioekonomiky
- 9. Doporučení a implementační roadmapa pro hodnotové a dodavatelské řetězce biomasy**
 - 9.1 Strategické cíle a milníky pro udržitelnou bioekonomiku (2035 / 2050)
 - 9.2 Prioritní hodnotové řetězce pro střední Evropu a EU
 - 9.3 Dodavatelské a logistické uzly (Regionální síť a integrační platformy)
 - 9.4 Investiční nástroje a tržní motivace pro rozvoj bioekonomiky

- 9.5 Governance, standardizace a transparentnost v implementačním plánu
- 9.6 Identifikace rizik a mitigační strategie v bioekonomice

10. Závěr: Integrované hodnotové řetězce biomasy jako páteř obnovitelného uhlíku v evropském průmyslu – Strategická vize 2050

1. Úvod: Role biomasy v průmyslové transformaci Evropy

Biomasa je jedním z klíčových pilířů přechodu Evropy na klimaticky neutrální ekonomiku do roku 2050. V kontextu průmyslové transformace představuje **jediný okamžitě dostupný obnovitelný zdroj uhlíku**, který může nahradit fosilní vstupy v chemickém, energetickém a materiálovém sektoru, a to jak v kapalné, tak pevné nebo plynné formě. Jejím potenciál spočívá v chemické všestrannosti, která umožňuje výrobu širokého spektra produktů – od biopaliv a bioplastů, přes biokompozity, až po základní chemikálie.

Evropská komise ve strategických rámcích, jako jsou *European Green Deal* (2019), *A Sustainable Bioeconomy for Europe* (2018) a novějším *Clean Industrial Deal* (2025), vymezuje biomasu jako **kritický most mezi uhlíkovou neutralitou, potravinovou bezpečností a průmyslovou konkurenceschopností**. Tyto strategie zdůrazňují potřebu udržitelného získávání a efektivního zpracování biomasy, aby se minimalizovaly environmentální dopady a zároveň podpořil rozvoj oběhového hospodářství. Přechod k bioekonomice není jen o změně surovinové základny, ale i o **inovaci technologických procesů** a vytváření nových hodnotových řetězců, což v konečném důsledku **zvýší strategickou soběstačnost a posílí odolnost evropského průmyslu vůči geopolitickým rizikům a volatilitě cen globálních fosilních trhů**.

Podle zprávy Společného výzkumného střediska Evropské komise (**JRC, 2024**) dosahuje **celkový technicky dostupný udržitelný potenciál biomasy v Evropské unii přibližně 950 – 1 050 milionů tun sušiny ročně**. Tento potenciál, klíčový pro přechod k bioekonomice, je rozdělen následovně:

- **60 %** tvoří **lesní biomasa** (dřevo, odpadní hmota, piliny, lignocelulóza)
- **30 %** tvoří **zemědělská biomasa** (sláma, zbytky, energetické plodiny)
- **10 %** připadá na **biologický odpad, kaly a akvakulturu**

Tabulka 1 – Struktura zdrojů biomasy v EU (v milionech tun sušiny/rok)

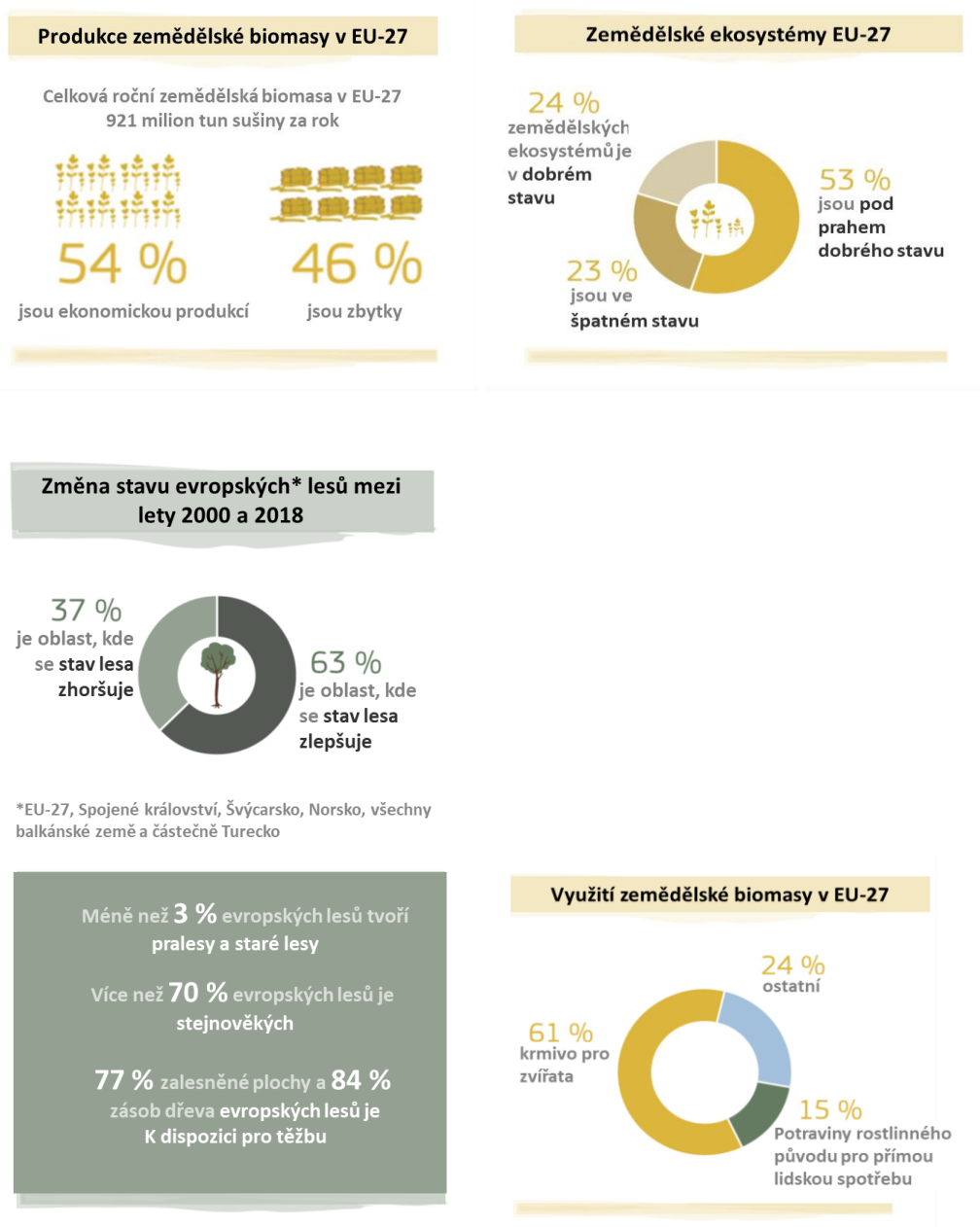
Typ biomasy	Odhadované množství	Podíl na celku	Hlavní využití
Lesní biomasa	580 Mt	60 %	Stavebnictví, energie, chemie, materiály
Zemědělská biomasa	300 Mt	30 %	Krmiva, bioenergie, bio-based chemie
Odpady a vedlejší produkty	90 Mt	9 %	Bioenergie, kompost, hnojiva
Algae a akvakultura	10 Mt	1 %	Potraviny, kosmetika, farmaceutika

Zdroj: JRC (2024), Figure 1.1, Table 2.2 – EU Biomass Supply

Biomasa nachází uplatnění ve dvou hlavních směrech: **energetickém** (přímé spalování, výroba bioplynu, bioetanolu a biometanu) a **materiálovém či chemickém** (výroba bioplastů, biochemikálií, biopaliv 2. a 3. generace).

Pro chemický průmysl představuje biomasa strategický zdroj obnovitelného uhlíku, který je nezbytný pro úspěšný přechod na cirkulární a nízkouhlíkovou výrobu. Evropská rada chemického průmyslu (CEFIC) ve svém dokumentu *Bioeconomy Position Paper* (2025) zdůrazňuje, že využití biomasy v chemické výrobě funguje jako významný multiplikátor hodnoty: z jedné tuny vstupní biomasy lze vytvořit **materiály a produkty s podstatně vyšší přidanou hodnotou**, přičemž efektivita přeměny může dosáhnout **poměru 4:1 až 6:1 (finální produkt vs. vstupní surovina)** ve srovnání s pouhým energetickým využitím.

Obrázek 1: Zjednodušené schéma oběhového toku biomasy v Evropské unii



Evropská bioekonomika v současné době generuje více než 10 % celkového HDP Evropské unie a zajišťuje obživu pro přibližně 17 milionů pracovníků napříč klíčovými sektory – od udržitelného zemědělství a lesnictví po inovativní průmyslovou chemii a biotechnologie.

Zdroj: Společné výzkumné středisko (JRC), 2024

Ambiciózní výhledy naznačují, že transformace odvětví bude pokračovat: Podle prognóz Evropské rady chemického průmyslu (CEFIC, 2025) by do roku 2040 mohlo až **20 % veškerého uhlíku obsaženého v chemických výrobcích EU pocházet z obnovitelných zdrojů, primárně z udržitelné biomasy** a dalších nefosilních surovin, jako je recyklovaný plastový odpad a zachycený CO₂.

Biomasa tak představuje více než jen pouhou **surovinu**; je klíčovým nositelem **dekarbonizační hodnoty, který efektivně propojuje a integruje napříč celým hodnotovým řetězcem:**

- **Zemědělství a lesnictví** (primární produkce a udržitelné zdroje)
- **Výzkum a inovace** (vývoj nových technologií zpracování)
- **Průmysl a energetiku** (transformace výrobních procesů)
- **Regionální ekonomiky a venkovský rozvoj** (tvorba pracovních míst a místní soběstačnost)

2. Rámec a definice bioekonomiky

Podle definice Evropské komise z roku 2018 je **bioekonomika** vymezená jako **udržitelné využívání obnovitelných biologických zdrojů**, pocházejících jak z pevniny, tak z moře. Jejím primárním cílem je produkce širokého spektra produktů a služeb, od **potravin, krmiv a biomateriálů** po **energii**. Tím se bioekonomika stává klíčovým nástrojem pro přechod od ekonomiky závislé na fosilních palivech k udržitelnému a nízkouhlíkovému hospodářství.

Tento ekonomický systém je založen na principu **uhlíkové neutrality**, respektive na principu oběhovosti uhlíku (tzv. **cirkulární bioekonomika**), kde se organická hmota efektivně využívá a recykluje, což minimalizuje odpad. Integruje tři základní pilíře hodnotového řetězce:

1. **Produkce biologických zdrojů:** Tento pilíř tvoří základní stavební kámen bioekonomiky. Zahrnuje klíčová odvětví, jako je udržitelné zemědělství, odpovědné lesnictví a inovativní akvakultura. Důraz je kladen na optimalizaci výnosů a minimalizaci dopadů na ekosystémy.

2. **Pokročilé zpracování a technologie:** Zde probíhá přeměna biomasy na produkty s vyšší přidanou hodnotou. Sem spadají inovativní postupy, jako jsou:
 - **Biorafinérie:** Komplexní procesy, které z biomasy extrahují různé složky pro výrobu paliv, chemikálií a materiálů.
 - **Biochemie:** Využití biologických procesů pro výrobu specializovaných chemikálií a látek.
 - **Moderní technologie** jako jsou například:
 - **Carbon Capture and Utilization (CCU):** Technologie pro zachycování a následné využívání oxidu uhličitého jako suroviny.
 - **Power-to-X:** Přeměna přebytečné obnovitelné energie (např. elektřiny z větru) na energetické nosiče, jako jsou vodík (Power-to-Gas) nebo syntetická paliva
3. **Finální průmyslové sektory a aplikace:** Produkty bioekonomiky nacházejí široké uplatnění v mnoha odvětvích, kde nahrazují materiály z neobnovitelných zdrojů. Patří sem:
 - **Chemický průmysl:** Výroba bioplastů, biokompozitů a dalších chemikálií
 - **Stavebnictví:** Využití biomateriálů, jako je dřevo, sláma nebo konopí, pro udržitelnější stavby
 - **Textilní průmysl:** Produkce textilií z biologických zdrojů
 - **Energetika:** Využívání biomasy pro výrobu tepla, elektřiny a biopaliv

Bioekonomika tak představuje zásadní cestu pro posílení strategické autonomie Evropské Unie, snižování závislosti na dovozu fosilních paliv a surových materiálů a pro efektivní reakci na klimatickou změnu.

Tabulka 2 – Hlavní sektory evropské bioekonomiky (podle přidané hodnoty)

Sektor	Podíl na HDP EU bioekonomiky	Počet pracovníků	Typický produkt
Zemědělství a lesnictví	35 %	8 mil.	Potraviny, krmiva, suroviny
Potravinářství a nápoje	25 %	4,5 mil.	Potraviny, bioetanol, oleje
Chemie a materiály	15 %	1,2 mil.	Bioplasty, rozpouštědla, hnojiva
Bioenergie	10 %	1,5 mil.	Pelety, biometan, elektřina
Ostatní služby a výzkum	15 %	2 mil.	Logistika, certifikace, R&D

Zdroj: JRC (2024), Table 1.4 – Structure of EU Bioeconomy by Sector

Implementace principů bioekonomiky s sebou nese zásadní environmentální benefity, které jsou klíčové pro dosažení cílů **Evropského zeleného údělu (European Green Deal)** a klimatické neutrality. Tyto přínosy lze shrnout do tří hlavních pilířů:

1. **Substituce fosilních surovin:** Bioekonomika přímo nahrazuje ropu, zemní plyn a další neobnovitelné zdroje udržitelnými biologickými vstupy. Například bioplasty nahrazují konvenční plasty, biopaliva nahrazují fosilní paliva v dopravě a biomateriály, jako je dřevo, přebírají roli tradičních stavebních materiálů s vysokou uhlíkovou stopou (např. ocel nebo beton).
2. **Sekvestrace a ukládání uhlíku:** Biologické procesy přirozeně fixují atmosférický oxid uhličitý (CO_2). Bioekonomika tento přirozený proces využívá k:
 - **Vázání CO_2 v biomase:** Uhlík je efektivně ukládán v půdě, lesních ekosystémech a zemědělských plodinách
 - **Ukládání v produktech:** Při výrobě produktů s dlouhou životností, jako jsou dřevostavby, zůstává uhlík uložen po desítky let, čímž se prodlužuje jeho vyřazení z atmosférického cyklu
3. **Cirkularita a efektivní využívání zdrojů:** Model bioekonomiky je inherentně spojen s cirkulární ekonomikou. Klade důraz na minimalizaci odpadu a maximální využití všech vedlejších toků a zbytků z produkce. To umožňuje vícestupňové využívání biomasy (tzv. kaskádové využití), například dřevo se nejprve použije na stavbu domu, po demolici na výrobu dřevotřísky a nakonec na energetické využití. Tím se zvyšuje celková efektivita a snižuje tlak na primární zdroje.

2.1 Výzvy a přechod k regenerativní bioekonomice

Přes nesporné přínosy čelí rychlý rozvoj bioekonomiky i významným rizikům a limitům. Mezi hlavní výzvy patří:

- **Konkurence o půdu:** Rostoucí poptávka po biomase pro energetické a materiálové využití může konkurovat produkci potravin a krmiv, což může vést ke změnám ve využívání půdy (např. odlesňování)
- **Dopady na biodiverzitu:** Intenzivní pěstování monokultur pro bioekonomické účely může negativně ovlivnit biologickou rozmanitost a zdraví ekosystémů
- **Tlak na vodní zdroje:** Některé plodiny nebo průmyslové procesy vyžadují významné množství vody

V reakci na tato rizika a s cílem zajistit skutečnou udržitelnost se od roku 2024 v Evropské unii a ve výzkumných kruzích (např. JRC, 2024) prosazuje nový koncept

„regenerativní bioekonomika“. Tento přístup klade důraz na dosažení rovnováhy mezi třemi základními pilíři udržitelnosti:

1. **Produkce (ekonomická efektivita):** Zajištění konkurenceschopné a efektivní výroby produktů
2. **Přírodní kapitál (environmentální zdraví):** Aktivní obnova a posilování zdraví ekosystémů, biodiverzity a kvality půdy, nejen jejich ochrana
3. **Sociální prosperita (spravedlnost):** Zajištění spravedlivého přechodu a prosperity pro venkovské a přímořské komunity zapojené do bioekonomických aktivit

Cílem regenerativní bioekonomiky je tedy nejen minimalizovat škody, ale aktivně zlepšovat stav přírodních zdrojů a společnosti, čímž se stává ambicióznějším a odolnějším modelem pro budoucnost.

Obrázek 2 – Integrovaný rámec bioekonomiky EU



Zdroj: Azote Images for Stockholm Resilience Centre. The Sustainable Development Goals “wedding cake”

Tyto dvě úvodní kapitoly sloužily jako **konceptční a analytický rámec**, který efektivně propojuje ekonomické, technologické a environmentální aspekty bioekonomiky. Jejich primárním cílem je poskytnout čtenáři ucelený pohled nezbytný pro pochopení další odborné analýzy.

Konkrétně se tyto kapitoly zaměřují na:

- **Vymezení a klasifikaci klíčových typů biomasy:** Detailně specifikují, jaké druhy biologických zdrojů jsou v rámci bioekonomiky využívány (např. zemědělská biomasa, lesní zbytky, řasy, odpady) a jaké jsou jejich charakteristické vlastnosti a potenciál
- **Pochopení a zmapování jejich hodnotových řetězců:** Analyzují celý cyklus od udržitelného zdroje, přes sběr, logistiku a zpracování (včetně pokročilých technologií, jako jsou biorafinérie), až po finální produkt a nakládání s vedlejšími toky neboli cirkularita
- **Demonstraci jejich kritické role v dekarbonizaci evropského průmyslu:** Tedy ukazují, jak může udržitelná biomasa a z ní odvozené produkty (biopaliva, biomateriály, biochemikálie) nahradit fosilní suroviny a významně tak přispět ke snižování emisí skleníkových plynů v sektorech, kde je přímá elektrifikace obtížná nebo nemožná (tzv. "hard-to-abate" sectors)

3. Druhy a zdroje biomasy v Evropské unii

Evropská **biomasa** představuje mimořádně rozmanitý a komplexní soubor obnovitelných organických zdrojů, které tvoří materiálovou a energetickou základnu bioekonomiky. Tato diverzita je klíčová pro zajištění odolnosti a stability celého odvětví.

Zdroje biomasy zahrnují:

- **Lesní a zemědělskou produkci:** Primární plodiny a dřevní hmota cíleně pěstované pro bioekonomické účely
- **Vedlejší produkty z průmyslu a potravinářství:** Například piliny ze dřevozpracujícího průmyslu, melasa z cukrovarnictví, nebo otruby z mlynářství
- **Biologický odpad:** Komunální a průmyslový bioodpad, který je efektivně recyklován v rámci principů cirkulární ekonomiky
- **Specifické formy akvakultury:** Produkce řas a dalších vodních organismů, které mají velký potenciál pro výrobu potravin, krmiv a biochemikálií

Každý z těchto zdrojů má unikátní fyzikální a chemické vlastnosti, specifické logistické požadavky na sběr, dopravu a skladování a odlišný potenciál pro finální průmyslové využití (např. energetické vs. materiálové využití). Pro lepší systematizaci a pochopení dostupných zdrojů v rámci Evropské unie lze biomasu podle Společného výzkumného střediska Evropské komise (**JRC, 2024**) rozdělit do **čtyř hlavních kategorií - Lesní biomasa, Zemědělská biomasa, Biologické odpady a vedlejší produkty a Algae a akvakultura**.

3.1 Lesní biomasa

Lesní **biomasa** představuje v současné době **největší a nejvýznamnější obnovitelný zdroj uhlíku v Evropě**. Její celková roční produkce dosahuje přibližně **580 milionů tun (Mt) sušiny**.

Tento rozsáhlý zdroj zahrnuje diverzifikované toky surovin, nejen primární dřevo určené pro materiálové využití. Klíčovou roli hrají i další proudy:

- **Odpadní proudy z těžby a zpracování:** Například klestí, štěpky, piliny a kůra, které by jinak zůstaly nevyužity
- **Vedlejší produkty průmyslu:** Látky jako **lignin** (komplexní polymer, který je často odpadem při výrobě papíru, ale má vysoký potenciál pro chemický průmysl) a **černý louh** z papírenského průmyslu

Evropské lesy hrají zásadní roli v mitigaci klimatické změny, neboť ročně absorbují přibližně **400 Mt CO₂**, což efektivně kompenzuje zhruba **10 % celkových emisí Evropské unie**. Z tohoto důvodu představuje **udržitelné hospodaření v lesích (Sustainable Forest Management – SFM)** klíčový a nezastupitelný prvek evropské klimatické a bioekonomické politiky.

Důraz na udržitelnost zajišťuje, že využívání biomasy neohrožuje schopnost lesů plnit jejich ekologické funkce, včetně sekvestrace uhlíku, ochrany biodiverzity a produkce kyslíku. Tím je garantována dlouhodobá bilance a přínos pro uhlíkovou neutralitu.

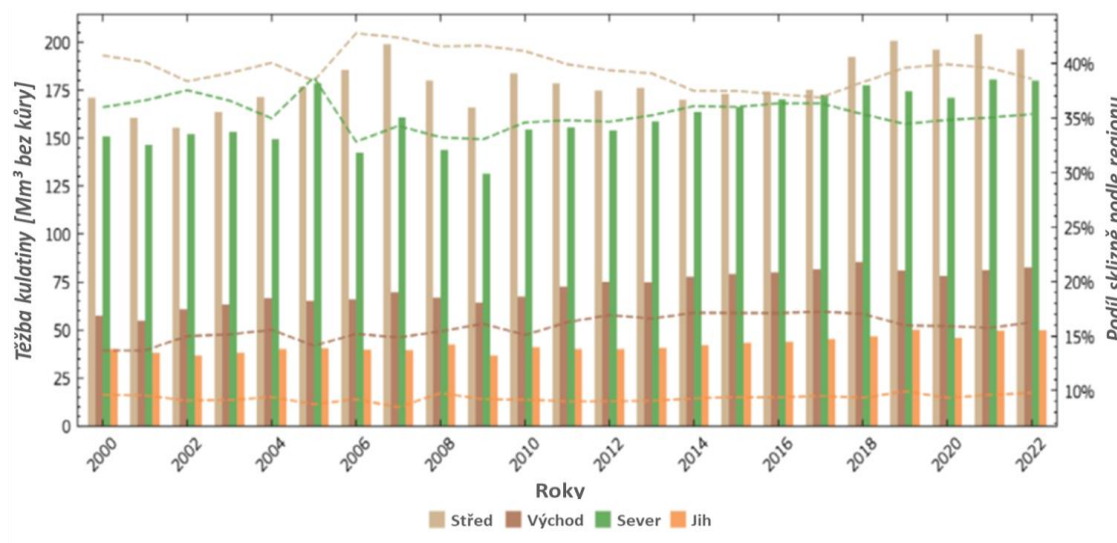
Tabulka 3 – Toky lesní biomasy v EU (v milionech tun sušiny ročně)

Kategorie	Primární využití	Vedlejší proudy	Možnosti využití v bioekonomice
Kmenové dřevo	Stavebnictví, nábytek	Piliny, kůra	Biochemikálie, ligninové polymery
Lesní zbytky	Energie, pelety	Popel, uhlík	Biochar, půdní zlepšovače
Papírenský průmysl	Buničina, papír	Černý louh, lignin	Bioplasty, lepidla, aromáty
Energetické dřevo	Lokální vytápění	Popel	Bioenergie, uhlíková sekvestrace

Zdroj: JRC (2024), Table 4.1 – Forest biomass and industrial by-products in EU

V rámci komplexního **hodnotového řetězce bioekonomiky** představuje lesní biomasa klíčový výchozí bod pro kaskádové a víceúčelové využití. Tento přístup maximalizuje přidanou hodnotu a efektivitu materiálu před jeho případným energetickým využitím.

Obrázek 3 – Geografická distribuce lesní biomasy v EU



Geografické regiony: Východ: Bulharsko, Chorvatsko, Maďarsko, Polsko, Rumunsko, Slovinsko;

Střed: Rakousko, Belgie, Česko, Německo, Francie, Irsko, Lucembursko, Nizozemsko, Slovensko; **Sever:** Dánsko, Estonsko, Finsko, Litva, Lotyšsko, Švédsko; **Jih:** Kypr, Španělsko, Řecko, Itálie, Malta, Portugalsko

Zdroj: JRC elaboration on FAOSTAT data 2025

Hlavní směry zpracování zahrnují:

- **Primární materiálové využití:** Nejeefektivnější z hlediska sekvence uhlíku. Zahrnuje produkci stavebního řeziva (dřevostavby), nábytku, aglomerovaných materiálů (např. OSB desky, dřevotřísky) a papíru. Tyto aplikace prodlužují dobu, po kterou zůstává uhlík uložen v produktech
- **Chemické zpracování lignocelulózy:** Cílem je rozklad komplexní dřevní hmoty (lignocelulózy) na základní chemické stavební bloky. Tyto procesy umožňují výrobu pokročilých bioproduktů, jako je **bioetanol** (pokročilé biopalivo II. generace), **aromatické látky** (např. vanilin, benzenové deriváty) a **polymerní prekurzory** pro moderní bioplasty
- **Energetické využití:** Zahrnuje využití zbytků a materiálů na konci životního cyklu pro výrobu tepla a elektřiny. Typickými produkty jsou **pelety** a **brikety**, **biometan** (po zpracování v bioplynových stanicích) nebo **biochar** (dřevěné uhlí, které slouží jako půdní kondicionér a trvalé úložiště uhlíku)

Evropská rada chemického průmyslu (CEFIC, 2025) ve svých analýzách opakovaně upozorňuje na rostoucí význam a perspektivu **lignocelulózy** jako klíčového vstupu pro bio-based plasty a speciální rozpouštědla. CEFIC predikuje, že s pokračujícím trendem dekarbonizace a inovacemi v biorafinériích může tržní hodnota těchto pokročilých bioproduktů do roku 2030 překročit **50 miliard eur**. Tento vývoj podtrhuje přechod od pouhého energetického využití biomasy k jejímu sofistikovanějšímu a ekonomicky výnosnějšímu chemickému zpracování.

3.2 Zemědělská biomasa

Zemědělská biomasa představuje druhý největší a vysoce diverzifikovaný zdroj organické hmoty v Evropské unii, který je klíčový pro rozvoj bioekonomiky. Zahrnuje širokou škálu materiálů, které vznikají v rámci zemědělské produkce a zpracování potravin:

- **Rostlinné zbytky:** Sem patří sláma, kukuřičné oklasky (šustí a větena), plevy, nať z brambor nebo stonky olejnin. Tyto materiály jsou dostupné přímo na polích
- **Energetické plodiny (*Energy Crops*):** Cíleně pěstované rostliny s vysokou produkcí biomasy, jako je řepka olejná, různé druhy trav, nebo vytrvalé byliny, například **ozdobnice čínská (*Miscanthus*)**
- **Vedlejší produkty z potravinářství a krmivářství:** Například výlisky, otruby, kaly, nebo vymláčené klasy

Celkový potenciál zemědělské biomasy v Evropské Unii je podle analýz Společného výzkumného střediska Evropské komise (**JRC, 2024**) odhadován na přibližně **300 Mt sušiny ročně**.

Zásadním zjištěním je, že v současné době zůstává **více než 70 %** tohoto potenciálu nevyužito pro jiné než primární energetické účely (spalování). To otevírá obrovský prostor pro inovativní přístupy v rámci **cirkulární bioekonomiky**, které se zaměřují na:

- **Materiálové využití:** Například výroba izolačních materiálů ze slámy nebo biokompozitů
- **Chemické využití:** Extrakce cenných látek pro farmaceutický průmysl nebo výrobu pokročilých chemikálií a biopaliv II. Generace

Využitím tohoto doposud opomíjeného potenciálu lze významně zvýšit efektivitu zemědělského sektoru a posílit jeho roli v dekarbonizaci ekonomiky.

Tabulka 4 – Hlavní typy zemědělské biomasy a jejich průmyslové využití

Typ biomasy	Potenciál [Mt/rok]	Stávající využití	Nové aplikace
Sláma a obilné zbytky	120	Spalování, stelivo	Bioetanol, biorafinérie
Kukuřičné zbytky	70	Bioplyn	Biochemikálie, fermentace
Energetické plodiny (Ozdobnice čínská, Čirok)	40	Palivo, pelety	Bioplasty, kompozity
Vedlejší produkty potravinářství	60	Krmiva, hnojiva	Enzymy, rozpouštědla, surfaktanty

Zdroj: JRC (2024), Table 5.3 – Agricultural residues and by-product flows

Zemědělská biomasa je v současnosti považována za sektor s **největším potenciálem růstu** pro budoucí rozvoj decentralizovaných **regionálních biorafinérií**. Tento potenciál je obzvláště výrazný v regionu **střední Evropy** (zahrnujícím země jako Česko, Maďarsko, Slovensko a Rakousko). Specifické výhody tohoto regionu pramení z:

- **Husté sítě zemědělských podniků:** Zajišťuje stabilní a geograficky blízký zdroj suroviny.
- **Existující infrastruktury pro sběr a logistiku zbytků:** Umožňuje efektivní a ekonomicky životaschopný sběr slámy, oklasků a dalších zbytků.

Evropská rada chemického průmyslu (CEFIC, 2025) vnímá tento segment jako klíčový pro přechod chemického průmyslu na obnovitelné suroviny. CEFIC proto strategicky doporučuje rozvíjet **regionální klastrové modely**. Tyto modely předpokládají úzkou vertikální i horizontální integraci:

- **Propojení sektorů:** Synergie mezi zemědělstvím (dodavatel suroviny), chemickým průmyslem (odběratel pro pokročilé zpracování) a energetickým průmyslem (využití vedlejších toků)
- **Sdílená logistika a investice do předzpracování:** Společné investice do klíčových technologií, jako je **sušení, peletování, štěpkování nebo fermentace**, které zvyšují kvalitu, snižují náklady na dopravu a prodlužují skladovatelnost biomasy

Tento integrovaný přístup nejen zvyšuje efektivitu využití biomasy, ale také podporuje zaměstnanost a inovace ve venkovských oblastech střední Evropy.

3.3 Biologické odpady a vedlejší produkty

Evropská unie čelí významné výzvě v oblasti odpadového hospodářství, neboť ročně generuje **více než 90 milionů tun biologicky rozložitelného odpadu**. Znepokojivým faktem však zůstává, že podle údajů Společného výzkumného střediska Evropské komise (JRC, 2024) je **pouze 40 % tohoto odpadu v současnosti recyklováno nebo kompostováno**. Zbytek často končí na skládkách, kde dochází k uvolňování emisí skleníkových plynů, jako je metan.

Hlavními zdroji tohoto bioodpadu jsou:

- **Potravinářství a gastronomie:** Zbytky z výroby potravin a nepotřebné suroviny z restaurací a jídelen
- **Komunální sektor:** Kuchyňský a zahradní odpad z domácností
- **Průmyslové odpady:** Specifické biologické zbytky z různých výrobních procesů

Zpracování těchto odpadních proudů představuje klíčový a strategický prvek **cirkulární bioekonomiky**. Díky efektivní recyklaci se z odpadu stává cenný obnovitelný zdroj, který přináší řadu výhod:

1. **Obnovitelný zdroj uhlíku bez konkurence o půdu:** Na rozdíl od pěstování primární biomasy nevyžaduje využití bioodpadu novou půdu, čímž nevytváří konkurenční tlak na produkci potravin a nevede k odlesňování
2. **Snížení emisí skleníkových plynů:** Zabráněním skládkování se minimalizují emise metanu, který je mnohonásobně silnějším skleníkovým plynem než CO₂
3. **Výroba bioproduktů:** Ze zpracovaného bioodpadu lze vyrábět bioplyn pro energetické účely, digestát jako kvalitní organické hnojivo, nebo kompost, který zlepšuje kvalitu půdy. Pokročilé technologie umožňují i produkci bioetanolu nebo jiných biochemikálií

Zvýšená recyklace a zpracování bioodpadu je proto v souladu s evropskými cíli v oblasti odpadového hospodářství a významně podporuje přechod k udržitelnému hospodářství.

Tabulka 5 – Přehled zdrojů biologických odpadů

Zdroj odpadu	Roční množství [Mt]	Hlavní zpracování	Možnosti přidané hodnoty
Potravinářský odpad	35	Kompost, bioplyn	Laktáty, aminokyseliny
Komunální bioodpad	25	Bioplyn	Organické kyseliny, enzymy
Průmyslový odpad (pivovary, cukrovary)	20	Krmiva, hnojiva	Fermentace, ethanol
Kaly z ČOV	10	Anaerobní digesce	Biochar, hnojiva

Zdroj: JRC (2024), Figure 6.2 – Organic waste management pathways

Biologické odpady hrají nezastupitelnou roli při dosahování **klimatické neutrality** a transformaci energetického a průmyslového sektoru. Jejich efektivní zpracování je klíčovým vstupem pro výrobu dvou důležitých produktů:

- **Biometan:** Vzniká pokročilou úpravou bioplynu z anaerobní digesce bioodpadů (např. v čistírnách odpadních vod – ČOV). Biometan je chemicky identický se

zemním plynem, lze jej vtlačet do distribuční sítě a využívat v dopravě nebo průmyslu jako obnovitelné palivo, čímž přímo nahrazuje fosilní plyn.

- **Biochar:** Vyrábí se pyrolýzou (termickým rozkladem za vysokých teplot bez přístupu kyslíku) specifických typů bioodpadů. Biochar slouží nejen jako půdní kondicionér, který zlepšuje úrodnost, ale především jako trvalé a stabilní **úložiště uhlíku** (sekvestrace). Uhlík je tak dlouhodobě vyřazen z atmosférického cyklu.

Potenciál těchto zdrojů pro dekarbonizaci průmyslu je značný. Podle prognóz Evropské rady chemického průmyslu (CEFIC, 2025) mohou specifické odpady z potravinářství a kaly z čistíren odpadních vod (ČOV) do roku 2040 pokrýt až **15 % celkové průmyslové poptávky po nefosilním uhlíku**.

To podtrhuje nutnost investic do moderních technologií zpracování bioodpadů a prosazování legislativy, která podporuje přechod od skládkování k produkci těchto hodnotných, klimaticky neutrálních vstupů.

3.4 Algae a akvakultura

Specifickou a rychle se rozvíjející skupinu v rámci bioekonomiky tvoří **algální biomasa**, zahrnující makroskopické mořské řasy (chaluhy, *seaweeds*), mikroskopické řasy a sinice (*microalgae*). Tyto zdroje přinášejí unikátní výhody, které je odlišují od tradiční zemědělské biomasy:

- **Vysoká hustota produkce:** Řasy dosahují výrazně vyšší produkce biomasy na jednotku plochy v porovnání s většinou suchozemských plodin
- **Minimalizace nároků na půdu:** Produkce probíhá ve vodním prostředí (moře, brakické vody, nebo uzavřené fotobioreaktory), čímž zcela odpadá konkurence o ornou půdu s produkcí potravin a krmiv

Podle dat Společného výzkumného střediska Evropské komise (**JRC, 2024**) existuje v Evropské unii již zhruba **100 komerčních výrobních závodů** zaměřených na kultivaci a zpracování řas. Produkce je geograficky soustředěna především do států s vhodným pobřežním klimatem a rozvinutou technologickou základnou:

- **Pobřežní státy:** Francie, Portugalsko, Itálie (primárně pro mořské řasy a specifické kultivace)
- **Vnitrozemské inovace:** Rakousko (často pro pěstování mikrořas v technologicky vyspělých systémech)

Algální biomasa je ceněna pro svůj vysoký obsah bílkovin, lipidů, karotenoidů a dalších bioaktivních látek. Využití proto směřuje do prémiových segmentů:

- **Potravinářství a doplňky stravy:** Zdroj omega-3 mastných kyselin a vitamínů
- **Farmaceutický a kosmetický průmysl:** Výroba extraktů a účinných látek
- **Pokročilá biopaliva:** Výzkum se zaměřuje na využití lipidů z řas pro výrobu leteckého biopaliva

Rozvoj algální bioekonomiky je tak klíčovým prvkem pro diverzifikaci evropského dodavatelského řetězce a pro dosažení cílů v oblasti udržitelnosti a potravinové bezpečnosti.

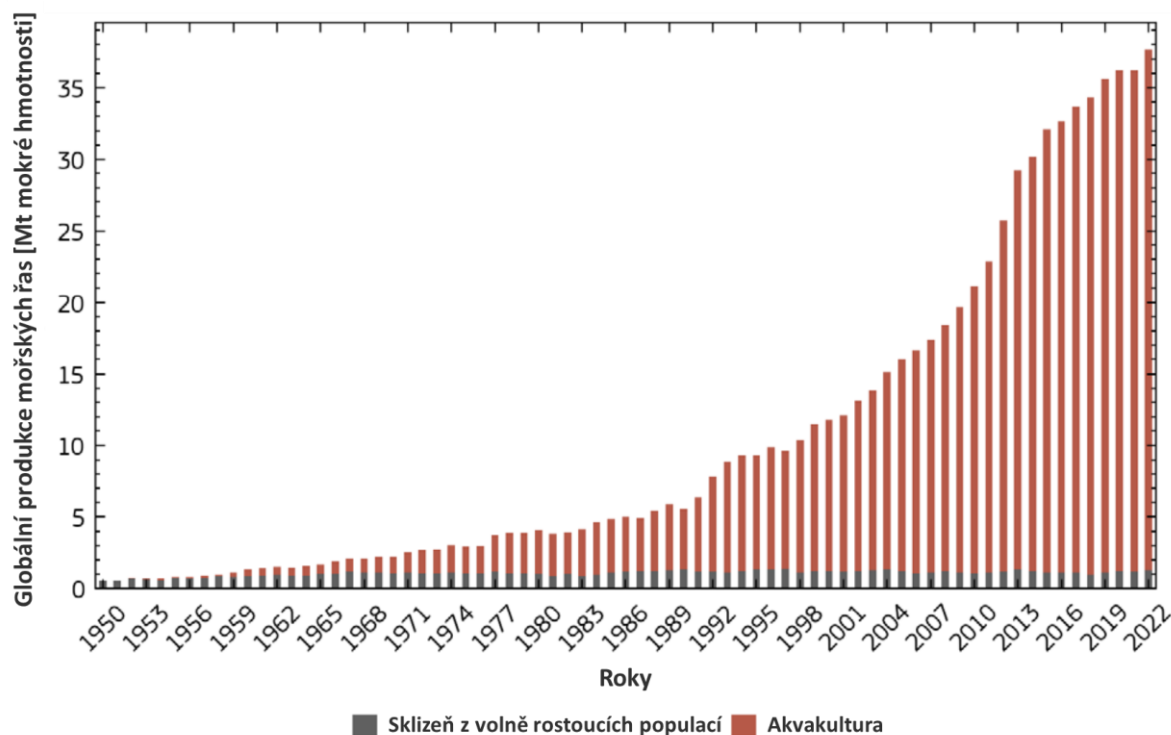
Tabulka 6 – Přehled hlavních zdrojů řas

Typ řas	Hlavní produkty	Cílový sektor
Mikrořasy	Pigmenty, lipidy	Kosmetika, potraviny
Makrořasy	Polysacharidy	Farmacie, bioplasty
Cyanobakterie	Proteiny	Krmiva, biofertilizéry

Zdroj: JRC (2024), Figure 7.1 – Algae-based biomass sectors

Mikroskopické řasy a sinice jsou v bioekonomickém kontextu klasifikovány jako **biomasa 3. generace** (vedle řas makroskopických, které jsou často řazeny ke 2. generaci). Tato klasifikace je dána jejich vysokou efektivitou fotosyntézy, rychlým růstem a schopností růst v netradičních prostředích, čímž představují významný technologický pokrok oproti biomase z 1. a 2. generace.

Obrázek 4 – Typologie a průmyslové aplikace algální biomasy v EU



Zdroj: FAO, 2024.

Biomasa 3. generace může hrát zásadní roli v budoucích integrovaných průmyslových procesech, známých jako **Power-to-X (PtX)**. Tyto procesy kombinují:

- **CO₂:** Využívají oxid uhličitý jako vstupní surovinu (buď z atmosféry, nebo z průmyslových emisí)
- **H₂:** Využívají obnovitelný vodík vyrobený elektrolýzou (např. z přebytečné solární či větrné energie)
- **Biogenní zdroje:** Algální biomasa slouží jako katalyzátor nebo přímý zdroj uhlíku, který umožňuje efektivní přeměnu na pokročilá paliva nebo chemikálie (např. syntetický metan, e-paliva)

Tato synergie vytváří uzavřený uhlíkový cyklus a umožňuje produkci energetických nosičů s extrémně nízkou uhlíkovou stopou. Přestože je potenciál algální biomasy enormní, její rozvoj v komerčním měřítku vyžaduje překonání technologických a standardizačních bariér. Jde zejména o potřebu:

- **Nových technologických standardů:** Pro optimalizaci kultivačních systémů (fotobioreaktory, rybníky) a sklizně
- **Certifikace:** Vytvoření robustních a transparentních certifikačních schémat původu a udržitelnosti.
- **Logistiky:** Řešení efektivního a nízkonákladového sběru a transportu biomasy s vysokým obsahem vody

Evropská rada chemického průmyslu (CEFIC, 2025) tyto oblasti označuje za **prioritní oblasti výzkumu a vývoje (R&D)** v rámci strategie „**next-generation biorefineries**“ (**bioraфинerie nové generace**). Investice do těchto inovací jsou klíčové pro transformaci evropského průmyslu a využití plného potenciálu biomasy 3. generace.

4. Hodnotové řetězce využití biomasy

Biomasa netvoří pouze izolované zdroje, ale vytváří často komplexní a vzájemně se propojující **hodnotové řetězce (value chains)**. Tyto řetězce propojují jednotlivé fáze životního cyklu biomasy, od udržitelné produkce, přes sběr a logistiku, pokročilé zpracování a konverzi, až po distribuci a finální využití v různých průmyslových sektorech. Efektivní řízení těchto řetězců je zásadní pro maximalizaci ekonomické hodnoty a environmentálního přínosu.

Společné výzkumné středisko Evropské komise (**JRC, 2024**) rozlišuje čtyři základní typy hodnotových řetězců podle jejich dominantního využití a směřování:

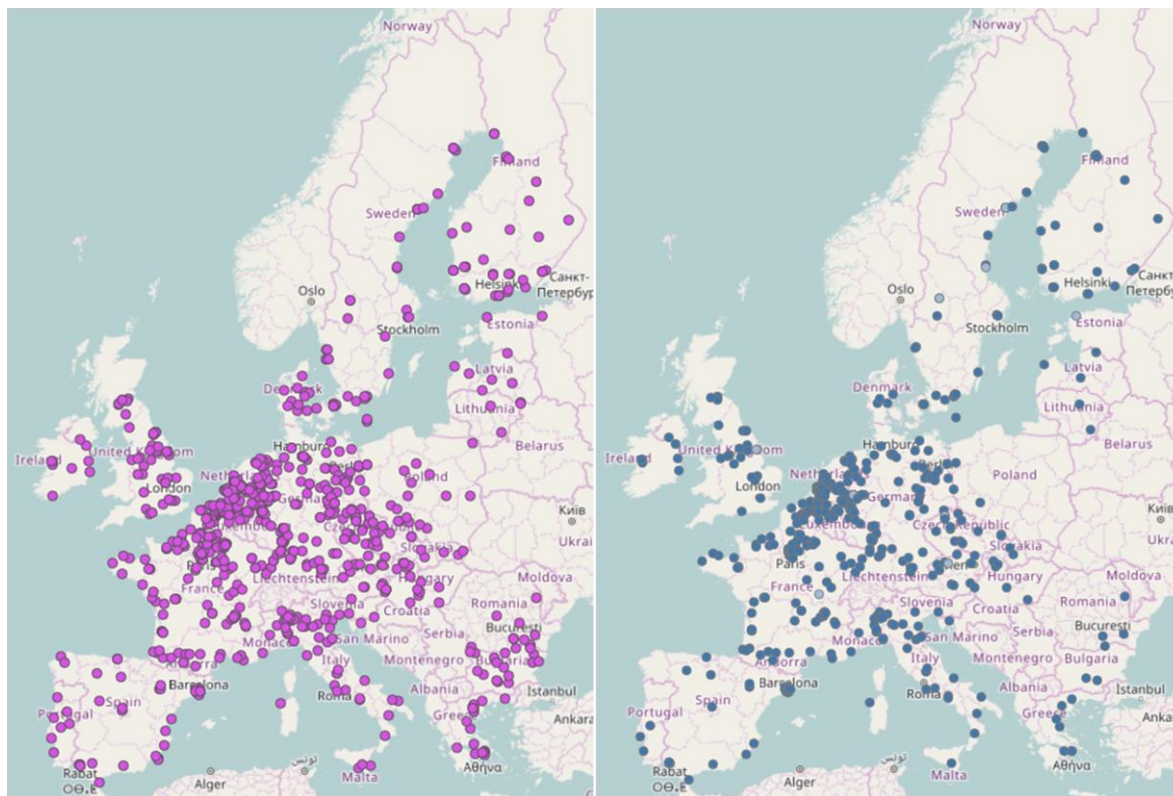
1. **Energetické řetězce:** Zaměřují se na přeměnu biomasy na různé formy energie. Primárním cílem je biomasa jako zdroj tepla, elektřiny (např. spalování, kogenerace) a biopaliv (pelety, brikety, bioplyn pro vytápění)
2. **Materiálové (průmyslové) řetězce:** Orientují se na výrobu produktů s vysokou přidanou hodnotou a delší dobou životnosti. Zahrnují produkci biochemikálií, biopolymerů, vláken a biokompozitů (např. pro stavebnictví, textilní nebo automobilový průmysl). Tyto řetězce často vedou k efektivnější sekvestraci uhlíku v produktech
3. **Cirkulární řetězce:** Stojí na principech oběhového hospodářství. Zaměřují se na maximální využití odpadů, vedlejších produktů a recyklovaných organických toků. Cílem je minimalizace skládkování a přeměna odpadu zpět na cenné zdroje, jako je kompost, digestát nebo biochar
4. **Hybridní (integrované) řetězce:** Představují nejkomplexnější a často nejefektivnější model. Jedná se o kombinaci více využití v rámci jedné integrované jednotky (např. biorafinérie), která současně produkuje energii, chemikálie i hnojiva (např. princip *zero-waste*)

Každý z těchto výše jmenovaných řetězců má specifické nároky na řízení a investice:

- **Kvalita a dostupnost suroviny:** Zajištění stabilního toku biomasy požadovaných parametrů
- **Regionální logistika:** Efektivní sběr a doprava biomasy, která je často objemná a má nízkou energetickou hustotu
- **Investiční rámec a certifikace:** Zajištění financování a dodržování přísných standardů udržitelnosti (např. ISCC certifikace)
- **Technologická vyspělost (TRL):** Míra připravenosti dané technologie pro komerční nasazení

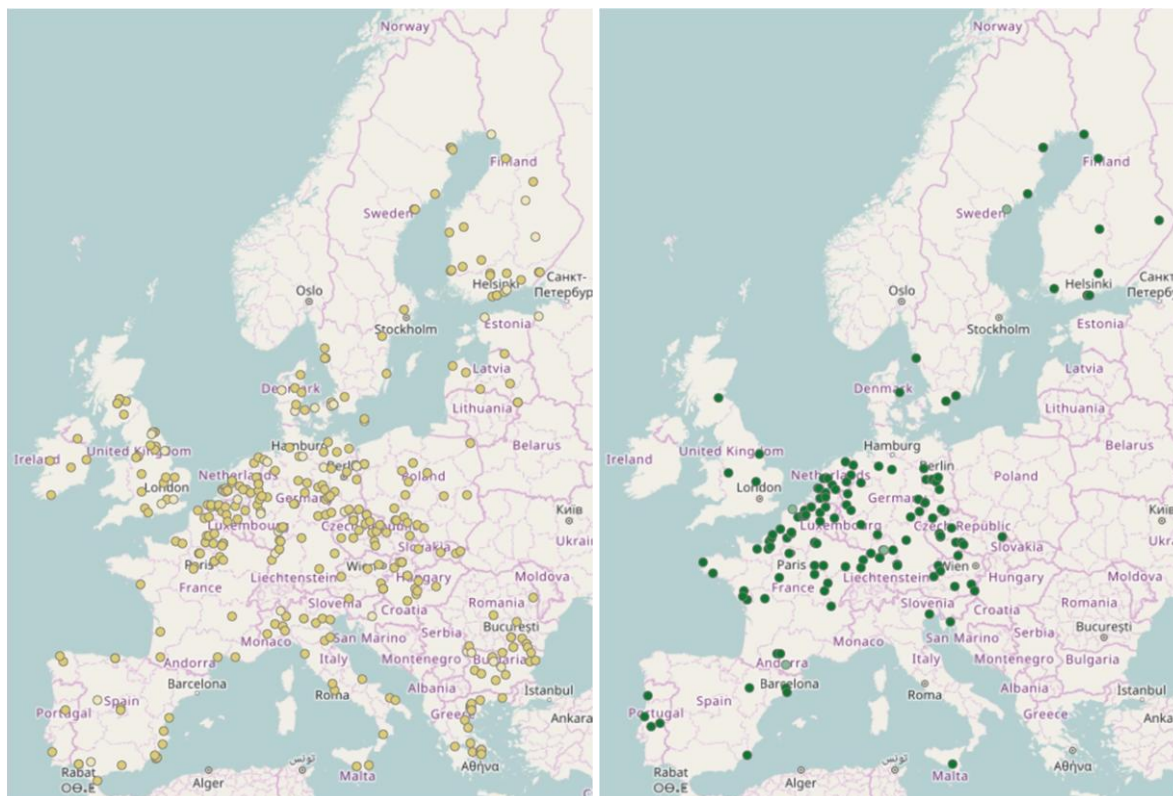
Evropská rada chemického průmyslu (CEFIC, 2025) zdůrazňuje, že největší potenciál pro dekarbonizaci evropského průmyslu mají právě **materiálové a hybridní řetězce**. Tyto modely efektivně propojují chemický průmysl s energetikou a zemědělstvím a vytvářejí tak robustní a udržitelný průmyslový ekosystém.

Obrázek 5a – Struktura hodnotových řetězců biomasy



Zdroj: JRC – Parisi, C. 2018. Research Brief on biorefineries distribution in the EU.

Obrázek 5b – Struktura hodnotových řetězců biomasy



Zdroj: JRC – Parisi, C. 2018. Research Brief on biorefineries distribution in the EU.

5. Dodavatelsko-odběratelské řetězce biomasy v Evropě

Evropské hodnotové řetězce **biomasy** (*biomass value chains*) představují komplexní a dynamické systémy, které efektivně propojují primární producenty (zemědělce, lesníky), logistické společnosti, průmyslové zpracovatele (biorafinérie, chemičky, energetické podniky) a koncové odběratele (spotřebitele, další průmyslová odvětví). Úspěšnost a efektivita těchto řetězců závisí na několika klíčových faktorech:

- **Koordinace a spolupráce:** Nezbytná je úzká synergie mezi jednotlivými články dodavatelského řetězce, od farmáře po konečného zpracovatele, aby byla zajištěna stabilita dodávek a kvalita suroviny
- **Dostupnost a efektivita infrastruktury:** Klíčová je existence vhodné dopravní (silniční, železniční, vodní) a skladovací infrastruktury
- **Kvalita regulačního rámce:** Stabilní a předvídatelná legislativa EU a členských států (např. v oblasti certifikace udržitelnosti, podpůrných mechanismů) je nezbytná pro investiční jistotu

Podle Společného výzkumného střediska Evropské komise (**JRC, 2024**) lze dodavatelské řetězce biomasy na základě jejich geografického rozsahu a komplexity rozdělit do tří hlavních modelů:

5.1 Model 1 – Regionální vertikální integrace

Tento model představuje efektivní a udržitelný přístup k využívání biomasy, který je typický pro regiony **severní a střední Evropy** (např. Rakousko, Česko, Německo, Finsko, Švédsko). Základním principem je úzká a koordinovaná **spolupráce mezi primárními producenty (zemědělství, lesnictví) a místním zpracovatelským průmyslem**.

- **Zpracování v místě původu:** Biomasa je zpracovávána co nejbližší místu svého vzniku. Tím se minimalizují logistické vzdálenosti, snižují se dopravní emise CO₂ a omezují se ztráty během manipulace a skladování
- **Optimalizace lokálních zdrojů:** Model je postaven na maximálním využití lokálně dostupných surovin, což zvyšuje regionální soběstačnost a odolnost dodavatelského řetězce vůči globálním tržním výkyvům
- **Uzavřené cykly:** Často dochází k opětovnému využití vedlejších produktů v rámci regionu (např. digestát nebo biochar se vrací zpět na místní pole jako hnojivo)

Příklady implementace:

- **Rakousko – Lenzing AG:** Příkladem špičkové praxe jsou integrované závody společnosti Lenzing AG. Tyto komplexy kombinují lesní biomasu, pokročilé

technologie výroby buničiny a inovativní fermentační procesy pro produkci vysoce kvalitních vláken (např. TENCEL™), rozpouštědel a dalších chemikálií. Jedná se o ukázkový příklad efektivní biorafinérie s uzavřeným materiálovým cyklem

- **Česko – Koncept zemědělských biorafinérií:** V Česku se tento model prosazuje v rámci konceptu biorafinérií zaměřených na zpracování doposud nevyužitých zemědělských zbytků (sláma, kukuřičné oklasky, plevy). Cílem je přeměna těchto zdrojů na biopaliva, stavební materiály nebo chemikálie přímo v zemědělsky aktivních oblastech.

Tabulka 7 – Struktura vertikálně integrovaného řetězce biomasy

Článek řetězce	Typický subjekt	Klíčové činnosti	Přidaná hodnota
Zemědělec / lesník	Farmy, LČR, družstva	Sběr biomasy, primární zpracování	5–10 %
Logistika	Sběrné body, dopravci	Lisování, skladování, přeprava	10–15 %
Průmysl (biorafinérie, chemie)	Lenzing (AT), UPM (FI), Metsä (FI)	Konverze, rafinace, výroba	60–70 %
Distribuce	Sdružení, trhy, export	Prodej, certifikace	10–15 %

Zdroj: JRC (2024), Table 9.2 – Regional bio-based value chain structures

5.2 Model 2 – Mezinárodní obchodní řetězec (Global Supply Chain Model)

Tento model se týká specifické skupiny bioekonomických produktů, které jsou obchodovány v mezinárodním, často až globálním, měřítku. Funguje na principech komoditních trhů a je charakterizován přepravou materiálů na velké vzdálenosti.

U vybraných produktů, jako je primární dřevo, dřevěné pelety, bioetanol, rostlinné oleje nebo bionafta, fungují dodavatelské řetězce v nadnárodním měřítku. Příklady těchto obchodních toků zahrnují:

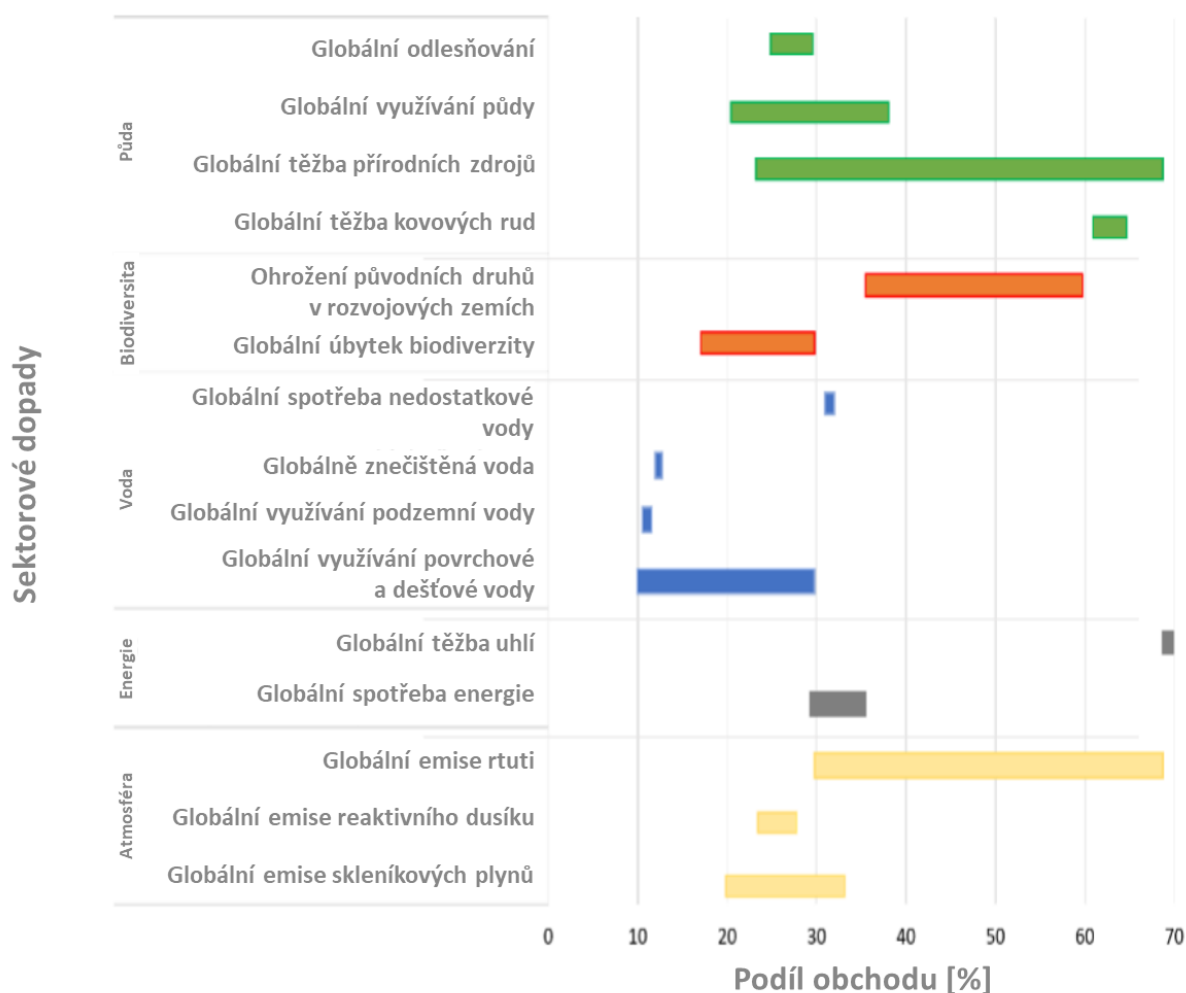
- **Pelety:** Z pobaltských zemí a Skandinávie jsou ve velkém objemu exportovány do zemí se silnou poptávkou po vytápění biomasou, jako je Německo, Itálie a Nizozemsko
- **Biopaliva:** Bioetanol produkováný ve velkých objemech ve Francii a Maďarsku je vyvážen na spotřebitelské trhy v zemích Beneluxu
- **Rostlinné oleje:** Tyto suroviny proudí z jihu EU a dalších globálních regionů do zpracovatelských závodů po celé Evropě

Evropská rada chemického průmyslu (CEFIC, 2025) upozorňuje, že tento globalizační trend přináší pro evropskou bioekonomiku **dvojitý efekt**:

- **Pozitivní efekt – Rozšíření nabídky:** Globální trh rozšiřuje nabídku biomasy a bioproduktů pro evropský průmysl, což zajišťuje stabilnější dostupnost surovin a snižuje tlak na lokální zdroje v hustě osídlených regionech
- **Negativní efekt – Environmentální a certifikační rizika:** Mezinárodní obchod s sebou nese zvýšení **uhlíkové stopy** v důsledku přepravy na dlouhé vzdálenosti (lodní a kamionová doprava). Zároveň se zvyšují rizika spojená s transparentností a **certifikací udržitelnosti**, neboť je složitější ověřit původ suroviny a dodržení environmentálních a sociálních standardů v celém řetězci.

Regulační rámec EU (např. RED III) se snaží tato rizika mitigovat zavedením přísných kritérií udržitelnosti a povinné certifikace pro biomasu dováženou na evropský trh.

Obrázek 6 – Mezinárodní toky biomasy v EU (2022)



Zdroj: Adapted from Wiedmann and Lenzen (2018) with Pendrill et al (2019), and Sigh and Persson (Preprint)

5.3 Model 3 – Cirkulární a lokální smyčky (Circular and Local Loops Model)

Tento model představuje nejprogresivnější směr v bioekonomice, který je v plném souladu s principy **cirkulárního hospodářství**. Jeho rozvoj je akcelеровán novými technologiemi, jako je pokročilá **anaerobní digesce, fermentace a pyrolytické zpracování** biologických odpadů.

Základem je přeměna biologického odpadu (odpadní voda z měst, průmyslové bioodpady, gastroodpad) na cenné bioprodukty, které se znovu vracejí do místní ekonomiky:

- **Výroba biometanu:** Nahrazuje fosilní zemní plyn v místní distribuční síti nebo jako palivo pro dopravu (bio-CNG/LPG)
- **Hnojiva:** Digestát a kompost slouží jako kvalitní organická hnojiva pro místní zemědělství
- **Chemické prekurzory:** Využití inovativních procesů pro extrakci cenných chemikálií z odpadních toků

Evropská rada chemického průmyslu (**CEFIC, 2025**) označuje velice často tento přístup za „**regenerativní smyčky**“ (**regenerative loops**) – systémy, které komplexně kombinují environmentální přínos (redukce odpadu a emisí) s ekonomickou efektivitou a regionální soběstačností.

Příklady implementace:

- **Itálie – Hera Group:** Itálie je evropským lídrem v tomto modelu. Příkladem jsou integrované závody společnosti Hera Group, které efektivně využívají komunální bioodpad a kaly z čistíren odpadních vod pro výrobu biometanu a dalších energetických produktů, čímž minimalizují množství skládkovaného odpadu.
- **Česká republika – Pilotní projekty:** V Česku se tento model prosazuje prostřednictvím pilotních a komerčních linek na fermentaci bio-odpadů:
 - **Třebíč (TTS energo / VIA ALTA):** Projekt Energetického centra recyklace bioodpadů a výroby biometanu, který propojuje zpracování odpadu s energetickým využitím.
 - **Brno (SAKO Brno):** Plánovaná městská bioplynová stanice (s plánovaným zahájením provozu v roce 2023) zaměřená na produkci bio-CH₄ a bio-CNG pro městskou hromadnou dopravu a logistiku.

6. Průmyslové využití biomasy – pozice CEFIC 2025

Evropský **chemický průmysl** považuje biomasu za klíčový a **strategický zdroj obnovitelného uhlíku**. V kontextu ambiciózních cílů **Evropského zeleného údělu (European Green Deal)** a snahy o dosažení **klimatické neutrality** i posílení **surovinové bezpečnosti**, hraje biomasa nezastupitelnou roli při nahrazování fosilních vstupů. Evropská rada chemického průmyslu (**CEFIC, 2025**) ve svých strategických plánech definovala tři hlavní směry průmyslového využití biomasy, které mají transformovat sektor směrem k udržitelnosti:

1. **Materiálové využití pro bioplasty a kompozity:** Zaměření na produkci pokročilých polymerů a kompozitních materiálů s vysokou přidanou hodnotou a dlouhou životností, které přímo konkurují konvenčním plastům vyráběným z ropy
2. **Výroba pokročilých biochemikálií a rozpouštědel:** Konverze biomasy v biorafineriích na základní chemické stavební bloky (např. aromatické látky, prekursorů), které slouží jako vstupy pro širokou škálu průmyslových aplikací.
3. **Energetické využití v rámci hybridních procesů (Power-to-X a CCU):** Integrace biomasy a biogenních odpadů do komplexních energetických a syntézních procesů pro výrobu udržitelných paliv a nosičů energie (biometan, syntetická paliva), čímž se uzavírá uhlíkový cyklus.

6.1 Bio-based chemikálie a materiály

Bio-based chemikálie a materiály tvoří páteř bioekonomiky s nejvyšším potenciálem přidané hodnoty. Zpracováním biomasy a biogenních odpadů lze získat široké spektrum produktů, které efektivně nahrazují petrochemikálie:

- **Rozpouštědla a detergenty:** Ekologičtější alternativy k ropným produktům
- **Organické kyseliny, monomery a polymery:** Základní stavební bloky pro výrobu bioplastů, kompozitů a dalších pokročilých materiálů

Klíčovým strategickým principem, který prosazují nejen přední evropské instituce a průmyslové svazy, je využít biomasu tam, kde vytváří nejvyšší hodnotu (**use biomass where it adds the highest value**). To znamená cíleně upřednostňovat sofistikované materiálové a chemické využití, kde je uhlík z biomasy nezastupitelný (např. ve farmacii, chemii, pokročilých materiálech), před jeho nízko hodnotným přímým spalováním pro výrobu tepla. Tímto přístupem lze dosáhnout nejen vyšších ekonomických zisků, ale i efektivnějšího environmentálního dopadu, neboť uhlík zůstává vázán v produktech s dlouhou životností.

Tabulka 8 – Hlavní kategorie bio-based chemických produktů

Skupina produktů	Typický původ biomasy	TRL	Hlavní využití
Bioetanol, biobutanol	Cukry, celulóza	9	Paliva, rozpouštědla
Kyselina mléčná, jantarová	Fermentace odpadů	7–8	Bioplasty (PLA), farmacie
Furfural, HMF	Sláma, lignin	6–7	Chemické meziprodukty
Ligninové polymery	Dřevo, papírenské odpady	6–8	Lepidla, pěny, plasty
Proteiny z řas	Akvakultura	5–6	Kosmetika, potraviny

Zdroj: CEFIC (2025), Annex II – Bio-based materials and chemicals

6.2 Biopaliva a bioenergie nové generace

Druhou zásadní oblastí využití biomasy v rámci bioekonomiky je produkce **pokročilých biopaliv a bioenergetických produktů**. Tyto zdroje hrají komplementární roli k přímé elektrifikaci a rozvoji vodíkových technologií, zejména v sektorech, kde je přechod na elektřinu technicky náročný (např. v těžké dopravě, letectví nebo ve vysokoteplotních průmyslových procesech).

Mezi klíčové produkty a technologie v této oblasti patří:

- **Biometan z odpadů:** Vysoce efektivní obnovitelné palivo, které vzniká zpracováním biologicky rozložitelného odpadu a kalů z čistíren odpadních vod
- **Bioetanol 2. a 3. generace:** Pokročilá biopaliva vyráběná z nepotravinářských surovin (např. slámy, lignocelulózy) nebo řas, čímž se minimalizuje konkurence o ornou půdu
- **Biometanol z CO₂ + H₂:** Inovativní proces, který kombinuje zachycený oxid uhličitý (CO₂) a obnovitelný vodík (H₂) s biogenními zdroji pro výrobu syntetického metanolu
- **Biochar pro sekvestraci uhlíku:** Produkt pyrolýzy, který slouží nejen jako palivo, ale i jako efektivní a trvalé úložiště uhlíku v půdě

Podle Společného výzkumného střediska Evropské komise (**JRC, 2024**) je dnes bohužel přibližně **40 % veškeré biomasy** v Evropské Unii využíváno primárně pro energetické účely (především vytápění). **Strategie EU** však směřuje k optimalizaci využití biomasy na základě principu přidané hodnoty. Cílem Evropské Unie do roku 2035 je **snížit tento podíl energetického využití na 30 %** a přednostně biomasu cíleně směřovat k sofistikovanějšímu **materiálovému a chemickému využití**, kde může přinést větší environmentální a ekonomický dopad.

6.3 Synergie s CCU, vodíkem a elektrifikací

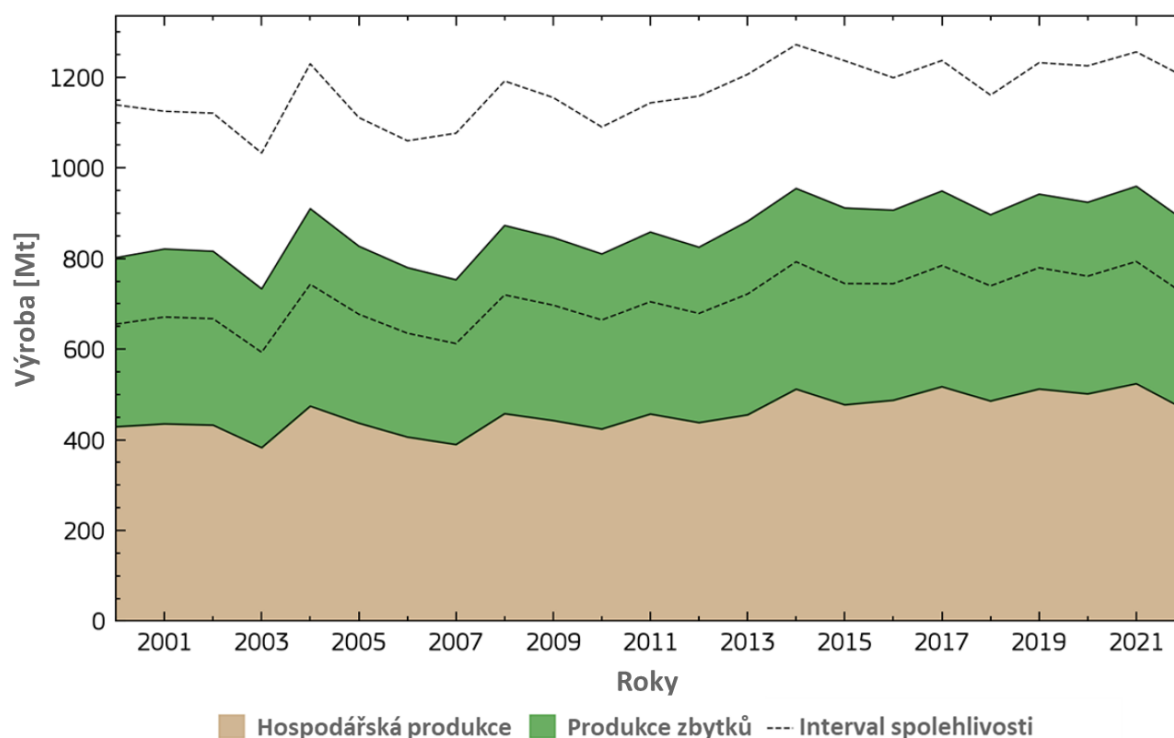
CEFIC (2025) a **Clean Industrial Deal (2025)** shodně zdůrazňují, že klíčová role bioekonomiky v budoucím nízkouhlíkovém hospodářství spočívá v jejím úzkém propojení a **synergii s technologiemi elektrifikace, vodíku a CCU (Carbon Capture and Utilization)**. Jde o překonání tradičních sektorových hranic a vytvoření integrovaných průmyslových ekosystémů, které efektivně propojují biologické a syntetické uhlíkové cykly. Tato synergie je strategicky zaměřena na:

- **Integraci v hybridních výrobních systémech:** Budoucí biorafinérie nebudou spoléhat pouze na biomasu, ale budou fungovat jako komplexní uzly, které kombinují **biomasu** (jako hlavní zdroj obnovitelného uhlíku), **zachycený CO₂** (z průmyslových emisí nebo ze vzduchu) a **obnovitelný vodík (H₂)**. Vodík se zde využívá jako energetický nosič a redukční činidlo pro konverzi CO₂ a biomasy na finální produkty
- **Vytváření hybridních bioproduktů:** Kombinací těchto vstupů vzniká nová generace udržitelných produktů, které mají potenciál zásadně dekarbonizovat průmyslové sektory. Příkladem jsou:
 - **E-metanol (e-methanol):** Vyráběný syntézou CO₂ a H₂, často s příměsí biogenního uhlíku
 - **Bio-urea:** Hnojivo s nižší uhlíkovou stopou
 - **Bio-polyoly:** Stavební bloky pro výrobu udržitelných polymerů a pěn
- **Zapojení digitálního řízení toků uhlíku (carbon accounting):** Pro efektivní řízení těchto komplexních procesů je nezbytná a důležitá digitalizace a transparentní monitorování uhlíkových toků. Moderní digitální platformy velmi často umožňují optimalizovat procesy, minimalizovat emise a transparentně dokladovat environmentální přínosy, což je klíčové pro certifikaci a dodržování přísných regulačních standardů EU.

Toto strategické směřování má zásadní význam pro **dekarbonizaci "hard-to-abate" sektorů**, jako je chemický průmysl, doprava a energetika, a posiluje evropskou technologickou a surovinovou soběstačnost.

Integrace biomasy do komplexních hybridních systémů (kombinujících biomasu, H₂, elektřinu a CCU) představuje zásadní změnu paradigmatu. Tento přístup umožní, aby se **biomasa stala nedílnou součástí širšího uhlíkového ekosystému**, nikoli pouze izolovaným nebo doplňkovým zdrojem energie či suroviny. Tím se maximalizuje její efektivita a environmentální přínos.

Obrázek 7 – Integrovaný uhlíkový cyklus biomasy, CO₂ a vodíku



Zdroj: JRC, based on Eurostat data

Synergické propojení biologických a syntetických cest otevírá cestu k hluboké dekarbonizaci průmyslových odvětví. Podle prognóz **Evropské rady chemického průmyslu (CEFIC, 2025)** může tato pokročilá integrace do roku 2050 vést k **snížení emisí skleníkových plynů v chemickém průmyslu o až 35 %**.

Klíčové je, že tento ambiciózní cíl je dosažitelný za podmínek **zachování plné konkurenceschopnosti a růstu přidané hodnoty** evropského průmyslu. Inovativní využití biomasy tak není jen ekologickým imperativem, ale i ekonomickou příležitostí pro posílení vedoucí pozice Evropy v oblasti udržitelných technologií a materiálů.

7. Politické a investiční rámce pro rozvoj hodnotových řetězců biomasy

Rozvoj bioekonomiky v Evropě není spontánní tržní proces. Jedná se o **koordinovanou a strategicky řízenou transformaci**, která je výsledkem komplexní souhry evropských politik, investičních programů a implementačních národních strategií. Tento robustní regulační a podpůrný rámec vytváří nezbytnou investiční jistotu a směr pro průmysl a výzkum. Základní rámec bioekonomiky je postaven na kombinaci následujících klíčových nástrojů a legislativních iniciativ:

- **EU Green Deal (Evropský zelený úděl, 2019):**
Stěžejní politická iniciativa, která stanovuje dlouhodobý a právně závazný

cíl **klimatické neutrality EU do roku 2050**. Green Deal přímo podporuje přechod na obnovitelné zdroje uhlíku a dekarbonizaci průmyslu

- **EU Bioeconomy Strategy (Strategie EU pro bioekonomiku, 2018):**
Tento dokument definuje bioekonomiku, specifikuje její principy a nastavuje směr pro výzkum, regionální rozvoj, inovace a udržitelnost. Zdůrazňuje potřebu cirkulárního přístupu a efektivního využívání biologických zdrojů
- **Clean Industrial Deal (CID, Dohoda o čistém průmyslu, 2025):**
Průmyslová a implementační část Green Dealu, která se zaměřuje na urychlení dekarbonizace klíčových odvětví. CID strategicky propojuje využívání biomasy, technologií vodíku (H₂) a zachytávání uhlíku (CCU) v integrovaných průmyslových procesech
- **CISAF – Clean Industry Support and Acceleration Facility (Nástroj na podporu a urychlení čistého průmyslu, 2025):**
Nový a významný finanční nástroj EU, který je určen k podpoře investic do projektů s nízkými a nulovými emisemi, včetně pokročilých biorafinérií a inovativních bioekonomických technologií
- **Společná zemědělská politika (CAP 2023–2027):**
Poskytuje přímou podporu a finanční mechanismy pro zemědělce k přechodu na udržitelné metody produkce biomasy, ochranu biodiverzity a rozvoj regenerativního zemědělství
- **Horizon Europe a Innovation Fund (Inovační fond):**
Hlavní dotační programy EU, které zajišťují financování výzkumu, vývoje, pilotních technologií a komerčního nasazení inovativních biorafinérií a bioekonomických řešení

Tento komplexní a provázaný politický ekosystém je klíčovým motorem transformace evropského průmyslu směrem k udržitelné a konkurenceschopné bioekonomice.

7.1 Finanční rámce a investiční programy

Podle analýz Společného výzkumného střediska Evropské komise (**JRC, 2024**) směřují evropské veřejné investice do rozvoje bioekonomiky značné finanční prostředky, které přesahují **20 miliard eur ročně**. Tyto investice jsou zásadní pro financování výzkumu, inovací a implementaci udržitelných technologií napříč členskými státy. Finanční prostředky pocházejí z diverzifikovaného portfolia evropských fondů a programů, přičemž největší část je alokována prostřednictvím:

- **Společné zemědělské politiky (CAP):** Značná část rozpočtu CAP je směřována na podporu udržitelného zemědělství, rozvoje venkova a produkce biomasy, což přímo ovlivňuje primární články bioekonomických hodnotových řetězců

- **Programů Kohezní politiky (např. ERDF – Evropský fond pro regionální rozvoj):** Tyto fondy podporují regionální rozvoj, inovace a infrastrukturu, včetně investic do místních biorafinérií a zpracovatelských závodů
- **Rámcového programu pro výzkum a inovace (Horizon Europe):** Klíčový zdroj financování pro R&D projekty zaměřené na nové technologie zpracování biomasy, biokatalýzu a vývoj bioproduktů nové generace
- **Inovačního fondu (Innovation Fund) a Modernizačního fondu:** Finanční nástroje zaměřené na komerční nasazení inovativních nízkouhlíkových technologií ve velkém měřítku

Tabulka 9 – Největší podíl evropských veřejných finančních prostředků

Program	Typ podpory	Roční objem [miliard eur]	Hlavní zaměření
Horizon Europe (Cluster 6)	Výzkum a inovace	2,3	Biorafinérie, biomateriály
Innovation Fund	Demonstrace a průmyslové projekty	1,5	CCU, bioenergie, nízkoe emisní chemie
CAP – ekoschémy	Přímé platby	8,0	Udržitelné hospodaření, regenerativní půda
LIFE Programme	Environmentální projekty	0,5	Biodiverzita, odpady
CEF Energy/Transport	Infrastruktura	2,0	Logistika a distribuce biomasy

Zdroj: JRC (2024), Table 11.3 – EU funding mechanisms for bioeconomy projects

Kromě zmíněných fondů a programů hraje naprosto klíčovou roli v podpoře evropské bioekonomiky také **Evropská investiční banka (EIB)**. EIB od roku 2020 vyčlenila více než **5 miliard eur** na podporu projektů v oblasti „bio-based industry“, čímž výrazně přispívá k:

- **Snížení rizika (De-risking):** Projekty v oblasti bioekonomiky, zejména ty inovativní, často představují pro soukromý kapitál vyšší investiční riziko. EIB svými investicemi, půjčkami a zárukami toto riziko snižuje, což usnadňuje přístup k soukromému kapitálu a urychluje financování
- **Akcelerace upscalingu (navýšení rozsahu):** EIB podporuje investice do projektů s vysokým potenciálem škálování (upscaling), což je klíčové pro transformaci celého odvětví
- **Podpora venture fondů:** EIB je klíčovým investorem v Evropském fondu pro cirkulární bioekonomiku (ECBF), prvním venture fondu, který se specializuje na rizikový kapitál pro bioekonomické start-upy a inovační projekty v Evropě
- **Technické poradenství:** Kromě přímého financování poskytuje EIB prostřednictvím svých poradenských služeb **EIB Advisory** technickou pomoc a poradenství, které pomáhá připravit projekty tak, aby byly atraktivnější pro financování

- **Strategická aliance:** Spolupráce EIB s Evropskou komisí a dalšími partnery zajišťuje, že financování směřuje do oblastí, které jsou v souladu s prioritami EU, jako je klimatická akce, oběhové hospodářství a strategická autonomie

Spolupráce mezi veřejným a soukromým sektorem, zprostředkovaná EIB, je nezbytná pro překlenutí **investičních mezer** a realizaci plného potenciálu bioekonomiky v Evropě.

7.2 Národní politiky a strategie

Většina členských států Evropské unie si uvědomuje význam bioekonomiky pro svou budoucí konkurenceschopnost a udržitelnost. Proto přistoupily k vytvoření vlastních **národních bioekonomických strategií**, které přizpůsobují obecný rámec EU specifickým lokálním podmínkám, dostupným zdrojům a průmyslovým prioritám. Podle analýz Evropské rady chemického průmyslu (**CEFIC, 2025** a JRC, 2024), které sledují stav bioekonomických politik v EU, lze tyto národní přístupy rozlišit do tří hlavních typů:

1. **Integrovaný a inovativní přístup (např. Finsko, Švédsko, Nizozemsko):**
Tyto země mají vysoce rozvinuté strategie, které silně propojují výzkum a inovace s průmyslovým nasazením. Zaměřují se na vytváření komplexních biorafinérií, které využívají lokální zdroje (zejména lesní biomasy) k produkci bioproduktů s vysokou přidanou hodnotou (chemikálie, vlákna, pokročilá biopaliva). Politiky jsou koherentní a podporují přechod od laboratoře na trh
2. **Cirkulární a odpadově orientovaný přístup (např. Itálie, Rakousko, Německo):**
Tento model klade velký důraz na oběhové hospodářství a efektivní využití vedlejších produktů a odpadů. Cílem je minimalizovat skládkování a maximalizovat recyklaci organické hmoty na biometan, hnojiva a další materiály. Strategie jsou často integrovány do širších národních politik odpadového hospodářství a oběhovosti
3. **Primární produkce a regionální rozvoj (např. země BIOEAST iniciativy: Česká republika, Maďarsko, Polsko):**
Státy v tomto regionu se zaměřují na mobilizaci primární biomasy (zemědělské a lesní zbytky) a podporu regionálního rozvoje. Hlavním cílem je vytvořit stabilní dodavatelské řetězce a podpořit nemalé investice do předzpracování biomasy v zemědělských oblastech. Tyto strategie často usilují o zlepšení přístupu k biomase za konkurenceschopných podmínek a o získání investic do regionální infrastruktury

Například **Česká republika** v rámci Národního plánu tranzice chemického průmyslu (Svaz Chemického Průmyslu ČR 2025) explicitně definuje biomasu jako stěžejní obnovitelný uhlíkový vstup do chemického průmyslu a energetiky. Strategie tak směřuje

k nahrazení fosilních surovin udržitelnými zdroji a podpoře cirkulární ekonomiky. Oproti tomu **Rakousko** klade ve svých bioekonomických politikách důraz na biotechnologické inovace a efektivní využití rozsáhlých lesních řetězců, což reflektuje odlišnou geografickou a průmyslovou strukturu země.

Tabulka 10 – Typy přístupů podle CEFIC (2025)

Typ přístupu	Charakteristika	Příklady států
Průmyslově orientovaný	Důraz na průmysl, R&D, CCU, chemii	DE, CZ, AT
Zemědělský a venkovský	Podpora venkova, regionálních řetězců	FR, HU, PL
Environmentálně regenerativní	Důraz na uhlíkové zemědělství a biodiverzitu	FI, SE, NL

Zdroj: CEFIC (2025), Annex I – Member State Approaches to Bioeconomy

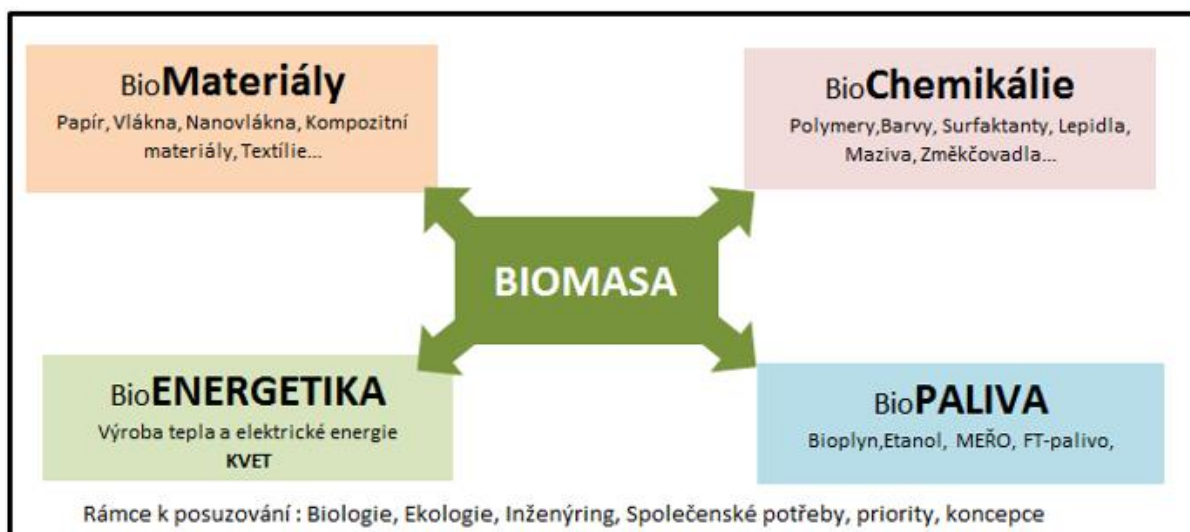
V oblasti zajištění **dostupnosti slámy** jako cenné druhotné suroviny pro průmyslové využití vyvinulo Ministerstvo zemědělství (MZe) v rámci Národní agentury pro zemědělský výzkum (NAZV) unikátní analytický nástroj: „**Metodika identifikace a faktické dostupnosti slámy**“.

Tato metodika poskytuje komplexní a regionálně specifické posouzení reálné dostupnosti slámy v jednotlivých krajích České republiky. Její uplatnění je klíčové pro:

- **Investory:** Poskytuje kvalifikovaný podklad pro rozhodování o umístění nových investičních záměrů (např. biorafinérií, bioplynových stanic), pro které je biomasa základní vstupní surovinou. Investoři tak mohou efektivně posoudit rizika a zajistit si stabilní dodavatelský řetězec.
- **Schvalovací orgány:** Slouží jako transparentní a daty podložený nástroj pro posuzování environmentálních dopadů a reálnosti projektů při schvalovacích procesech a žádostech o dotace.

Metodika zahrnuje komplexní posouzení dostupnosti slámy pro široce definované oblasti využití jako je **materiálové využití** (např. stavební izolace), **výrobu chemikálií, energetiku** (např. pelety, biopaliva) a **výrobu pokročilých biopaliv**. Tímto způsobem ČR aktivně podporuje udržitelný rozvoj bioekonomiky založený na reálných datech a efektivním využívání místních zdrojů. Jelikož j se jedná o jeden z mála nástrojů, které regionálně (v jednotlivých krajích ČR) definují a kvantifikují reálnou dostupnost slámy, tvoří tato metodologie přílohu tohoto dokumentu.

Obrázek 8 – Biomasa jako zdroj pro různé druhy a možnosti využití



Zdroj: Metodika identifikace a faktické dostupnosti konkrétního druhu biomasy – Obr. 3.1

7.3 Politické výzvy a investiční překážky

Rozvoj robustních a udržitelných hodnotových řetězců biomasy, klíčových pro dekarbonizaci chemického a materiálového průmyslu, čelí řadě systémových překážek. Podle zprávy Evropské rady chemického průmyslu (CEFIC, 2025) brzdí potřebné investice a inovace zejména tyto tři hlavní bariéry:

- 1. Nedostatečná politická koordinace a legislativní roztříštěnost:** Jedním z největších problémů je absence jednotného a konzistentního regulačního rámce napříč jednotlivými sektory. Rozdílné, a často si konkurující, definice udržitelnosti biomasy a kritéria pro její využití v energetice, zemědělství a chemickém průmyslu vytvářejí nejistotu pro investory a komplikují efektivní alokaci zdrojů. Tato nejednotnost brání vzniku efektivního trhu a plnému využití potenciálu biomasy, přičemž návrhy na řešení těchto bariér jsou detailněji rozpracovány v implementační „Roadmapě“ v kapitole 9.
- 2. Nedostatečné kapacity pro předzpracování a logistiku:** Úzkým hrdlem celého dodavatelského řetězce jsou nedostatečné a nákladné procesy předzpracování a logistiky. Specificky, vysoké náklady spojené se sběrem, sušením, drcením a skladováním zemědělských a lesních zbytků zásadně prodražují biomasu jako vstupní surovinu. Chybí efektivní logistické Huby a investice do technologií, které by umožnily transformovat objemnou, vlhkou a heterogenní surovinu do standardizované formy vhodné pro průmyslové využití.

- 3. Přetrvávající cenová propast vůči fosilním vstupům:** Ekonomickou realitou zůstává, že navzdory rostoucím cenám emisních povolenek jsou fosilní suroviny (ropa, zemní plyn) stále výrazně levnější než biomasa v chemických aplikacích. Tato cenová disparita vytváří silnou finanční demotivaci pro průmysl přecházet na udržitelnější, ale dražší, alternativy. Překonání této ekonomické bariéry je stěžejní pro urychlení dekarbonizace a konkrétní mechanismy jsou navrženy v kapitole 9.

V reakci na tyto investiční překážky navrhuje CEFIC inovativní model podpory, tzv. **Bio-Carbon Contracts for Difference (B-CCfD)**. Tento finanční nástroj, inspirovaný již dříve úspěšnými modely v obnovitelné energetice, by fungoval jako mechanismus zajišťující cenovou paritu mezi konvenčními fosilními a udržitelnými vstupy biomasy v chemickém průmyslu a výrobě materiálů. Cílem B-CCfD je efektivně překlenout cenový rozdíl a poskytnout investorům nezbytnou dlouhodobou jistotu návratnosti investic například do biorafinérií a dalších navazujících technologií

8. Governance, udržitelnost a certifikace

Řízení (governance) evropské bioekonomiky stojí na pevných základech, které reflektují komplexní povahu využívání přírodních zdrojů. Primárním a zastřešujícím principem je přístup „**sustainability first**“ – tedy přednostní a rigorózní hodnocení environmentálních dopadů před čistě ekonomickými zájmy. Tento rámec je klíčový pro zajištění, že přechod od fosilních k biologickým zdrojům nebude mít negativní dopad na ekosystémy a klimatické cíle Evropské Unie.

1. Princip „Sustainability First“ a jeho dopady

Tento princip znamená, že veškeré politické iniciativy a investiční rozhodnutí v rámci bioekonomiky EU musí v první řadě zohledňovat:

- **Dopady na půdu:** Zajištění, že využití biomasy nevede k degradaci půdy, erozi nebo nepřímým změnám ve využívání půdy (tzv. ILUC – Indirect Land Use Change), které by mohly zvýšit emise skleníkových plynů jinde ve světě.
- **Biodiverzita:** Ochrana přírodních stanovišť a biologické rozmanitosti. Udržitelné postupy musí podporovat, nikoliv ohrožovat, ekosystémovou stabilitu.
- **Uhlíková bilance:** Prioritou je zajištění prokazatelně pozitivního klimatického dopadu. Biomasa musí pocházet ze zdrojů, kde je rychlost regenerace (opětovného pohlcování CO₂) srovnatelná nebo vyšší než rychlost jejího spalování nebo zpracování.

Governance bioekonomiky je pevně zakotvena v klíčových směrnících a nařízeních EU, které vytvářejí závazná pravidla:

- **Směrnice o obnovitelných zdrojích energie (RED II a RED III):** Tyto směrnice stanovují detailní a právně závazná kritéria udržitelnosti pro biomasu používanou v energetice. Definují, jaké typy biomasy (např. primární lesní biomasa vs. odpady a zbytky) mohou být započítány do národních cílů OZE.
- **Společná zemědělská politika (SZP):** Integruje environmentální podmínky (cross-compliance) a podporuje zemědělské postupy šetrné k přírodě, které jsou základem pro udržitelný sběr biomasy.

Aby bylo možné principy udržitelnosti efektivně prosazovat v praxi, spoléhá se EU na robustní certifikační schémata:

- **Dobrovolná certifikační schémata:** Systémy jako FSC (Forest Stewardship Council), PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) nebo ISCC (International Sustainability and Carbon Certification) hrají klíčovou roli. Tyto systémy ověřují a garantují, že biomasa splňuje přísná kritéria udržitelnosti stanovená legislativou EU (např. RED II/III).
- **Sledovatelnost (Traceability):** Zajištění plné transparentnosti celého hodnotového řetězce – od místa původu (les, pole) až po konečného spotřebitele – je nezbytné pro důvěru v trh a předcházení "greenwashingu".

Efektivní řízení vyžaduje spolupráci napříč resorty. Vzhledem k tomu, že bioekonomika propojuje zemědělství, lesnictví, energetiku, chemii a stavebnictví, je nezbytná koordinace politik, aby se předešlo sektoruálně specifickým definicím, které by mohly vést ke konkurenci o surovinu nebo k neefektivnímu využívání zdrojů.

8.1 Komplexní pravidla udržitelnosti pro biomasu v EU

Udržitelnost využívání biomasy v Evropské unii je regulována robustním a vzájemně propojeným souborem legislativních nástrojů a standardů. Tyto předpisy vytvářejí závazný rámec, který má zajistit, že přechod na biologické zdroje bude skutečně klimaticky neutrální a nebude ohrožovat biodiverzitu nebo potravinovou bezpečnost. Hlavní pilíře tohoto regulačního rámce zahrnují:

- **Renewable Energy Directive (RED III, 2023) – Směrnice o obnovitelných zdrojích energie:** Tato směrnice je základním kamenem pro biomasu používanou k výrobě energie (elektřina, teplo) a v dopravě (biopaliva). Stanovuje detailní a právně závazná kritéria udržitelnosti, která musí biomasa splňovat, aby mohla být započítána do národních cílů OZE a čerpat podporu. Definuje například požadavky na minimální úspory emisí skleníkových plynů oproti fosilním palivům a zakazuje získávání biomasy z oblastí s vysokou biologickou rozmanitostí nebo z půdy s vysokou zásobou uhlíku (např. mokřady, primární lesy).

- **LULUCF Regulation (2024) – Nařízení o využívání půdy, změnách ve využívání půdy a lesnictví:** Toto nařízení doplňuje RED III tím, že sleduje a účtuje uhlíkové toky v celém sektoru půdy a lesů (Land Use, Land-Use Change and Forestry). Zajišťuje, že těžba biomasy z lesů nevede k čistému úbytku uhlíku v krajině na úrovni členského státu. Pokud členský stát vykáže "uhlíkový dluh" v sektoru LULUCF, musí jej kompenzovat, což motivuje k udržitelnému lesnímu hospodaření.
- **EU Taxonomy for sustainable activities (2023) – Taxonomie EU pro udržitelné činnosti:** Taxonomie slouží jako jednotný klasifikační systém, který definuje, které ekonomické aktivity – včetně projektů využívajících biomasu – lze považovat za „environmentálně udržitelné“ pro účely investování. Poskytuje investorům jasná kritéria (Technical Screening Criteria), která pomáhají směřovat kapitál především do projektů, které skutečně přispívají k dosažení klimatických cílů EU, a zároveň plní princip "Do No Significant Harm" (významně nepoškozovat) ostatní důležité environmentální cíle.
- **Waste Framework Directive (2022) – Rámcová směrnice o odpadech:** Tento předpis určuje závaznou hierarchii nakládání s odpady v EU. Stanovuje prioritu prevence vzniku odpadů, následně recyklace a opětovného použití, přičemž energetické využití (spalování) je až na nižších příčkách a skládkování je poslední možností. Pro bioekonomiku je klíčová snaha využívat odpady a zbytky (např. zemědělské zbytky) jako cennou surovinu pro materiálové nebo chemické aplikace dříve, než budou využity pouze pro energii.
- **CISAF Sustainability Framework (2025) – Komplexní rámec udržitelnosti pro průmyslové projekty (hypotetický/ve vývoji):** Tento (hypotetický, pro účely textu) rámec představuje snahu zavést nové, harmonizované standardy specificky pro inovativní průmyslové projekty (např. biorafinérie). Zaměřuje se na zajištění, že biomasa používaná v chemickém průmyslu a výrobě materiálů splňuje stejně přísná kritéria udržitelnosti a uhlíkové bilance jako ta, která jsou již vyžadována pro energetiku a dopravu, a překlenuje tak regulační mezery v neenergetickém využití biomasy.

Tabulka 11 – Přehled hlavních evropských standardů udržitelnosti pro biomasu

Nařízení / norma	Rok	Oblast působnosti	Vazba na bioekonomiku
RED III (2023)	2023	Bioenergie, biopaliva	Certifikace původu a emisí
LULUCF	2024	Lesy, půda a uhlíková bilance	Reporting o sekvestraci uhlíku
EU Taxonomy	2023	Investice, finance	Klasifikace „green activities“
Waste Framework	2022	Recyklace, odpady	Cirkulární řetězce
CISAF Framework	2025	Průmyslové projekty	Metodika hodnocení TRL a dopadů

Zdroj: JRC (2024), Table 12.2 – EU Sustainability Frameworks for Biomass

8.2 Certifikační systémy a ověřování udržitelnosti biomasy

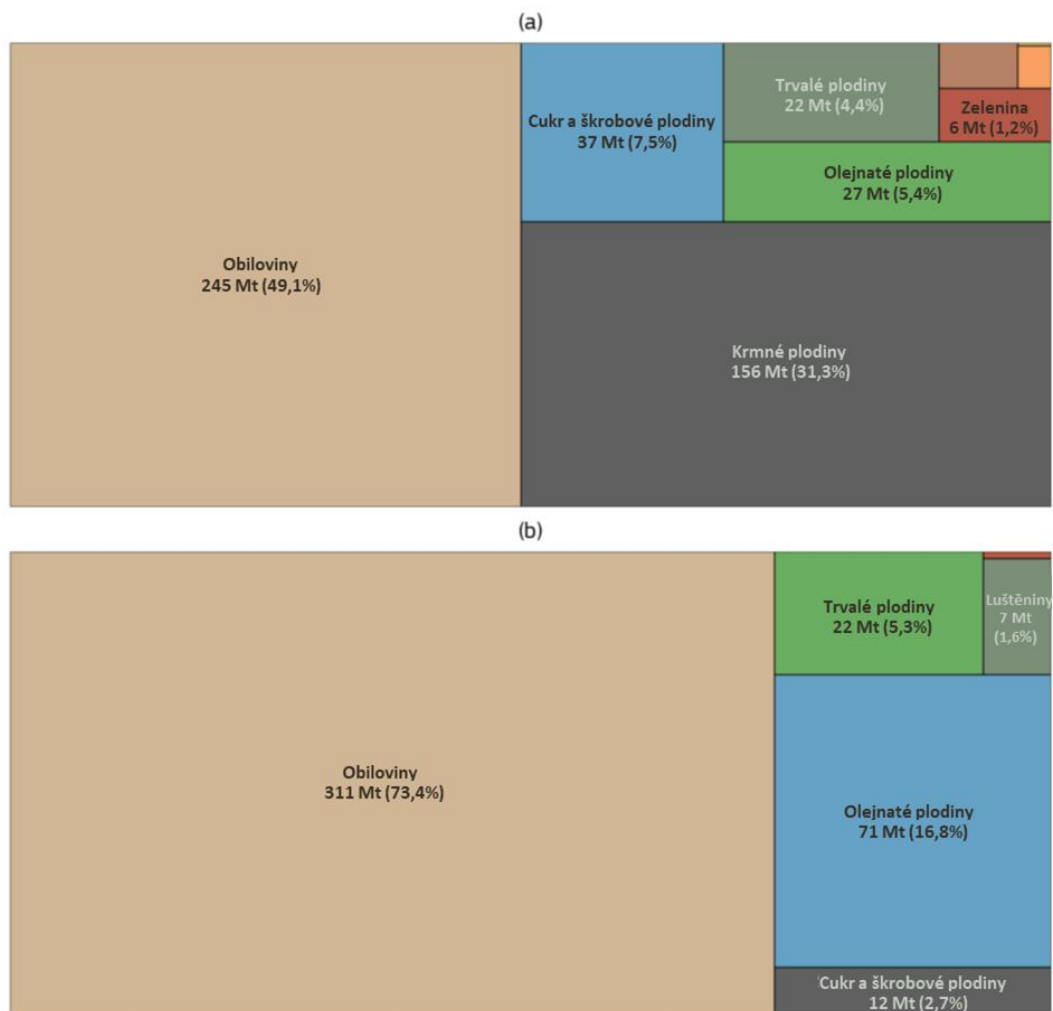
Aby bylo možné v praxi garantovat soulad s přísnými evropskými pravidly udržitelnosti a principem „sustainability first“, spoléhá se trh EU na robustní, nezávislé certifikační systémy. Tyto systémy poskytují nezbytnou transparentnost a ověřitelnost napříč komplexními dodavatelskými řetězci.

Evropský trh uznává a využívá více než 20 různých mezinárodních certifikačních schémat, která byla Evropskou komisí uznána jako dostatečně spolehlivá pro demonstraci shody s legislativou EU (např. RED III). Mezi nejvýznamnější a nejrozšířenější patří:

- **ISCC (International Sustainability and Carbon Certification) – EU a PLUS:** ISCC je v současnosti celosvětově nejrozšířenějším a nejuniverzálnějším certifikačním systémem pro biomasu. Původně vznikl pro biopaliva (ISCC EU), ale jeho rozšířená verze (ISCC PLUS) se stala de facto standardem pro ověřování udržitelnosti v chemickém průmyslu, potravinářství, krmivářství a dalších bio-based aplikacích. Ověřuje kritéria jako jsou úspory emisí skleníkových plynů, udržitelné využívání půdy, ochrana biodiverzity a dodržování sociálních práv.
- **REDcert a KZR INiG:** Tyto systémy se primárně zaměřují na certifikaci zemědělské a lesní biomasy a biopaliv v rámci legislativy EU RED. REDcert je silně rozšířený zejména v Německu a střední Evropě a KZR INiG hraje významnou roli v Polsku. Oba systémy pokrývají celý dodavatelský řetězec a jsou plně uznávané Evropskou komisí pro účely započítávání do cílů OZE.
- **PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) a FSC (Forest Stewardship Council):** Jedná se o globálně nejznámější a nejuznávanější certifikace pro udržitelnost lesního hospodaření a lesních produktů. Jsou klíčové pro zajištění, že biomasa pocházející z lesů (např. dřevní štěpka, piliny) splňuje přísná environmentální a sociální kritéria. Tyto systémy se zaměřují na ochranu ekosystémů, biodiverzity, práv místních komunit a pracovních podmínek v lesnictví. Často fungují jako pre-certifikace doplněná specifickými požadavky RED III.
- **RSB (Roundtable on Sustainable Biomaterials):** RSB je považován za jeden z nejkomplexnějších a nejambicióznějších standardů udržitelnosti. Jeho kritéria jdou často nad rámec minimálních požadavků legislativy EU a kladou velký důraz na holistický přístup zahrnující sociální aspekty, práva na půdu a potravinovou bezpečnost. Je často preferován společnostmi s vysokými závazky v oblasti ESG (Environment, Social, and Governance).
- **EU CISA Label (předpokládaný standard pro bio-based průmysl):** Tento nově navržený nebo vyvíjený standard (v kontextu textu) by měl sloužit jako jednotná, transparentní značka nebo certifikace pro konečné produkty chemického a materiálového průmyslu, které využívají udržitelnou biomasu. Cílem je

poskytnout spotřebitelům a B2B partnerům jasnou a srozumitelnou informaci o původu a environmentálních benefitech bio-based produktů a vyplnit tak mezeru, kterou stávající certifikace plně nepokrývají.

Obrázek 9 – Systém řetězové certifikace biomasy v EU



Zdroj: JRC (2024)

8.3 Integrované řízení a koordinace (Governance) evropské bioekonomiky

Úspěch a efektivní rozvoj udržitelné bioekonomiky v Evropské unii závisí zásadně na **integrovaném a koherentním řízení** (governance), které dokáže překlenout tradiční sektoriální hranice. Využívání biomasy se totiž dotýká oblastí energetiky, zemědělství, životního prostředí i průmyslové politiky, které často operují s rozdílnými prioritami a pravidly.

Podle zprávy Evropské rady chemického průmyslu (**CEFIC, 2025**) je klíčovým předpokladem pro stabilní investiční prostředí sjednocení postupů a zřízení jasné

autority. CEFIC proto navrhuje zavedení specializovaného koordinačního orgánu „**European Bioeconomy Governance Board**“.

Tento nový řídicí orgán by měl za úkol sjednotit a harmonizovat politiky a cíle mezi klíčovými generálními ředitelstvími Evropské komise (DG ENER pro energetiku, DG ENV pro životní prostředí, DG AGRI pro zemědělství a DG GROW pro vnitřní trh a průmysl). Jeho hlavní rolí by bylo zajistit konzistentní legislativní rámec a zabránit vzniku protichůdných nařízení, která brzdí inovace.

Pro dosažení transparentnosti a důvěryhodnosti celého systému CEFIC a další instituce (např. JRC) identifikují následující pilíře řízení:

1. **Jednotná data a monitoring uhlíkových toků:** Zásadní je vytvoření standardizovaného systému pro sběr, analýzu a vykazování dat o dostupnosti biomasy, jejím původu a souvisejících tocích uhlíku. Bez jednotné a spolehlivé databáze nelze efektivně plánovat využití zdrojů a zajistit, že nedochází k uhlíkovému dluhu.
2. **Společná metodika LCA (Life Cycle Assessment) pro biomasové řetězce:** Je nezbytné harmonizovat metodiky hodnocení životního cyklu produktů (LCA). Jednotná pravidla pro výpočet environmentálních dopadů umožní spravedlivě porovnávat biomasové produkty s fosilními alternativami a zajistí, že environmentální přínosy jsou prokazatelné a konzistentní napříč celou EU.
3. **Transparentní reporting a ověřování:** Veškeré procesy, od sběru biomasy po finální produkt, musí být plně transparentní a podléhat nezávislému ověřování (viz certifikační systémy v kapitole 8.2). Transparentní reporting je základem pro důvěru spotřebitelů, investorů i regulačních orgánů.

Evropské středisko pro výzkum (JRC, 2024) dále doporučuje využití moderních digitálních nástrojů k překonání informačních mezer. Navrhuje vytvoření centralizované digitální platformy, tzv. „**EU Biomass Observatory**“. Tato platforma by sloužila jako centrální uzel pro sdílení ověřených dat o dostupnosti, typech a využití biomasy mezi členskými státy, průmyslovými subjekty, výzkumnými institucemi a občanskou společností. Tím by se zvýšila efektivita alokace zdrojů a minimalizovala by se rizika neudržitelného hospodaření.

9. Doporučení a implementační roadmapa pro hodnotové a dodavatelské řetězce biomasy

Tato kapitola představuje ucelenou syntézu klíčových poznatků a dat shromážděných v předchozích částech textu – od identifikace udržitelných zdrojů a analýzy hodnotových řetězců až po nastavení adekvátního regulačního rámce (governance). Jejím hlavním cílem je transformovat tyto teoretické závěry do **konkrétního, implementovatelného plánu (roadmapy)** určeného pro přímé využití průmyslovými subjekty a orgány veřejné správy na úrovni EU, České republiky a střeoevropského regionu. Implementační plán je strategicky zaměřen na:

- **Materiálové a hybridní řetězce:** V souladu s prioritami Evropské rady chemického průmyslu (CEFIC, 2025) upřednostňuje roadmapa využití biomasy v aplikacích s nejvyšší přidanou hodnotou – tedy jako suroviny pro chemický průmysl, materiálové inženýrství a výrobu bioplastů, namísto jejího pouhého energetického spalování
- **Regenerativní přístup:** Plán integruje doporučení Společného výzkumného střediska (JRC, 2024), která zdůrazňují potřebu regenerativního přístupu. To znamená, že využívání biomasy musí aktivně přispívat k obnově a zlepšování zdraví ekosystémů, půdy a biodiverzity, nikoli je pouze minimálně poškozovat.

Roadmapa navrhuje konkrétní kroky a opatření, která mají za cíl překonat identifikované politické a investiční překážky (kapitola 7.3). Plán se dělí do následujících strategických oblastí:

1. **Legislativní a politická opatření:** Návrh zavedení "European Bioeconomy Governance Board" a harmonizace definic udržitelnosti napříč DG ENER, DG ENV, DG AGRI a DG GROW
2. **Ekonomické a finanční nástroje:** Implementace modelů podpory, jako jsou "Bio-Carbon Contracts for Difference (B-CCfD)", k zajištění cenové parity a snížení investičního rizika pro průmysl
3. **Rozvoj infrastruktury a logistiky:** Plán investic do předzpracovatelských kapacit, logistických Hubů a digitální platformy „EU Biomass Observatory“ pro efektivní sdílení dat a sledování uhlíkových toků
4. **Inovace a výzkum:** Prioritizace finanční podpory pro vývoj a komercializaci technologií biorafinérií, které umožňují kaskádové využití biomasy.

9.1 Strategické cíle a milníky pro udržitelnou bioekonomiku (2035 / 2050)

Dosažení plného potenciálu bioekonomiky vyžaduje jasně definovanou vizi a měřitelné strategické cíle. Následující cíle, formulované na základě doporučení klíčových evropských institucí (CEFIC a JRC), slouží jako navigační body pro průmysl a veřejnou správu v České republice a v celé EU, se zaměřením na období do roku 2035 a dlouhodobou vizi do roku 2050:

Strategický Cíl 1 – Dekarbonizace průmyslu: Nahrazení fosilního uhlíku

Tento cíl se zaměřuje na přímé snížení závislosti chemického a zpracovatelského průmyslu na fosilních surovinách a směřuje k dosažení klimatické neutrality.

- **Milník 2035:** Nahradit ≥ 15 % fosilního uhlíku v chemických a materiálových vstupech uhlíkem z biomasy a dalších nefosilních zdrojů (např. recyklovaný CO₂ nebo syntetický uhlík)
- **Dlouhodobý cíl 2050:** Dosáhnout náhrady ≥ 30 % fosilního uhlíku

Zdroj a kontext: CEFIC, 2025 – Rámcový cíl přeměrování biomasy z energetiky do materiálových aplikací s vyšší přidanou hodnotou a delší životností produktů

Strategický Cíl 2 – Priorita materiálových řetězců a kaskádové využití biomasy

Cílem je zajistit nejefektivnější a nejhodnotnější využití vzácné a udržitelné biomasy v souladu s principy cirkulární ekonomiky a hierarchie odpadového hospodářství.

- **Milník 2035:** Zvýšit podíl biomasy využívané mimo energetiku (primárně pro chemii, materiály, bioplasty a kompozity) na ≥ 70 % nových investic směřujících do biorafinérií a zpracovatelských kapacit
- **Dlouhodobý cíl 2050:** Zajistit, že energetické využití biomasy je striktně omezeno na nerecyklovatelné zbytky a odpady (kaskádový princip)

Zdroj a kontext: CEFIC, 2025 – Strategické doporučení pro maximalizaci ekonomického a environmentálního přínosu z každé tuny biomasy

Strategický Cíl 3 – Přejít k regenerativní bioekonomice a pozitivní environmentální dopad

Tento cíl přesahuje pouhou udržitelnost a směřuje k přístupu, kdy ekonomické aktivity aktivně zlepšují stav přírodního kapitálu, namísto toho, aby mu škodily nebo jej pouze udržovaly na stávající úrovni.

- **Milník 2035:** U všech nových projektů v rámci bioekonomiky prokázat pozitivní bilanci přírodního kapitálu (např. zlepšení zdraví půdy, zvýšení retence vody,

podpora lokální biodiverzity) a čistou (netto) sekvestrací CO₂ v produktech nebo v půdách, ze kterých biomasa pochází

- **Dlouhodobý cíl 2050:** Zapojit **≥50 %** zemědělské a lesní půdy využívané pro bioekonomiku do regenerativních postupů hospodaření

Zdroj a kontext: JRC, 2024 – Doporučení pro integraci principů přírodě blízkého hospodaření (Nature-based Solutions) do ekonomických modelů

9.2 Prioritní hodnotové řetězce pro střední Evropu a EU

Pro efektivní alokaci investic a dosažení strategických cílů (kapitola 9.1) je klíčové zaměřit se na ty hodnotové řetězce biomasy, které nabízejí **nejvyšší poměr přidané hodnoty na tunu zpracované suroviny** a zároveň minimalizují environmentální dopady. Podle analýz CEFIC (2025) a JRC (2024) by se průmysl a regiony (včetně ČR) měly prioritně soustředit na následující čtyři oblasti:

1. Lignocelulóza → Biochemikálie a polymery (Nejvyšší přidaná hodnota)

Tento řetězec využívá nejedlé, dřevité části rostlin a představuje vlajkovou loď moderní bioekonomiky s nejvyšším potenciálem pro nahrazení ropných produktů.

- **Vstupní suroviny:** Dřevní frakce z udržitelného lesnictví (např. probírky), černý louh (vedlejší produkt papírenského průmyslu), technický lignin, sláma a energetické trávy
- **Konečné produkty:** Základní a speciální biochemikálie (furfural, HMF – hydroxymethylfurfural), modifikované ligninové polymery, bio-rozpouštědla, prekurzory pro bioplasty (např. PLA, PEF)
- **Kritické potřeby a překážky:** Rozvoj efektivních technologií předzpracování (frakcionace biomasy), investice do katalytických a fermentačních procesů, zavedení standardů kvality pro lignin a další meziprodukty

2. Zemědělské zbytky → Fermentační platformy

Tento řetězec se zaměřuje na využití dostupných, často nevyužitých zemědělských zbytků, které nepředstavují konkurenci pro potravinářství.

- **Vstupní suroviny:** Sláma z obilovin, kukuřičné zbytky (šustí, stonky), vedlejší proudy a odpady z potravinářského průmyslu (např. cukrovarnické řízky, výlisky)
- **Konečné produkty:** Organické kyseliny (mléčná, jantarová), bio-alkoholy (bioetanol, butanol), tenzidy (pro detergenty), biopolymery a krmné přísady

- **Kritické potřeby a překážky:** Vyřešení logistických výzev (sběr, lisování, sušení a doprava), investice do lokálních, decentralizovaných biorafinérií a uzavírání dlouhodobých smluv s farmáři pro zajištění stability dodávek

3. Bioodpady → Biometan / chemické meziprodukty (Hybridní řetězec)

Cirkulární a hybridní řetězec, který efektivně řeší problém odpadového hospodářství a zároveň produkuje energii a materiály.

- **Vstupní suroviny:** Lokálně dostupné komunální bioodpady (BRKO), průmyslové biologicky rozložitelné odpady, kaly z čistíren odpadních vod (ČOV)
- **Konečné produkty:** Biometan (pokročilé biopalivo/plyn), organické kyseliny (jako prekurzory), biochar (uhlí pro zlepšení půdy a sekvestraci CO₂)
- **Kritické potřeby a překážky:** Zlepšení systému třídění odpadů na úrovni obcí, investice do moderních anaerobních digesčních stanic a technologií "upgradingu" bioplynu na biometan, certifikace produktů (ISCC/RSB)

4. Řasy a akvakultura → High-value aplikace (Inovativní řetězec)

Perspektivní a inovativní řetězec s minimálními nároky na zemědělskou půdu, zaměřený na vysoce specializované a drahé produkty.

- **Vstupní suroviny:** Mikrořasy a makrořasy pěstované v řízených systémech, odpady z akvakultury
- **Konečné produkty:** Pigmenty (např. astaxanthin), lipidy (omega-3 mastné kyseliny), polysacharidy, proteiny a další složky pro kosmetický, farmaceutický a potravinářský průmysl
- **Kritické potřeby a překážky:** Měřítkování (scale-up) kultivačních technologií, zajištění stability kvality produktu, vývoj nových standardů a certifikačních schémat specifických pro tento sektor

9.3 Dodavatelské a logistické uzly (Regionální síť a integrační platformy)

Efektivita a environmentální udržitelnost bioekonomiky závisí kriticky na optimalizaci dodavatelských řetězců. Biomasa je často objemná, vlhká, sezónně dostupná a geograficky rozptýlená surovina. Pro snížení emisí z dopravy a minimalizaci logistických nákladů je nezbytné vytvořit síť **uzlových bodů (aggregation hubs)**, které efektivně propojují primární produkci se zpracovatelskými závody – biorafinériemi a chemickými továrnami. Tyto regionální logistické a předzpracovatelské uzly (Huby) plní několik klíčových funkcí:

- **Sběr a konsolidace:** Slouží jako místa pro shromažďování menších dodávek biomasy (např. slámy od farmářů, dřevního odpadu z místních pil) do větších, efektivněji transportovatelných dávek
- **Předzpracování a stabilizace:** Zajišťují základní úpravy, jako je sušení (s využitím odpadního tepla), drcení, peletizace nebo balíkování. Tyto procesy zvyšují hustotu materiálu, snižují náklady na dopravu a prodlužují skladovatelnost
- **Standardizace a kontrola kvality:** V Hubu dochází k homogenizaci a testování suroviny, což je nezbytné pro zajištění standardní kvality vyžadované průmyslovými biorafinériemi
- **Datová transparentnost:** Huby jsou klíčovými body pro sběr dat o původu (traceability), což je nutné pro certifikaci (ISCC, REDcert) a monitoring uhlíkové bilance v rámci EU Biomass Observatory (kapitola 8.3)

Implementační plán navrhuje vytvoření strategicky umístěných logistických uzlů v regionech s vysokou produkcí biomasy:

1. Zemědělské Huby (např. Jižní Morava, Polabí)

- **Fokus:** Sběr slámy, kukuřičných zbytků a cíleně pěstovaných energetických plodin
- **Infrastruktura:** Velkokapacitní sklady, sušičky, lisy na balíky/pelety
- **Cíl:** Zajištění stabilní dodávky pro fermentační platformy (řetězec B, kapitola 9.2)

2. Lesnicko-dřevařské Huby (např. Vysočina, Šumava, Severovýchod ČR)

- **Fokus:** Sběr dřevní štěpky z probírek, kůry, pilin a dalších lesních zbytků
- **Infrastruktura:** Drtiče, třídící linky, překladiště s napojením na železnici pro efektivní dálkovou přepravu
- **Cíl:** Dodávky lignocelulózy pro chemický průmysl a biorafinérie (řetězec A, kapitola 9.2)

3. Cirkulární/Městské Huby (např. okolí velkých měst a průmyslových zón)

- **Fokus:** Zpracování bioodpadů (BRKO, kaly ČOV, potravinářské odpady)
- **Infrastruktura:** Kompostárny, anaerobní digesční stanice, linky na úpravu biometanu, pyrolýzní jednotky na biochar
- **Cíl:** Lokální produkce biometanu a chemických meziproduktů

Zavedení této sítě vyžaduje úzkou spolupráci mezi zemědělci, lesníky, logistickými firmami, průmyslem a místní samosprávou, podporovanou investičními pobídkami (např. B-CCfD).

Tabulka 12 – Typologie uzlů a jejich funkce

Typ uzlu	Hlavní funkce	Klíčová infrastruktura	Přidaná hodnota
Agrohub	Sběr/sušení zbytků, balíkování, základní třídění	Silážní a sušicí kapacity, sklad	Snížení logistických nákladů, stabilita kvality
Foresthub	Frakcionace dřevní biomasy, předzpracování ligninu	Pilnice, drtiče, separace frakcí	Kvalitní vstup pro chemické zpracování
Wastehub	Třídění bioodpadu, AD/fermentace	Třídírny, bioplynové stanice, upgrading	Lokální cirkulární smyčka, biometan
Aquahub	Kultivace řas, sklizeň a sušení	Fotobioreaktory, sušárny	Vysoká přidaná hodnota/nízký objem

Zdroj: JRC (2024), Table 9.2 a Figure 8.3 (model integrovaného řetězce)

9.4 Investiční nástroje a tržní motivace pro rozvoj bioekonomiky

Překonání stávajících investičních překážek (kapitola 7.3), zejména vysoké vstupní ceny biomasy oproti fosilním surovinám, vyžaduje cílenou kombinaci tržních mechanismů a veřejných finančních nástrojů. Tato opatření mají za cíl snížit riziko pro investory a urychlit přechod k bioekonomice.

Klíčové finanční a regulační nástroje:

- **B-CCfD (Bio-Carbon Contracts for Difference):** Jak navrhuje CEFIC (2025), jde o smluvní nástroj, který přímo řeší cenovou paritu. Funguje na principu doplatku, kdy veřejný sektor kompenzuje průmyslovým podnikům v chemickém a materiálovém sektoru rozdíl mezi tržní cenou fosilního uhlíku a dražším bio-uhlíkovým vstupem. Tím se zajišťuje ekonomická návratnost investic do biorafinérií a stabilizuje se cena pro konečného spotřebitele
- **CISAF (předpokládaný Fond pro strategické investice do bioekonomiky):** Tento (hypotetický/navrhovaný) fond by měl sloužit jako klíčový mechanismus pro spolufinancování investic do kritické infrastruktury. Cílí na projekty **s vyšší technologickou připraveností (TRL 7–9)**, jako jsou:
 - Regionální a specializované Biorafinérie
 - Předzpracovatelské a logistické uzly (aggregation hubs, viz kapitola 9.3)
 - Technologie pro kaskádové využití biomasy
- **Taxonomie EU pro udržitelné činnosti:** Regulační ukotvení je zásadní pro přilákání soukromého kapitálu. Jasně zařazení bio-chemických projektů do **Taxonomie EU** jako „environmentálně udržitelných“ aktivit signalizuje investorům z řad bank a fondů, že tyto projekty splňují přísné environmentální standardy a jsou způsobilé pro "zelené" financování. To snižuje náklady na kapitál a zjednodušuje schvalovací procesy.

- **CAP – Ekoschémy a smluvní motivace pro farmáře:** Společná zemědělská politika (CAP) nabízí nástroje pro zajištění udržitelné a stabilní dodávky suroviny. Ekoschémy a navazující agroenvironmentální opatření mohou finančně motivovat farmáře k:
 - Šetrnému hospodaření na půdě
 - Dodávkám zemědělských zbytků namísto jejich spalování na poli
 - Uzavírání dlouhodobých smluv s logistickými huby, které garantují kvalitu a sledovatelnost dodávané biomasy
- **EIB (Evropská investiční banka) a IF (Investiční fondy):** Tyto instituce hrají klíčovou roli v poskytování kapitálu pro měřítkování (scale-up) inovativních technologií. Nabízejí preferenční úvěry, záruky a rizikový kapitál pro projekty, které již opustily fázi výzkumu a míří k průmyslové realizaci, čímž překlenují tzv. "údolí smrti" mezi výzkumem a trhem.

9.5 Governance, standardizace a transparentnost v implementačním plánu

Úspěšná implementace roadmapy pro udržitelnou bioekonomiku vyžaduje pevný a transparentní regulační rámec (governance) a harmonizované standardy. Tyto prvky jsou nezbytné pro budování důvěry, zajištění souladu s environmentálními cíli a minimalizaci investičních rizik.

Klíčová opatření v oblasti řízení a standardizace:

- **Jednotný EU rámec LCA pro bio-řetězce:** Zásadním krokem je harmonizace metodiky hodnocení životního cyklu (Life Cycle Assessment – LCA). JRC (2024) doporučuje vyvinout a právně ukotvit jednotný a závazný rámec, který by pokrýval nejen energetické, ale i materiálové a hybridní řetězce. Tento rámec musí jasně definovat pravidla pro alokaci environmentálních dopadů a uhlíkové bilance při přechodech mezi různými typy využití (např. ze zemědělství do chemie a zpět do energetiky), což zajistí spravedlivé a srovnatelné výsledky napříč trhem.
- **Digitální účetnictví uhlíku (Carbon Accounting) a Chain-of-Custody:** Pro zajištění plné sledovatelnosti a důvěryhodnosti je nutný přechod na pokročilé digitální systémy. Implementace digitálního účetnictví uhlíku na úrovni konkrétní šarže (batch-level transparency) v rámci certifikačních schémat (ISCC, RSB, FSC, PEFC) umožní přesné monitorování uhlíkové stopy každého produktu od pole či lesa až po finální aplikaci. Tím se minimalizuje riziko "greenwashingu" a zajistí se soulad s přísnými požadavky taxonomie EU.
- **Evropská bioekonomická koordinační rada (European Bioeconomy Governance Board):** Jak navrhuje CEFIC (2025), zřízení tohoto specializovaného orgánu je politickou prioritou. Jeho mandátem bude sjednotit často protichůdné cíle a postupy generálních ředitelství Komise (DG ENER, DG ENV, DG AGRI, DG

GROW). Tato rada bude fungovat jako vrcholný koordinační a rozhodovací orgán, který zajistí koherentní a dlouhodobě udržitelnou strategii pro celou EU.

- **EU Biomass Observatory – veřejná datová platforma:** V návaznosti na doporučení JRC (2024) je klíčové zajistit maximální transparentnost trhu. Vytvoření a plné zprovoznění veřejně přístupné digitální platformy, která shromažďuje a sdílí data o dostupnosti, tocích, cenách a kritériích udržitelnosti biomasy v reálném čase, je nezbytné. Platforma zlepší plánování, zabrání lokálním nedostatkům surovin a podpoří efektivitu logistických řetězců.

9.6 Identifikace rizik a mitigační strategie v bioekonomice

Rozvoj bioekonomiky s sebou nese specifická rizika, která je nutné systematicky identifikovat a aktivně mitigovat. Úspěch implementačního plánu (kapitola 9) závisí na včasném zavedení opatření, která zajistí udržitelný růst a minimalizují environmentální a ekonomické dopady. Klíčová rizika a navrhované strategie mitigace, syntetizované z doporučení JRC, CEFIC a legislativy EU:

Riziko 1: Konkurence o půdu a potravinovou bezpečnost

Popis rizika: Rostoucí poptávka po biomase pro průmyslové a energetické účely může vést ke konkurenci se zemědělskou výrobou potravin a krmiv, což může zvyšovat ceny potravin nebo vést k nepřímým změnám ve využívání půdy (ILUC).

Mitigace:

- **Prioritizace vstupů:** Důsledně preferovat využití nerecyklovatelných zbytků, odpadů, vedlejších produktů a biomasy z řas či akvakultury.
- **Politické nástroje:** Využití ekoschémat Společné zemědělské politiky (CAP) k podpoře pěstování plodin na okrajových půdách nebo pěstování mezipločin.

Zdroj: EC 2018; JRC 2024

Riziko 2: Slabá logistika a proměnlivá kvalita vstupů

Popis rizika: Vysoké náklady na sběr, dopravu a předzpracování biomasy, spolu s nestabilní kvalitou suroviny, zvyšují provozní náklady a technologická rizika pro biorafinérie.

Mitigace:

- **Regionální předzpracovatelské Huby:** Investice do sítě logistických uzlů (kapitola 9.3) pro sušení, drcení a standardizaci biomasy.

- **Standardy kvality:** Zavedení jednotných standardů kvality pro vstupní surovinu na trhu, podporované certifikačními schématy.

Zdroj: JRC 2024

Riziko 3: Cenová mezera versus fosilní vstupy

Popis rizika: Fosilní suroviny jsou na trhu stále levnější než udržitelná biomasa, což demotivuje průmysl investovat do bio-alternativ bez vnější podpory.

Mitigace:

- **Finanční nástroje:** Implementace B-CCfD (Bio-Carbon Contracts for Difference) k zajištění cenové parity.
- **Investiční podpora:** Využití fondů CISAF a preferenčních úvěrů EIB pro snížení kapitálových nákladů (CAPEX).
- **Tržní stimuly:** Podpora zelených veřejných zakázek (GPP) pro bio-based produkty.

Zdroj: CEFIC 2025

Riziko 4: Roztříštěná a nekonzistentní regulace

Popis rizika: Rozdílné definice udržitelnosti a protichůdná pravidla mezi jednotlivými sektory (energetika, zemědělství, průmysl) vytvářejí nejistotu a byrokratickou zátěž.

Mitigace:

- **EU Governance Board:** Zřízení Evropské bioekonomické koordinační rady pro sjednocení politik (DG ENER/ENV/AGRI/GROW).
- **Jednotná metodika:** Právně závazné zavedení jednotného EU rámce LCA pro všechny bio-řetězce.

Zdroj: CEFIC 2025; JRC 2024

Riziko 5: Riziko vyčerpání půdního organického uhlíku (SOC)

Popis a relevance rizika:

Zemědělská biomasa, jako je sláma, kukuřičná nať nebo řepné natě, je cenná druhotná surovina. Její odstranění z pole (bez náhrady) má však zásadní dopad na bilanci organického uhlíku v půdě (SOC). Negativní bilance vede k rychlé degradaci půdy: ztrátě struktury, snížené retenci vody, erozi a nižším výnosům.

Mitigace a legislativní ukotvení:

- **Legislativní požadavky:** Směrnice RED III (Směrnice 2023/2413) zpřísňuje požadavky na udržitelnost a explicitně vyžaduje zachování půdních funkcí, včetně

ochrany SOC. Ačkoliv neexistuje konkrétní číselný limit, provozovatelé musí prokázat, že odběr biomasy půdu nedegraduje.

- **Regenerativní postupy:** Podpora návratu organického uhlíku do půdy (např. aplikace digestátu, kompostu nebo biocharu, který je produktem řetězce C).
- **Agroenvironmentální opatření:** Finanční podpora pro farmáře, kteří aplikují regenerativní zemědělské postupy, které kompenzují odběr biomasy.

10. Závěr: Integrované hodnotové řetězce biomasy jako páteř obnovitelného uhlíku v evropském průmyslu – Strategická vize 2050

Evropská bioekonomika stojí na kritické křižovatce. Éra, kdy byla biomasa vnímána primárně jako nízko účinné palivo, končí. Nastává fáze, kdy se stává **strategickým a nenahraditelným nosičem obnovitelného uhlíku** – základním pilířem pro dekarbonizaci chemického průmyslu, výrobu pokročilých materiálů a rozvoj inovativních hybridních průmyslových procesů. Tento posun je imperativem pro dosažení klimatické neutrality EU do roku 2050.

Shrnutí klíčových poznatků z komplexní implementační roadmapy, vycházející z analýz Společného výzkumného střediska (JRC, 2024) a Evropské rady chemického průmyslu (CEFIC, 2025), definuje jasnou cestu vpřed.

Strategické Imperativy pro EU: Nový Rámec pro Průmyslovou Symbiózu

- **Ekonomický a společenský přínos – Princip kaskádového využití:** Materiálové a kaskádové využití biomasy (tj. nejprve pro materiály, poté pro energii) generuje prokazatelně vyšší multiplikační efekty na přidanou hodnotu, inovace a tvorbu udržitelných pracovních míst v regionech než čistě energetické spalování. Maximalizace hodnoty každé tuny biomasy je etickým i ekonomickým imperativem.
- **Inovace skrze hybridní řetězce – Průmysl 4.0 a bioekonomika:** Propojení biomasy s dalšími dekarbonizačními technologiemi – zejména zachytáváním a využitím CO₂ (CCU) a výrobou zeleného vodíku (H₂) – vytváří synergické, hybridní výrobní řetězce. Tyto procesy umožňují hlubokou dekarbonizaci stávajících chemických provozů a současně zvyšují celkovou technologickou a konkurenceschopnost evropského průmyslu na globálním trhu.
- **Důvěra a transparentnost trhu – Digitální governance:** Pevný rámec *governance* a harmonizovaná standardizace jsou klíčem k důvěře investorů a veřejnosti. Zavedení jednotné, digitální metodiky LCA (Life Cycle Assessment), systému *chain-of-custody* na úrovni šarží a centrální datové platformy EU Biomass Observatory je nezbytným předpokladem pro férový trh a předcházení greenwashingu.

- **Cílené investice – Překonání cenové bariéry:** Efektivní investiční nástroje, jako jsou B-CCfD (Bio-Carbon Contracts for Difference), fondy CISAF a cílené úvěry od EIB, musí být prioritně využity k přesměrování kapitálu do kritických uzlů: regionálních biorafinérií a předzpracovatelských logistických Hubů.

Dopad a Příležitosti pro Českou republiku a Středoevropský Region (Rakousko, Maďarsko a Slovinsko):

Region střední Evropy, se svým silným zemědělským a lesnickým zázemím a robustní průmyslovou základnou, má ideální předpoklady stát se lídrem v tomto novém paradigmatu bioekonomiky.

- **Využití lokálních zdrojů:** Významný potenciál pro efektivní sběr a využití zemědělských zbytků (sláma, řepné natě) a lesních frakcí (dřevní štěpka z probírek), které nepředstavují konkurenci pro potraviny.
- **Synergie se stávajícím průmyslem:** Příležitost pro rychlé škálování díky přímému napojení nových regionálních biorafinérií na stávající silné chemické a petrochemické clustery.
- **Lídr v hybridních řešeních:** Možnost stát se regionálním inovačním centrem pro hybridní produkci e-chemikálií a bio-polymerů, a to díky integraci vodíkových strategií a CCU technologií.

Finální Doporučení: Strategie pro udržitelnou bioekonomiku musí být integrovaná, rychlá a prioritizovaná. Je nutné okamžitě se soustředit na materiálové a hybridní řetězce s nejvyšší přidanou hodnotou. Tato priorita musí být podpořena cílenými B-CCfD, efektivní sítí předzpracovacích uzlů, jednotnou a digitální certifikací a silnou datovou infrastrukturou. Pouze tak se biomasa stane nejen udržitelnou alternativou, ale skutečnou a nezpochybnitelnou **páteří obnovitelného uhlíku** nezbytnou pro úspěšnou a konkurenceschopnou průmyslovou transformaci Evropy 21. století.