

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



Spolufinancováno  
Evropskou unií



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



BIOSLOŽKY  
Česká technologická platforma

Více projektů podpořených Evropskou unií na [www.mapaprojektu.cz](http://www.mapaprojektu.cz)

## Souhrn LCA analýz biopaliv vyráběných a zpracovávaných v České republice

*Praktický rozhodovací podklad pro podniky, výzkum, regulaci a Road Map ČTP Bio*

**Název projektu:**

**ČTP Biosložky V**

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

**Rozvoj technologických platform s cílem urychlení digitální a  
zelené transformace**

Počet stran: 95

Počet příloh: 4

Vypracoval: kolektiv ČTP Bio

Úprava dne: 15.05.2026

Mobil: +420 736 507 756

Email: [martin.kremenak@ctpbio.cz](mailto:martin.kremenak@ctpbio.cz)

## Obsah

1. Manažerské shrnutí.....	4
2. Úvod, účel a vazba na projekt ČTP Bio .....	7
3. Metodický rámec LCA, RED III a použité pojmy .....	9
3.1 Hlavní metodický rámec.....	9
3.2 Vztah k ISO 14040/14044 a GHG Protocol .....	12
3.3 Použité pojmy.....	14
4. Vymezení hranic studie a úrovní datové jistoty.....	18
4.1 Hranice studie.....	18
4.2 Úrovně datové jistoty .....	19
5. Přehled biopaliv vyráběných a zpracovávaných v ČR.....	22
5.1 Prioritní řetězce pro detailní hodnocení .....	23
5.2 Řetězce pro rešeršní nebo orientační hodnocení.....	25
5.3 Vazba na český průmyslový a surovinový kontext .....	27
6. Souhrn dostupných LCA analýz podle jednotlivých paliv .....	28
6.1 MĚŘO / RME z olejnatých plodin .....	29
6.2 UCOME z použitých kuchyňských olejů .....	31
6.3 Bioetanol z kukuřice .....	32
6.4 Bioetanol ze škrobnatých reziduí ze zpracování kukuřice .....	34
6.5 HVO / HEFA.....	35
6.6 Pokročilá biopaliva z lignocelulózy a odpadní biomasy .....	36
7. Srovnání emisní intenzity, emisních úspor a datové spolehlivosti.....	38
7.1 Emisní intenzita podle řetězců.....	39
7.2 Úspora emisí vůči fosilnímu komparátoru.....	39
7.3 Datová spolehlivost .....	41
8. Hlavní emisní faktory v hodnotovém řetězci .....	44
8.1 Zemědělská fáze .....	46
8.2 Sběr, logistika a skladování surovin .....	48
8.3 Výrobní proces .....	49
8.4 Vedlejší produkty a alokace .....	51
8.5 Certifikace a datová kvalita .....	52
9. Český výrobní a surovinový kontext .....	55

9.1 Olejnaté plodiny a biodieselové řetězce .....	57
9.2 Použité kuchyňské oleje a odpadní tuky.....	57
9.3 Kukuřice, škrobnaté suroviny a ethanolové řetězce .....	58
9.4 Kukuřičné zbytky a lignocelulózová biomasa.....	58
9.5 Odpadní biomasa a biologicky rozložitelné odpady .....	59
9.6 Konkurence využití a vazba na chemický průmysl .....	59
9.7 Logistické, regionální a datové faktory .....	60
10. Vazba na RED III, udržitelnost a reporting.....	61
10.1 Kritéria udržitelnosti a regulatorní uznatelnost .....	63
10.2 Minimální úspory emisí a fosilní komparátor .....	63
10.3 Odpadní a zbytkové suroviny .....	64
10.4 ILUC a nepřímé dopady využití půdy.....	65
10.5 Certifikační schémata a auditovatelnost .....	65
10.6 Reporting a digitální sledovatelnost .....	66
10.7 Dopady na podniky v palivovém a chemickém sektoru .....	67
11. Dopady pro podniky, VaV a hodnotové řetězce.....	68
11.1 Dopady pro podniky .....	70
11.2 Dopady pro VaV .....	72
11.3 Dopady pro hodnotové řetězce .....	74
12. Doporučení pro ČTP Bio a navazující dokumenty .....	76
12.1 Doporučení pro Akční plán digitální a zelené transformace .....	78
12.2 Doporučení pro Strategickou výzkumnou agendu.....	79
12.3 Doporučení pro Technologický foresight .....	81
12.4 Doporučení pro Road Map.....	82
13. Závěr.....	85
Příloha A – Zdroje studie.....	88
Příloha B – Seznam obrázků .....	90
Příloha C – Seznam tabulek.....	91
Příloha D – Seznam zkratk .....	93

# 1. Manažerské shrnutí

Tato studie je zpracována jako praktický rozhodovací podklad pro posouzení emisní intenzity hlavních biopalivových a biosložkových řetězců relevantních pro Českou republiku v odvětví dopravy. Jejím účelem není nahradit certifikační audit konkrétního provozu ani provést individuální LCA výpočet konkrétního podniku. Studie vytváří sektorový analytický rámec, který umožňuje porovnat hlavní palivové cesty, určit jejich emisní profil, identifikovat emisní hotspoty, posoudit datovou spolehlivost a formulovat doporučení pro podniky, výzkum, regulaci a navazující strategické dokumenty ČTP Bio [1], [2].

Hlavním závěrem studie je, že přínos biopaliv nelze hodnotit pouze podle jejich obecného zařazení mezi obnovitelné nebo bio-based zdroje. Rozhodující je konkrétní emisní bilance celého hodnotového řetězce. Ta závisí zejména na typu suroviny, způsobu jejího získání nebo pěstování, výnosech, výrobním procesu, spotřebě tepla, elektřiny a páry, logistice, využití vedlejších produktů, metodice alokace, certifikaci a kvalitě dostupných dat [7], [16], [17].

Studie proto nevychází z předpokladu, že všechna biopaliva jsou automaticky nízkoemisní. Naopak rozlišuje mezi řetězci, které mají dostatečnou datovou oporu pro podrobnější hodnocení, a řetězci, u nichž je vhodné postupovat rešeršně, orientačně nebo scénářově. Tento přístup je nezbytný, aby studie nevytvářela falešnou přesnost a aby výsledky byly použitelné pro reálné rozhodování podniků, výzkumných organizací a ČTP Bio [5], [6], [7].

Pro český kontext jsou jako hlavní prioritní řetězce pro podrobnější hodnocení identifikovány **bionafta z řepky (MEŘO), UCOME**, tedy methylester z použitého kuchyňského oleje, **bioetanol z kukuřice a bioetanol z kukuřičných zbytků**. Tyto řetězce mají nejvyšší praktickou relevanci vzhledem k českému surovinovému, výrobnímu a palivovému prostředí a současně umožňují pracovat s konkrétnějšími LCA výsledky, emisními hotspoty a možnostmi snížení uhlíkové stopy [2], [6], [12], [13], [18].

U dalších řetězců, zejména **HVO/HEFA, SAF biologického původu a vybraných pokročilých biopaliv**, je vhodné postupovat rešeršně-quantitativně. Tyto cesty mohou mít významný budoucí potenciál, ale jejich rozhodovací hodnota bude záviset na dostupnosti dat, původu surovin, technologické připravenosti, energetických vstupech, certifikaci a schopnosti doložit skutečné emisní úspory. U řetězců, jako jsou **bio-butan, bio-propan, bio-LPG a vybrané biosložky pro chemický průmysl**, je vhodné provést kontextové hodnocení podle jejich relevance pro české hodnotové řetězce a dostupnosti dat. **Syntetická paliva** jsou v této studii vymezena pouze jako návazné téma pro samostatné budoucí zpracování, nikoliv jako hlavní předmět této LCA studie [2], [6], [14].

**Tabulka 1: Přehled prioritních řetězců pro manažerské shrnutí**

Řetězec	Datová dostupnost	Hlavní emisní hotspoty	Potenciál snížení emisí	Relevance pro ČR
MĚŘO / RME	vysoká	zemědělská fáze, dusíkatá hnojiva, N <sub>2</sub> O, výrobní energie, metanol, alokace vedlejších produktů	střední až vysoký	vysoká
UCOME	vysoká	původ suroviny, sběr, logistika, předúprava, metanol, certifikace	vysoký	vysoká
bioetanol z kukuřice	vysoká	pěstování, fermentace, destilace, spotřeba tepla a páry, zachycování a nahrazování CO <sub>2</sub> , vedlejší produkty	střední až vysoký	vysoká
bioetanol ze škrobnatých reziduí ze zpracování kukuřice	střední / scénářová	původ a status škrobnatých reziduí, alokace emisí, doprava, skladování, úprava vstupu, spotřeba energie, fermentace, destilace, zachycování a využití biogenního CO <sub>2</sub> , vedlejší produkty	potenciálně vysoký, ale technologicky a datově podmíněný	perspektivní / neetablovaný v ČR
HVO / HEFA	střední	typ suroviny, spotřeba vodíku, energie, certifikace původu, vedlejší produkty	střední až vysoký podle vstupu	orientační / perspektivní
SAF biologického původu	střední až omezená	surovina, technologie, energie, certifikace, regulační požadavky	vysoký, ale datově podmíněný	strategická / výhledová
Ostatní pokročilá biopaliva	omezená až střední	předúprava, konverze, logistika, energetická náročnost	vysoký, ale technologicky a datově podmíněný	strategická / výhledová
Vybrané biosložky pro chemii	rozdílná podle produktu	vstupní surovina, procesní energie, materiálové využití, datová kvalita	podle konkrétní aplikace	kontextová / strategická

Z hlediska emisních faktorů studie potvrzuje, že uhlíková stopa biopaliva nevzniká pouze ve výrobním závodě. U plodinových biopaliv může být významná zejména zemědělská fáze, použití hnojiv a POR (Plant Protection Products, což jsou přípravky na ochranu rostlin, například pesticidy, herbicidy apod.), emise N<sub>2</sub>O, výnosy a zemědělské postupy. U odpadních a zbytkových vstupů roste význam dostupnosti a původu suroviny, sběru, logistiky, skladování, předúpravy, certifikace a auditovatelnosti. U technologicky náročnějších řetězců je zásadní výrobní energie, účinnost konverze, využití tepla, elektřiny, páry, vodíku a vedlejších proudů [5], [7], [16], [17].

Studie dále ukazuje, že datová kvalita je stejně důležitá jako samotná emisní hodnota. Výsledek založený na skutečných, měřených a auditovatelných datech má výrazně vyšší rozhodovací hodnotu než výsledek založený pouze na defaultní hodnotě, rešeršním údaji nebo scénářovém předpokladu. To je důležité zejména v kontextu RED III, certifikace, dobrovolných schémat, Union Database a požadavků na sledovatelnost surovin a emisních údajů [4], [5], [7], [10], [11].

Z regulatorního hlediska studie potvrzuje, že LCA výsledky musí být čteny společně s požadavky na udržitelnost, minimální emisní úspory, pravidla pro odpadní a zbytkové suroviny, ILUC, certifikaci a reporting. Nízká emisní intenzita má praktický význam pouze tehdy, pokud je doložitelná, auditovatelná a použitelná v příslušném regulatorním rámci. Studie proto slouží jako rozhodovací rámec pro určení, kde má smysl usilovat o detailnější podnikové výpočty, zlepšení datové základny nebo technologická opatření ke snížení emisní intenzity [4], [5], [7], [10], [11].

Pro podniky je hlavní přidanou hodnotou studie identifikace konkrétních opatření, která mohou vést ke snížení uhlíkové stopy. U některých řetězců půjde zejména o optimalizaci zemědělských vstupů, hnojiv a výnosů. U jiných o snížení spotřeby tepla, elektřiny a páry, využití odpadního tepla, nízkoemisních energetických vstupů nebo lepší využití vedlejších produktů. U odpadních a zbytkových vstupů bude klíčová především sledovatelnost původu surovin, certifikace, logistika a auditovatelná evidence [5], [6], [7].

Pro výzkum a vývoj studie vymezuje témata, která by měla vycházet ze skutečných emisních hotspotů a datových mezer. Prioritními směry jsou zejména snižování emisí v zemědělské fázi, efektivnější využití zbytkové a odpadní biomasy, předúprava lignocelulózových surovin, optimalizace fermentace a destilace, energetická integrace výrobních procesů, využití vedlejších produktů, využití biogenního CO<sub>2</sub>, digitální evidence surovin a pokročilé LCA modely pro české podmínky [2], [6], [14], [16], [17].

Pro hodnotové řetězce studie ukazuje, že emisní přínos biopaliv a biosložek bude záviset nejen na jednotlivé technologii, ale také na stabilitě surovinových toků, logistice, certifikaci, datové infrastruktuře, návaznosti na zpracovatelský a chemický průmysl a obchodovatelnosti nízkoemisních produktů. Udržitelný rozvoj bio-based řešení v České republice proto vyžaduje propojení zemědělství, odpadového hospodářství, palivářství, chemického průmyslu, výzkumu, certifikace a digitálního reportingu [2], [6], [10], [11], [19].

Z pohledu ČTP Bio studie poskytuje metodický a obsahový základ pro navazující strategické dokumenty. Pro **Akční plán digitální a zelené transformace** přináší doporučení, jak zařadit LCA mezi standardní rozhodovací kritéria, jak posílit digitalizaci evidence surovin a emisních dat a jak navrhnout opatření ke zlepšení datové kvality. Pro **Strategickou výzkumnou agendu** přináší podklad pro prioritizaci VaV témat podle emisních hotspotů a technologických bariér. Pro **Technologický foresight** poskytuje rámec pro sledování vývoje surovin, technologií, certifikace, cen energií, biomasy a regulatorních pravidel. Pro **Road Map** umožňuje převést LCA výsledky do časových priorit do roku 2030, 2040 a 2050 [2], [6].

Hlavní praktický závěr studie je, že pro český kontext má největší význam soustředit se na takové biopalivové a biosložkové řetězce, které kombinují reálnou surovinovou a průmyslovou relevanci, doložitelný emisní přínos, možnost technologického zlepšení, regulatorní použitelnost, dostatečnou datovou jistotu a vazbu na lokální či regionální dodavatelské řetězce. Právě lokální a regionální ukotvení těchto řetězců může vedle environmentálních přínosů posilovat také bezpečnost dodávek paliv a surovin, a tím snižovat závislost na geopoliticky

rizikových třetích zemích, které hrají významnou roli ve výrobních a distribučních řetězcích fosilních paliv. Takto vymezené řetězce by měly tvořit základ pro další práci ČTP Bio, pro podniková opatření, pro výzkumné priority a pro aktualizaci strategických dokumentů směřujících k dlouhodobě konkurenceschopné, nízkoemisní, odolné a udržitelné bio-based ekonomice v České republice [2], [6].

## 2. Úvod, účel a vazba na projekt ČTP Bio

Tato studie vzniká jako jeden z odborných výstupů projektu **ČTP Biosložky V**, realizovaného v rámci programu **OP TAK – Technologické platformy – výzva II**, jehož cílem je podpora rozvoje technologických platforem a urychlení digitální a zelené transformace průmyslu [1]. Projekt ČTP Bio je tematicky zaměřen na uplatnění biosložek v dopravě a chemickém průmyslu, zejména na výrobu biopaliv, využití biosložek v oblasti „zelené chemie“, analýzu hodnotových řetězců, technologický rozvoj, snižování uhlíkové stopy a podporu digitální a zelené transformace odvětví [2].

Předmětem této studie je souhrnné posouzení dostupných LCA analýz biopaliv pro odvětví dopravy vyráběných a zpracovávaných v České republice. Studie je zpracována jako praktický rozhodovací podklad, nikoliv jako certifikační audit konkrétního výrobního zařízení ani jako individuální LCA výpočet konkrétního podniku. Jejím účelem je vytvořit sektorový analytický rámec, který umožní porovnat hlavní biopalivové řetězce relevantní pro české prostředí, určit jejich emisní profil, identifikovat hlavní emisní faktory v hodnotovém řetězci a formulovat doporučení pro technologický rozvoj, výzkum, reporting, regulaci a navazující strategické dokumenty ČTP Bio [2].

Důraz je proto kladen na prakticky využitelné rozlišení řetězců podle emisní intenzity, dostupnosti dat, technologických možností a regulatorní použitelnosti.

Význam LCA přístupu vyplývá z toho, že environmentální přínos biopaliv nelze hodnotit pouze podle jejich obecného zařazení mezi obnovitelné zdroje. Rozhodující je konkrétní emisní bilance celého hodnotového řetězce, včetně původu surovin, zemědělské nebo odpadové fáze, dopravy a skladování surovin, energetické náročnosti výrobního procesu, využití vedlejších produktů, způsobu alokace emisí, distribuce a konečného použití paliva. Právě proto je LCA vhodným nástrojem pro rozlišení, které biopalivové řetězce mají v českém prostředí nejvyšší dekarbonizační potenciál, kde vzniká největší uhlíková stopa a jakými technologickými, provozními nebo surovinovými opatřeními ji lze snižovat [3].

Studie navazuje na projektový záměr ČTP Bio, který mezi technologickými oblastmi výslovně uvádí analýzu hodnotových řetězců a udržitelnosti výroby biopaliv, včetně posouzení ekonomiky různých palivových a pohonných cest a jejich LCA dopadů z hlediska emisí CO<sub>2</sub>. Projektový záměr současně počítá se zpracováním tematických studií, mezi nimiž je uvedena také **LCA analýza biopaliv vyráběných a zpracovávaných v České republice** [2]. Tato studie

proto představuje jeden z návazných analytických výstupů, který rozpracovává projektové cíle do prakticky použitelného odborného podkladu.

Z metodického hlediska bude studie primárně navázána na evropský regulační rámec pro obnovitelné zdroje energie, udržitelnost a úspory emisí skleníkových plynů. Základním legislativním kontextem je směrnice o obnovitelných zdrojích energie ve znění revize RED III, tedy směrnice (EU) 2023/2413, která posiluje cíle Unie v oblasti obnovitelných zdrojů energie a stanovuje rámec pro dekarbonizaci mimo jiné v dopravě [4]. Pro praktické ověřování kritérií udržitelnosti, úspor emisí skleníkových plynů a nízkého rizika nepřímé změny ve využívání půdy je relevantní zejména prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996 a ve znění prováděcího nařízení (EU) 2025/196, kterým byly zavedeny některé opravy emisních faktorů používaných pro neutralizaci dusíkatých hnojiv v půdě. [5]. Studie proto nebude primárně akademickým LCA cvičením podle obecné ISO metodiky, ale prakticky orientovaným podkladem pro palivové řetězce, které musí v praxi obstát v režimu RED, certifikace, reportingu a regulační uznatelnosti.

Tento přístup odpovídá také Akčnímu plánu digitální a zelené transformace ČTP Bio. Akční plán vymezuje ČTP Bio jako neutrální koordinační a odborný subjekt, jehož rolí je podporovat spolupráci mezi průmyslem, výzkumem a veřejnou správou, zvyšovat připravenost sektoru na technologickou transformaci a snižovat systémová rizika spojená s investičním rozhodováním [6]. Akční plán zároveň zdůrazňuje, že emisní bilance biosložek je významně ovlivněna strukturou energetických vstupů, energetickou náročností konverzních procesů a schopností řídit emisní a energetickou stopu produkce [6].

Současně Akční plán výslovně pracuje s digitálními nástroji pro emisní reporting, včetně LCA, defaultních a skutečných emisních hodnot a GHG metodiky. Upozorňuje, že prokazování emisních úspor vyžaduje přesná, konzistentní a auditovatelná data napříč celým hodnotovým řetězcem [6]. Tato studie proto není izolovaným analytickým dokumentem, ale navazuje na širší potřebu digitalizace emisních dat, sledovatelnosti surovin, datové interoperability a metodické předvídatelnosti v sektoru biopaliv a biosložek.

Praktická hodnota studie spočívá v tom, že výsledky LCA nebudou interpretovány pouze jako soubor emisních hodnot. Studie bude usilovat o určení emisních hotspotů, tedy míst v hodnotovém řetězci, kde vzniká nejvýznamnější část uhlíkové stopy a kde lze očekávat nejvyšší efekt opatření ke snížení emisní intenzity. Z tohoto důvodu bude studie rozlišovat mezi řetězci s dostatečnou datovou oporou a řetězci, u nichž bude možné provést pouze rešeršní, orientační nebo scénářové hodnocení. Tím se předejde vytváření falešně přesných závěrů tam, kde datová základna neumožňuje robustní kvantitativní srovnání.

Studie bude sloužit jako podklad pro navazující strategické dokumenty a činnosti ČTP Bio, zejména pro Akční plán digitální a zelené transformace, Strategickou výzkumnou agendu,

Technologický foresight a Road Map. Tím přímo rozpracovává projektový záměr, který počítá s využitím LCA, návrhy pro veřejnou správu a přípravou strategických výstupů platformy [2].

Výstupy studie budou využitelné také pro komunikaci s podniky, výzkumnými organizacemi, veřejnou správu a dalšími stakeholdery. OP TAK – Technologické platformy – výzva II podporuje koordinační činnosti technologických platforem při vytváření a implementaci strategií směřujících k digitální a zelené transformaci průmyslu, které umožní podnikům reagovat na společné výzvy, potřeby a požadavky spojené s přechodem na digitální a zelené technologie [1]. Studie proto přispěje k naplnění této role tím, že poskytne společný, metodicky ukotvený a prakticky využitelný rámec pro hodnocení emisní intenzity biopalivových řetězců v českém prostředí.

Pro další kapitoly z toho vyplývá, že LCA výsledky budou interpretovány vždy ve vazbě na konkrétní palivový řetězec, dostupnost dat, regulatorní použitelnost a potřeby navazujících strategických dokumentů ČTP Bio.

### **3. Metodický rámec LCA, RED III a použité pojmy**

Tato kapitola vymezuje metodický rámec, v němž bude studie posuzovat emisní intenzitu biopaliv vyráběných a zpracovávaných v České republice pro dopravní sektor. Jejím účelem není podat obecný akademický výklad všech metod hodnocení životního cyklu, ale stanovit praktický a regulatorně použitelný rámec pro hodnocení biopalivových řetězců, které musí v praxi obstát z hlediska udržitelnosti, úspor emisí skleníkových plynů, certifikace a reportingu.

Základní metodickou volbou této studie je vycházet primárně z evropského rámce pro obnovitelné zdroje energie, zejména ze směrnice o obnovitelných zdrojích energie ve znění RED III a z prováděcích pravidel pro ověřování kritérií udržitelnosti a úspor emisí skleníkových plynů [4], [5]. Tento přístup odpovídá zaměření studie na regulatorně použitelnou interpretaci LCA výsledků, nikoli na izolovaný akademický model bez vazby na požadavky palivového sektoru.

Biopalivové řetězce budou posuzovány podle doložitelné emisní bilance, nikoli podle názvu paliva. Rozhodující bude, zda lze pro daný řetězec věrohodně doložit vstupy, výrobní proces, alokaci, certifikaci a datovou spolehlivost.

#### **3.1 Hlavní metodický rámec**

Hlavním metodickým rámcem studie bude přístup podle RED III a souvisejících prováděcích pravidel, zejména prováděcího nařízení Komise (EU) 2022/996, ve znění prováděcího nařízení Komise (EU) 2025/196. Tento rámec je pro účely studie zvolen proto, že je přímo navázán na praktické prokazování udržitelnosti a úspor emisí skleníkových plynů u biopaliv, biokapalin a paliv z biomasy [4], [5]. Nařízení (EU) 2025/196 je relevantní zejména proto, že zpřesňuje

vybrané emisní faktory používané při výpočtech emisí z pěstování, včetně faktorů pro neutralizaci dusíkatých hnojiv v půdě.

RED III posiluje evropský rámec pro využívání obnovitelné energie a stanovuje mimo jiné požadavky a cíle relevantní pro dekarbonizaci dopravy. Pro sektor biopaliv je důležité, že nejde pouze o obecnou podporu obnovitelných zdrojů, ale o regulační systém, který rozlišuje mezi různými palivovými cestami podle jejich udržitelnosti, emisní intenzity, původu surovin a schopnosti prokázat dosažené úspory emisí skleníkových plynů [4].

Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996 upravuje pravidla pro ověřování kritérií udržitelnosti, úspor emisí skleníkových plynů a kritérií nízkého rizika nepřímé změny ve využívání půdy. Z hlediska této studie je podstatné, že nejde pouze o metodiku výpočtu emisí, ale také o rámec pro ověřitelnost, auditovatelnost a důvěryhodnost údajů, které jsou v palivovém řetězci používány [5].

Studie proto nebude primárně koncipována jako akademické LCA cvičení podle obecné metodiky ISO, ale jako metodicky ukotvené posouzení biopalivových řetězců použitelných v režimu RED, certifikace, reportingu a regulační uznatelnosti. Principy ISO 14040/14044 a GHG Protocol zůstávají relevantní jako podpůrný metodický kontext, hlavní výpočtová a rozhodovací logika však bude navázána na pravidla RED.

Základní výpočet emisní intenzity biopaliv bude vycházet z logiky, podle níž se celkové emise hodnotí napříč jednotlivými částmi hodnotového řetězce. V evropském rámci se pro výpočet emisí z výroby a využití biopaliv používá členění zahrnující zejména emise ze získání nebo pěstování suroviny, změny využití půdy, zpracování, dopravy a distribuce, konečného užití a případných úspor nebo odpočtů souvisejících například s akumulací uhlíku v půdě, zachycováním uhlíku nebo jeho náhradou [7].

Pro účely studie bude tato logika používána nikoliv jako mechanická rovnice bez kontextu, ale jako nástroj pro identifikaci emisních hotspotů. Důležité nebude pouze výsledné číslo emisní intenzity, ale také to, která část řetězce jej nejvíce ovlivňuje. Právě to umožní formulovat praktická doporučení pro podniky, výzkum, technologický rozvoj a navazující strategické dokumenty ČTP Bio.

Obrázek 1: Metodická logika studie – od RED rámce k rozhodování



## Zjednodušená logika výpočtu emise skleníkových plynů z výroby a použití paliv, biopaliv a biokapalin používaných v odvětví dopravy podle RED

Celkové emise z používání paliva lze zjednodušeně chápat jako součet emisí vznikajících při získání nebo pěstování suroviny, zpracování, dopravě, distribuci a konečném užití, snížený o případné uznatelné úspory nebo odpočty. Praktická hodnota výpočtu nespočívá pouze ve výsledné emisní hodnotě, ale především v identifikaci těch částí řetězce, kde vzniká největší uhlíková stopa a kde lze emisní intenzitu účinně snížit.

$$E = e_{ec} + e_l + e_p + e_{td} + e_u - e_{sca} - e_{ccs} - e_{ccr}$$

kde:

- $E$  = celkové emise z používání paliva

- $e_{ec}$  = emise ze získání nebo pěstování suroviny
- $e_l$  = anualizované emise ze změny zásob uhlíku v důsledku změny využití půdy
- $e_p$  = emise ze zpracování
- $e_{td}$  = emise z dopravy a distribuce
- $e_u$  = emise z konečného užití paliva
- $e_{sca}$  = úspory emisí z akumulace uhlíku v půdě díky lepšímu zemědělskému hospodaření
- $e_{ccs}$  = úspory emisí ze zachycování a geologického ukládání CO<sub>2</sub>
- $e_{ccr}$  = úspory emisí ze zachycování a náhrady CO<sub>2</sub>

### 3.2 Vztah k ISO 14040/14044 a GHG Protocol

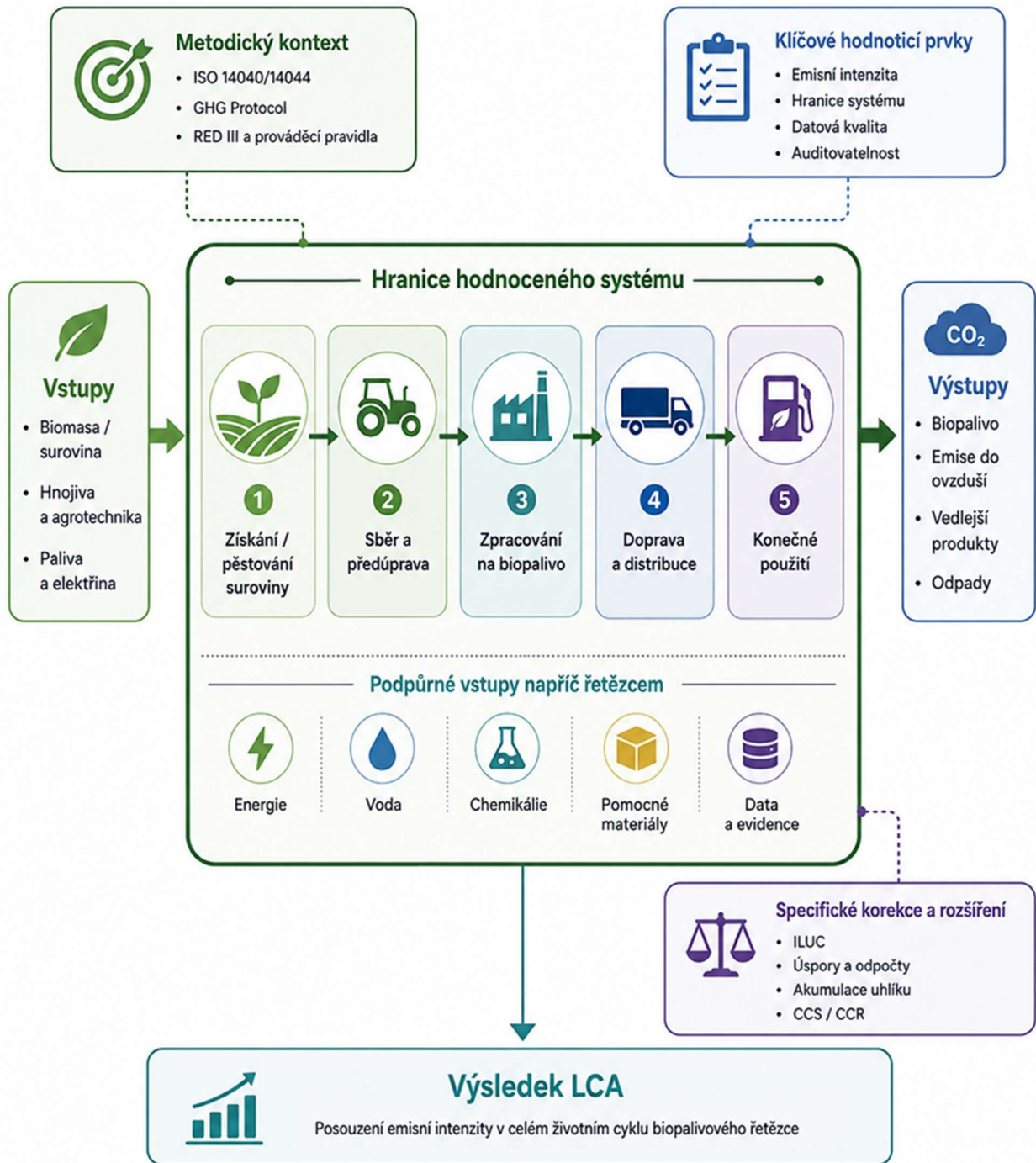
Standardy **ISO 14040** a **ISO 14044** představují obecný mezinárodní rámec pro hodnocení životního cyklu. ISO 14040 popisuje principy a rámec LCA, včetně definování cíle a rozsahu studie, inventarizační analýzy, hodnocení dopadů, interpretace, reportingu a kritického přezkoumání [8]. Tento rámec je důležitý pro pochopení logiky životního cyklu, ale není sám o sobě specificky nastaven na praktické prokazování udržitelnosti biopaliv podle evropské palivové regulace.

Podobně **GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard** poskytuje metodický rámec pro kvantifikaci a veřejné vykazování emisí skleníkových plynů a odstranění emisí spojených s životním cyklem výrobku [9]. Je relevantní zejména pro podnikové uhlíkové účetnictví, produktové uhlíkové stopy a širší reporting. Pro účely této studie však nebude hlavním výpočtovým rámcem, protože cílem studie není sestavit podnikový product carbon footprint podle GHG Protocol, ale posoudit biopalivové řetězce v kontextu RED, udržitelnosti, certifikace a regulatorní použitelnosti.

Z tohoto důvodu budou ISO 14040/14044 a GHG Protocol ve studii používány jako **širší metodický kontext**, nikoliv jako hlavní výpočtová metodika. Jejich role spočívá především ve vysvětlení obecných principů LCA, vymezení pojmů, práce s hranicemi systému, datovou kvalitou a interpretací výsledků. Hlavní praktické posouzení však bude navázáno na RED III a prováděcí pravidla, protože právě ta určují, zda lze biopalivo v evropském regulatorním prostředí uplatnit jako udržitelné a emisně úsporné [4], [5].

Praktická orientace na RED rámec současně odpovídá potřebám sektoru, jak jsou popsány v Akčním plánu digitální a zelené transformace ČTP Bio. Akční plán zdůrazňuje význam digitálních nástrojů pro emisní reporting, LCA, DDV a GHG metodiku a upozorňuje, že prokazování emisních úspor vyžaduje přesná, konzistentní a auditovatelná data napříč hodnotovým řetězcem [6].

Obrázek 2: Zjednodušené hranice LCA biopalivového řetězce



**Tabulka 2: Srovnání metodických rámců použitelných pro hodnocení biopaliv**

Metodický rámec	Hlavní účel	Relevance pro tuto studii	Role ve studii
RED II / RED III	Regulační rámec pro obnovitelné zdroje, udržitelnost a snižování emisní intenzity v dopravě	velmi vysoká	hlavní legislativní rámec
Prováděcí nařízení (EU) 2022/996	Ověřování kritérií udržitelnosti, úspor emisí a nízkého ILUC rizika	velmi vysoká	hlavní praktický rámec pro ověřování a reporting
ISO 14040/14044	Obecný rámec LCA	střední	metodický kontext a pojmový základ
GHG Protocol Product Standard	Produktové uhlíkové účetnictví a reporting	střední	doplňkový rámec pro podnikové emise a produktovou stopu
Dobrovolná certifikační schémata uznaná Evropskou komisí	Praktické ověřování souladu s pravidly RED	vysoká	vazba na auditovatelnost a tržní použitelnost

Tato studie proto propojí obecnou LCA logiku s praktickým regulačním rámcem a potřebami sektoru. Výsledkem nebude pouze přehled emisních hodnot, ale také metodicky ukotvený způsob, jak s těmito hodnotami pracovat při rozhodování o technologickém rozvoji, investicích, výzkumných prioritách a strategických dokumentech ČTP Bio.

### 3.3 Použité pojmy

Pro účely studie budou používány následující pojmy. Jejich vymezení je důležité proto, aby bylo zřejmé, že studie pracuje s jednotným jazykem a že jednotlivé výsledky nejsou interpretovány mimo svůj metodický a regulační kontext.

#### **LCA – Life Cycle Assessment / hodnocení životního cyklu**

LCA je metodický přístup, který hodnotí environmentální dopady výrobku, procesu nebo služby v průběhu jeho životního cyklu. V této studii bude LCA využívána primárně pro posouzení emisní intenzity biopalivových řetězců, tedy pro stanovení emisí vznikajících od získání nebo pěstování suroviny přes výrobu a distribuci až po konečné použití paliva.

#### **Emisní intenzita**

Emisní intenzita vyjadřuje množství emisí skleníkových plynů připadající na jednotku energie nebo produktu. U paliv se obvykle pracuje s hodnotami vyjádřenými v g CO<sub>2</sub>ekv/MJ. Emisní intenzita umožňuje porovnávat různé palivové řetězce mezi sebou a vůči fosilnímu komparátoru.

## Úspora emisí skleníkových plynů

Úspora emisí vyjadřuje procentní snížení emisí oproti referenčnímu fosilnímu palivu. Pro účely RED rámce je důležité, zda daný biopalivový řetězec dosahuje požadované úspory emisí a zda je tato úspora doložitelná relevantními daty a certifikací [5].

Doporučené vyjádření:

$$\text{Úspora emisí (\%)} = \frac{E_F - E_B}{E_F} \times 100$$

kde:

- $E_F$  = emisní intenzita fosilního komparátoru;
- $E_B$  = emisní intenzita biopaliva nebo hodnoceného palivového řetězce.

## Fosilní komparátor

Fosilní komparátor je referenční hodnota emisní intenzity fosilního paliva, vůči níž se posuzuje úspora emisí biopaliva. Slouží k určení, zda daný biopalivový řetězec přináší dostatečný emisní přínos podle pravidel RED.

*Tabulka 3: Fosilní komparátor dle segmentů*

Segment	Fosilní komparátor
Biopaliva v dopravě	94 gCO <sub>2</sub> ekv/MJ
Elektřina v dopravě	183 gCO <sub>2</sub> ekv/MJ
Vytápění/Chlazení	80 gCO <sub>2</sub> ekv/MJ
Vytápění (náhrada uhlí)	124 gCO <sub>2</sub> ekv/MJ

## Hranice systému

Hranice systému určují, které části hodnotového řetězce jsou do hodnocení zahrnuty. V této studii budou hranice systému zahrnovat zejména získání nebo pěstování suroviny, sběr a dopravu, skladování, předúpravu, vlastní výrobu, vedlejší produkty, distribuci a konečné použití paliva. Přesné vymezení bude vždy záviset na typu paliva, dostupnosti dat a metodickém rámci.

## Alokace

Alokace je způsob rozdělení emisí mezi hlavní produkt a vedlejší produkty vznikající ve výrobním procesu. U biopaliv je alokace často významným faktorem výsledné emisní intenzity, protože řada výrobních cest produkuje kromě paliva také další využitelné produkty, například krmné suroviny, rafinovaný glycerin, lignin nebo biogenní CO<sub>2</sub>.

## Vedlejší produkt

Vedlejší produkt je produkt vznikající současně s hlavním produktem výroby, který má další využití. Jeho existence může ovlivnit LCA výsledek podle toho, jak je v metodice zohledněn – například prostřednictvím alokace nebo kreditů za nahrazení jiného produktu.

## **Odpadní a zbytková surovina**

Odpadní a zbytková surovina je materiál, který nevzniká primárně za účelem výroby biopaliva, ale může být využit jako vstup pro jeho výrobu. V evropském regulačním rámci mají tyto suroviny zvláštní význam, protože mohou umožnit vyšší emisní úspory a nižší riziko nepřímých dopadů na využívání půdy. Emise skleníkových plynů z odpadů a zbytků se považují v celém životním cyklu těchto odpadů a zbytků až do doby jejich získání za nulové. Je však nutné doložit jejich původ, status a udržitelnost.

## **ILUC – nepřímá změna ve využívání půdy**

ILUC označuje nepřímé změny ve využívání půdy, které mohou vzniknout v důsledku zvýšené poptávky po určité zemědělské surovině. V kontextu biopaliv je ILUC důležitý zejména u surovin pěstovaných na zemědělské půdě, protože může ovlivnit skutečnou emisní bilanci a udržitelnost palivového řetězce.

## **Udržitelnost**

Udržitelnost v kontextu RED znamená splnění požadavků týkajících se původu surovin, ochrany půdy a biodiverzity, úspor emisí skleníkových plynů a dalších relevantních kritérií. Nejde tedy pouze o nízkou emisní intenzitu, ale také o doložení, že suroviny a výrobní postupy splňují stanovená pravidla.

## **Certifikace**

Certifikace je proces ověření, že daný palivový řetězec splňuje požadavky udržitelnosti, úspor emisí skleníkových plynů, sledovatelnosti a auditovatelnosti. Evropská komise uznává dobrovolná schémata, která stanovují pravidla pro produkci udržitelných biopaliv, biokapalin a paliv z biomasy a ověřují mimo jiné, že výroba vede k dostatečným úsporám emisí skleníkových plynů [10]. Tato dobrovolná schémata mají v praxi zásadní význam, protože podrobně rozpracovávají technické požadavky, které musí hospodářské subjekty dodržovat při výpočtech emisí skleníkových plynů, zajištění sledovatelnosti v rámci dodavatelských řetězců, vedení evidence a provádění auditů. Certifikace proto nepředstavuje pouze formální potvrzení souladu s legislativou, ale také praktický metodický rámec pro prokazování udržitelnosti, emisních úspor a důvěryhodnosti dat v celém palivovém řetězci.

## **Reporting**

Reporting označuje systematické vykazování údajů o původu surovin, výrobních procesech, emisní intenzitě, úsporách emisí a udržitelnosti. V praxi je reporting úzce spojen s certifikací, auditem, digitální evidencí a schopností doložit data napříč hodnotovým řetězcem.

## **Datová jistota**

Datová jistota vyjadřuje míru spolehlivosti údajů, z nichž je LCA hodnocení odvozeno. V této studii bude rozlišováno, zda je výsledek založen na robustních datech, orientačních hodnotách, rešeršních údajích nebo scénářových předpokladech. Toto rozlišení je důležité, aby studie nevytvářela falešně přesné závěry tam, kde nejsou k dispozici dostatečně spolehlivá data.

## Emisní hotspot

Emisní hotspot je část hodnotového řetězce, která významně přispívá k celkové uhlíkové stopě paliva. Může jít například o zemědělskou fázi, spotřebu tepla a elektřiny ve výrobním procesu, dopravu surovin, zpracování, způsob využití vedlejších produktů nebo datově nejistou část řetězce. Identifikace emisních hotspotů je pro tuto studii klíčová, protože umožňuje určit, kde mají opatření ke snížení emisní intenzity nejvyšší praktický efekt.

## Union Database / UDB

Union Database je evropský nástroj určený ke zlepšení sledovatelnosti kapalných a plyných obnovitelných a recyklovaných uhlíkových paliv. Evropská komise jej popisuje jako systém pro sledování dodávek těchto paliv a souvisejících transakcí; hospodářské subjekty mají v databázi evidovat konverzní kroky od vstupních surovin až po výstupní paliva a následné obchody před uvedením paliv na trh EU [11]. Pro účely této studie je však vhodné chápat UDB především jako rozvíjený nástroj evropské evidence a sledovatelnosti, nikoli jako již plně ustálený praktický rámec pro výpočty nebo certifikační postupy. V době zpracování studie není jeho praktické fungování a budoucí význam pro jednotlivé palivové řetězce zcela ustálený, a proto je UDB v dokumentu zmíněna jako relevantní součást regulatorního vývoje, nikoli jako hlavní metodický pilíř hodnocení.

*Tabulka 4: Přehled základních pojmů použitých ve studii*

Pojem	Význam pro studii	Praktický dopad
LCA	Posouzení emisí v životním cyklu	Umožňuje porovnat palivové řetězce
Emisní intenzita	Emise na jednotku energie nebo produktu	Základ pro srovnání paliv
Úspora emisí	Snížení oproti fosilnímu komparátoru	Rozhoduje o splnění požadavků RED
Fosilní komparátor	Referenční fosilní palivo	Základ pro výpočet úspory
Hranice systému	Vymezení zahrnutých procesů	Ovlivňuje výsledek LCA
Alokace	Rozdělení emisí mezi produkty	Významně mění výslednou stopu
Vedlejší produkt	Další produkt výroby	Může ovlivnit alokaci nebo emisní kredit
Odpadní/zbytková surovina	Vstup nevytvořený primárně pro palivo	Často vyšší emisní potenciál, ale nutná certifikace
ILUC	Nepřímá změna využití půdy	Riziko u zemědělských surovin
Udržitelnost	Splnění pravidel RED	Podmínka tržní a regulatorní uznatelnosti
Certifikace	Ověření souladu s pravidly	Podmínka praktického uplatnění
Reporting	Vykazování a dokládání údajů	Nutná auditovatelnost
Datová jistota	Kvalita a spolehlivost vstupních údajů	Určuje, jak silný je závěr
Emisní hotspot	Část řetězce s největší emisní stopou	Základ pro doporučení opatření

## 4. Vymezení hranic studie a úrovní datové jistoty

Tato kapitola vymezuje, v jakých hranicích bude studie posuzovat biopalivové řetězce a jak bude pracovat s rozdílnou dostupností dat. Její význam je metodický i praktický. LCA hodnocení může být použitelné pouze tehdy, pokud je zřejmé, které části hodnotového řetězce jsou do hodnocení zahrnuty, jaká data jsou k dispozici a s jakou mírou jistoty lze výsledky interpretovat.

Studie proto rozlišuje mezi řetězci s dostatečnou datovou oporou pro detailnější hodnocení a řetězci, u nichž je vhodné pracovat pouze s rešeršním, orientačním nebo scénářovým vyhodnocením. Úroveň závěrů bude vždy odpovídat kvalitě a úplnosti dostupných dat.

Vymezení hranic studie a úrovní datové jistoty zároveň navazuje na metodický rámec podle RED III a prováděcího nařízení Komise (EU) 2022/996, které kladou důraz nejen na výpočet emisních úspor, ale také na ověřitelnost, auditovatelnost, původ surovin a kvalitu údajů používaných v rámci certifikace a reportingu [4], [5]. Stejný důraz na přesná, konzistentní a auditovatelná data napříč hodnotovým řetězcem je obsažen také v Akčním plánu digitální a zelené transformace ČTP Bio, zejména v části věnované digitálním nástrojům pro emisní reporting, LCA, DDV a GHG metodiku [6].

### 4.1 Hranice studie

Studie bude pracovat s hodnotovým řetězcem od získání nebo pěstování suroviny přes její dopravu, skladování, předúpravu, vlastní výrobní proces, distribuci a konečné použití paliva. Hranice hodnocení budou nastaveny tak, aby odpovídaly praktickému účelu studie a metodickému rámci RED, tedy posouzení emisní intenzity biopalivových řetězců a úspor emisí vůči fosilnímu komparátoru [5], [7].

Základním principem je, že hodnocení nebude zaměřeno pouze na finální palivo jako izolovaný produkt. Emisní intenzita biopaliva vzniká v celém hodnotovém řetězci. Významné emise mohou vznikat již při pěstování nebo získání suroviny, při její dopravě, při výrobě a zpracování, při spotřebě tepla a elektřiny, při nakládání s vedlejšími produkty nebo v důsledku způsobu alokace emisí mezi hlavní a vedlejší produkty.

Do hranic studie budou podle relevance a dostupnosti dat zahrnuty zejména tyto části řetězce:

- pěstování nebo získání suroviny
- sběr a doprava suroviny
- skladování a předúprava
- vlastní výrobní proces
- spotřeba elektřiny, tepla, páry a dalších médií
- využití vedlejších produktů a způsob alokace
- distribuce paliva

- konečné použití paliva
- srovnání emisní intenzity vůči fosilnímu komparátoru

Přesné vymezení hranic se může u jednotlivých palivových cest lišit. U zemědělských surovin bude větší význam přikládán fázi pěstování, použití hnojiv a POR, emisím N<sub>2</sub>O, výnosům a případným dopadům spojeným se změnou využití půdy. U odpadních a zbytkových surovin bude naopak důležitější ověření jejich původu, logistika, sběr, předúprava a způsob, jakým jsou v metodice zohledněny jako odpadní nebo zbytkový vstup. U technologicky pokročilejších palivových cest bude významnější otázka energetické náročnosti konverzního procesu, spotřeby vodíku, tepla, elektřiny a kvality dostupných dat.

Studie bude rozlišovat mezi hranicemi, které jsou pro daný řetězec metodicky nezbytné, a hranicemi, které lze zpracovat pouze v omezené míře z důvodu nedostatku spolehlivých údajů. Pokud některý vstup nebo proces nebude možné kvantifikovat dostatečně přesně, bude tato skutečnost výslovně uvedena jako datové omezení. Tím se zabrání tomu, aby orientační nebo rešeršní výsledky byly interpretovány jako plnohodnotné certifikační hodnoty.

**Tabulka 5: Hranice systému použité ve studii**

Část hodnotového řetězce	Co bude studie sledovat	Význam pro LCA výsledek
Pěstování nebo získání suroviny	typ suroviny, výnosy, vstupy, hnojiva, POR, odpadní nebo zbytkový charakter	často významný zdroj emisí, zejména u zemědělských surovin
Sběr a doprava suroviny	vzdálenosti, způsob dopravy, logistická koncentrace surovin	ovlivňuje emisní intenzitu zejména u objemných nebo rozptýlených surovin
Skladování a předúprava	sušení, čištění, úprava vstupů, ztráty materiálu	může zvyšovat spotřebu energie a ovlivnit kvalitu vstupu
Vlastní výrobní proces	spotřeba energie, tepla, páry, chemikálií, účinnost konverze	klíčová část řetězce u energeticky náročných technologií
Energetické vstupy	elektřina, teplo, pára, zemní plyn, nízkoemisní energie	zásadní vliv na výslednou uhlíkovou stopu
Vedlejší produkty a alokace	glycerin, šroty, DDGS, lignin, biogenní CO <sub>2</sub> , další produkty	způsob alokace může významně změnit výsledek
Distribuce paliva	doprava finálního produktu, skladování, logistika	obvykle nižší, ale nezanedbatelný vliv
Konečné použití	využití paliva v dopravě nebo jiném sektoru	součást celkového hodnocení podle metodiky
Fosilní komparátor	referenční hodnota pro výpočet úspory emisí	základ pro stanovení procentní úspory emisí

## 4.2 Úrovně datové jistoty

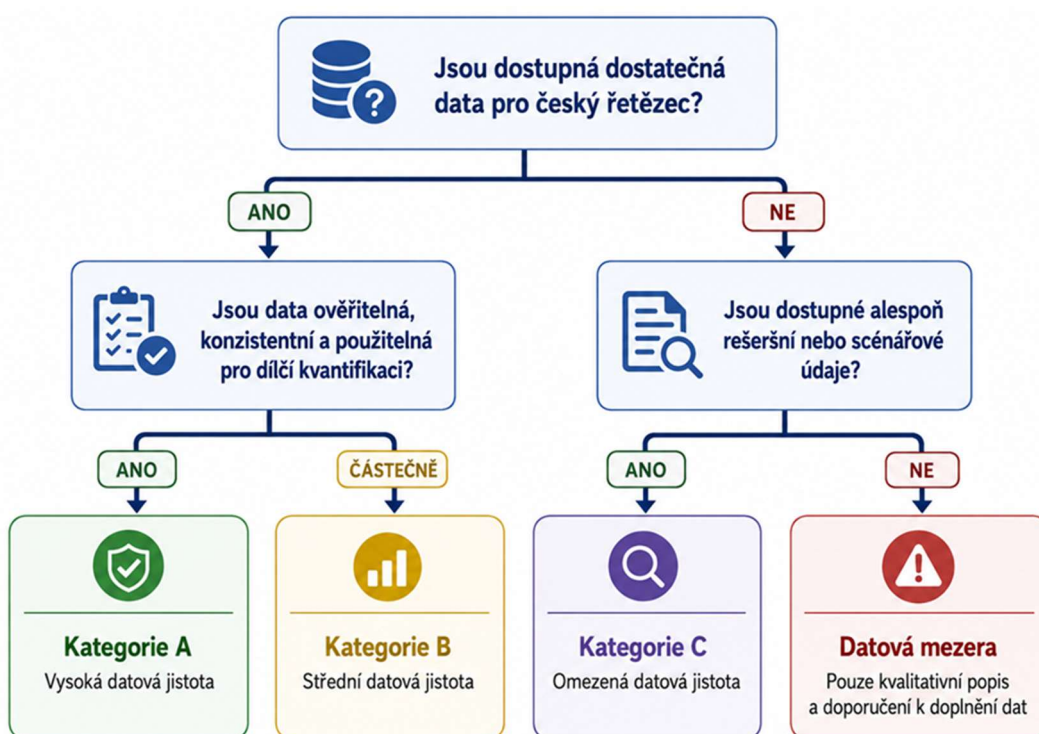
Studie bude pracovat s rozdílnou úrovní datové dostupnosti pro jednotlivé biopalivové řetězce. Tento přístup je nezbytný, protože u některých palivových cest existují relativně robustní

podklady, zatímco u jiných jsou data omezená, neúplná, nepřímá převzatá nebo dostupná pouze ze zahraničních či rešeršních zdrojů.

Rozlišení datové jistoty je pro studii stejně důležité jako samotné porovnání emisní intenzity. Samotná číselná hodnota emisí může být zavádějící, pokud není současně uvedeno, z jakých dat vychází, jaké hranice systému byly použity, zda jde o skutečné hodnoty nebo defaultní hodnoty, zda jsou data auditovatelná a zda odpovídají českému výrobnímu a surovinovému kontextu.

Z tohoto důvodu studie zavede tři základní úrovně datové jistoty: **A – vysoká datová jistota**, **B – střední datová jistota** a **C – omezená datová jistota**. Tyto kategorie nebudou hodnotit pouze kvalitu zdrojů, ale také praktickou použitelnost výsledků pro rozhodování.

Obrázek 3: Rozhodovací logika pro určení úrovně datové jistoty



Pro řetězce MĚŘO/RME, UCOME, bioetanol z kukuřice a bioetanol z kukuřičných zbytků jsou k dispozici dostatečné podklady pro podrobnější hodnocení. Tyto řetězce proto budou ve studii zařazeny do kategorie A, případně do kategorie A/B tam, kde se u konkrétní části řetězce objeví metodické nebo datové omezení. U ostatních řetězců bude rozsah hodnocení přizpůsoben dostupnosti relevantních dat.

U HVO/HEFA, vybraných pokročilých biopaliv a dalších perspektivních cest bude studie postupovat opatrněji. Tam, kde nebudou k dispozici dostatečně spolehlivé údaje pro český kontext, bude použito rešeršní, orientační nebo scénářové vyhodnocení. Současně budou jasně označeny datové mezery, které brání robustnímu kvantitativnímu závěru.

**Tabulka 6: Úrovně datové jistoty a způsob práce s výsledky**

Kategorie	Význam	Použití ve studii	Příklad řetězců
A – vysoká datová jistota	dostupná dostatečná data pro detailní nebo polo-detailní vyhodnocení	kvantitativní nebo polo-quantitativní hodnocení, identifikace emisních hotspotů, formulace praktických doporučení	MĚŘO/RME, UCOME, bioetanol z kukuřice, bioetanol z kukuřičných zbytků
B – střední datová jistota	dostupná část dat, výsledek bude orientační nebo rešeršní	práce s rozmezím hodnot, citlivostmi, srovnáním s literaturou a identifikací datových mezer	HVO/HEFA, vybraná pokročilá biopaliva
C – omezená datová jistota	nedostatek spolehlivých dat, pouze kvalitativní nebo scénářové hodnocení	popis potenciálu, rizik, nejistot a doporučení pro další sběr dat	méně rozšířené nebo perspektivní řetězce

### Metodická pojistka studie

Studie nebude u všech biopalivových řetězců vytvářet stejnou úroveň přesnosti. Pokud budou data robustní a relevantní pro český kontext, bude provedeno detailnější hodnocení. Pokud budou data omezená, bude výsledek označen jako orientační, rešeršní nebo scénářový. Cílem není vytvořit zdánlivě přesný žebříček všech paliv, ale poskytnout spolehlivý rozhodovací rámec odpovídající kvalitě dostupných dat.

Datová jistota bude ve studii hodnocena podle několika kritérií. Důležitá bude zejména relevance dat pro české podmínky, aktuálnost, úplnost hodnotového řetězce, možnost ověření, soulad s metodikou RED a transparentnost předpokladů. Pokud například bude pro určité palivo k dispozici obecná evropská hodnota, ale nikoliv hodnota odpovídající českému surovinovému, energetickému nebo technologickému kontextu, nebude tato hodnota interpretována jako plně reprezentativní pro Českou republiku.

Tento přístup odpovídá také principům digitálního emisního reportingu a sledovatelnosti dat, které jsou zdůrazněny v Akčním plánu digitální a zelené transformace ČTP Bio. Akční plán upozorňuje, že prokazování emisních úspor vyžaduje přesná, konzistentní a auditovatelná data napříč celým hodnotovým řetězcem a že nedostatečná integrace dat nebo metodická nejednotnost může vést k regulatorním rizikům a zvýšené administrativní zátěži [6].

**Tabulka 7: Rozdíl mezi detailním, rešeršním a scénářovým hodnocením**

Typ hodnocení	Kdy se použije	Charakter výsledku	Jak bude interpretován
Detailní hodnocení	pokud jsou dostupná dostatečná a relevantní data	kvantitativní nebo polo-quantitativní výsledek	použitelný pro rozhodování a doporučení
Rešeršní hodnocení	pokud existují relevantní zdroje, ale ne úplná data pro český řetězec	orientační rozsah hodnot a srovnání	použitelné pro rámcové posouzení a identifikaci mezer
Scénářové hodnocení	pokud je řetězec perspektivní, ale datově omezený	kvalitativní nebo modelové scénáře	použitelné pro strategické úvahy, ne pro přesné srovnání
Datová mezera	pokud nejsou dostupná dostatečně spolehlivá data	bez kvantitativního závěru	doporučení k doplnění dat nebo další analýze

Závěrem této kapitoly je, že hranice studie a úrovně datové jistoty budou tvořit metodický filtr pro všechny následující analýzy. Každý biopalivový řetězec bude hodnocen nejen podle emisní intenzity, ale také podle toho, jak spolehlivá, úplná a relevantní jsou data, na nichž je výsledek založen. Tento postup zvýší praktickou použitelnost studie a současně sníží riziko nesprávné interpretace výsledků.

## 5. Přehled biopaliv vyráběných a zpracovávaných v ČR

Tato kapitola vymezuje hlavní biopalivové a biosložkové řetězce, které budou ve studii hodnoceny z hlediska dostupných LCA výsledků, emisní intenzity, emisních hotspotů, datové jistoty a relevance pro české prostředí. Cílem není podat vyčerpávající katalog všech možných bio-based produktů, ale určit takové palivové a surovinové cesty, které mají praktický význam pro Českou republiku, pro navazující hodnotové řetězce a pro strategické dokumenty ČTP Bio.

Studie se zaměřuje na typy surovin, výrobní cesty a produkty. Nebude hodnotit konkrétní podniky, konkrétní provozy ani obchodní strategie jednotlivých subjektů. Tento přístup odpovídá charakteru studie jako sektorového rozhodovacího podkladu. Umožňuje porovnávat biopalivové řetězce z hlediska jejich emisní bilance, datové dostupnosti, technologické připravenosti a vazby na český surovinový a průmyslový kontext, aniž by se studie stala podnikovým auditem nebo investičním posudkem.

Projekt ČTP Bio počítá s analýzou hodnotových řetězců od vstupní suroviny přes technologii až po finalizaci a užití biopaliv nebo biosložek tak, aby bylo možné identifikovat a vyhodnocovat celý cyklus LCA. Tento přístup navazuje také na Akční plán digitální a zelené transformace ČTP Bio, který zdůrazňuje potřebu sledovatelnosti surovin, emisního reportingu, datové interoperability a metodické stability v celém hodnotovém řetězci [6].

### **Proč studie nejmenuje konkrétní firmy**

Studie pracuje se sektorovými řetězci, nikoli s hodnocením jednotlivých firem nebo provozů. Tento přístup umožňuje formulovat závěry využitelné pro celý sektor, aniž by dokument nahrazoval podnikový audit, investiční posudek nebo certifikační výpočet konkrétního zařízení.

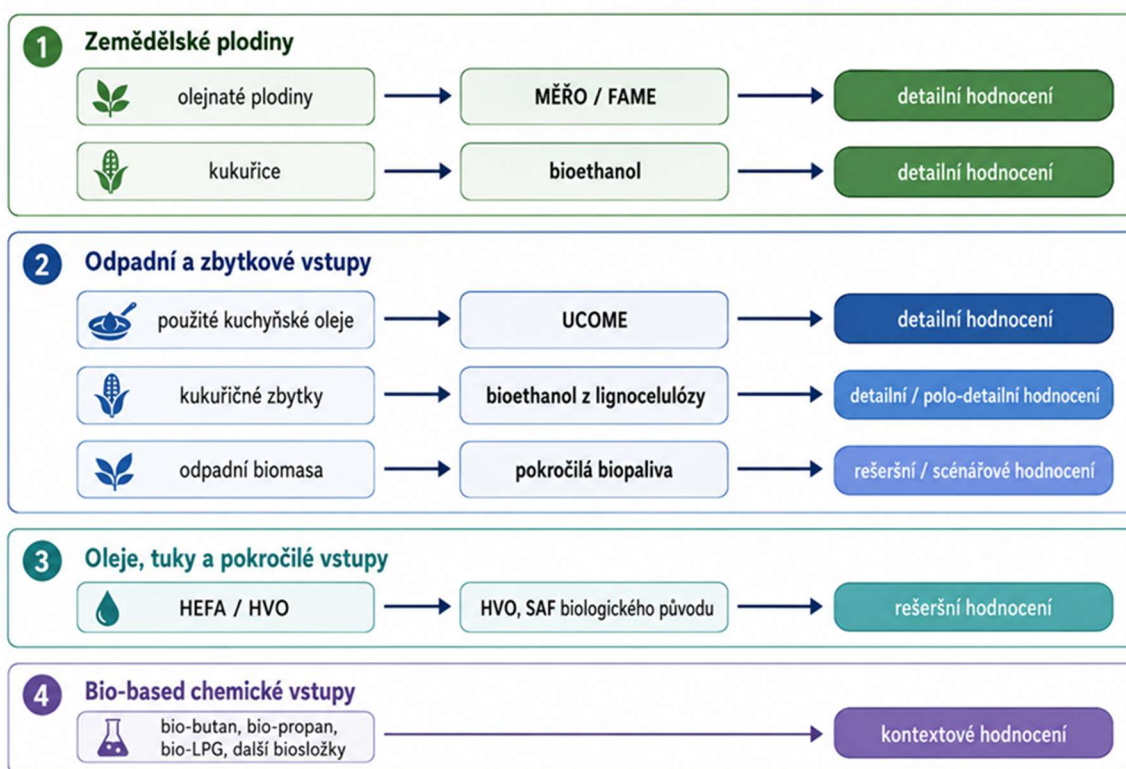
Český sektor biopaliv je z hlediska současného praktického využití dlouhodobě spojen zejména s kapalnými biopalivy pro dopravu. Ministerstvo zemědělství uvádí, že v ČR patří mezi nejrozšířenější biopaliva metylester řepkového oleje, využívaný jako náhrada motorové nafty, a bioetanol, využívaný jako náhrada benzínu [12]. Ministerstvo průmyslu a obchodu zároveň dlouhodobě publikuje statistiky kapalných biopaliv včetně produkce, dovozů, vývozu, zásob a hrubé domácí spotřeby, přičemž časové řady sledují zejména methylestery mastných kyselin a bioetanol [13]. Tyto dva základní směry – biodieselové a etanolové řetězce – proto představují logické jádro této studie.

Vedle tradičních palivových cest však studie musí zohlednit také rostoucí význam odpadních a zbytkových surovin, pokročilých biopaliv, biologicky založených udržitelných leteckých paliv a

vybraných biosložek pro chemický průmysl. Evropská komise uvádí, že EU směřuje k rozvoji pokročilých biopaliv vyráběných z udržitelných surovin a že biopaliva, například biodiesel a bioetanol, slouží jako obnovitelná alternativa fosilních paliv v dopravě [3]. V evropském rámci jsou pokročilá biopaliva spojena se specifickými vstupními surovinami, zejména odpady, zbytky a lignocelulózovou biomasou, uvedenými v příslušných přílohách směrnice o obnovitelných zdrojích [4], [7], [14]. V návaznosti na změny provedené směrnicí Komise v přenesené pravomoci (EU) 2024/1405 je však vhodné sledovat také některé nově doplněné surovinové kategorie, zejména dočasné plodiny, jako jsou meziplodiny a krycí plodiny, pěstované za stanovených podmínek na plochách s omezenou možností produkce potravinářských a krmných plodin, a dále plodiny pěstované na silně degradované půdě, s výjimkou potravinářských a krmných plodin, pokud jsou využívány pro výrobu biopaliv pro odvětví letectví. Tyto kategorie mohou být relevantní zejména v souvislosti s rozvojem bio-based SAF, avšak jejich praktický význam bude záviset na splnění podmínek udržitelnosti, nízkého rizika ILUC, zachování organické hmoty v půdě, certifikaci a dostupnosti jasných metodických pravidel pro jejich uplatnění.

**Obrázek 4: Mapa biopalivových a biosložkových řetězců pro hodnocení ve studii**

Surovina / vstup → Konverzní cesta → Produkt → Typ hodnocení



## 5.1 Prioritní řetězce pro detailní hodnocení

Pro detailní hodnocení budou ve studii vybrány řetězce, u nichž existuje dostatečná datová opora a současně zřejmá relevance pro český výrobní, surovinový nebo palivový kontext. Tyto řetězce budou hodnoceny z hlediska dostupných LCA výsledků, hlavních emisních zdrojů, datové jistoty, možností snížení emisní intenzity a dopadů pro podniky, výzkum a hodnotové

řetězce. Do prioritní skupiny jsou zařazeny MĚŘO/RME, UCOME, bioetanol z kukuřice a bioetanol z kukuřičných zbytků

### **MĚŘO / RME**

MĚŘO / RME představuje základní biodiesellový řetězec navázaný na olejnaté plodiny, zejména řepku. V českém prostředí má vysokou relevanci, protože metylester řepkového oleje patří mezi nejrozšířenější biopaliva v ČR a je využíván jako náhrada nebo příměs do motorové nafty [12]. Z hlediska LCA bude důležité posoudit zejména zemědělskou fázi, hnojiva a POR, emise  $N_2O$ , výnosy, spotřebu energie ve výrobě, spotřeba metanolu, způsob alokace mezi hlavní produkt a vedlejší produkty a dopad vstupních dat na výslednou emisní intenzitu.

### **UCOME**

UCOME představuje biodiesellový řetězec založený na použitých kuchyňských olejích. Jeho význam spočívá v tom, že využívá odpadní nebo zbytkový vstup, a proto může vykazovat odlišný emisní profil než paliva ze zemědělských plodin. Pro LCA hodnocení bude důležitý zejména původ a status vstupu, systém sběru, logistika, předúprava, certifikace a doložitelnost odpadního charakteru suroviny a spotřeba metanolu. UCOME bude proto zařazeno mezi prioritní řetězce, ale se zvláštním důrazem na sledovatelnost, auditovatelnost a riziko datových nejistot.

### **Bioetanol z kukuřice**

Bioetanol z kukuřice představuje hlavní ethanolový řetězec navázaný na škrobnaté zemědělské suroviny. V českém kontextu je relevantní vzhledem k dostupnosti zemědělské suroviny, existujícímu palivovému využití bioetanolu a jeho vazbě na benzínový segment. Ministerstvo zemědělství uvádí bioetanol jako jedno z nejrozšířenějších biopaliv v ČR [12]. Z hlediska LCA bude důležité hodnotit pěstování suroviny, spotřebu energie při fermentaci a destilaci, nakládání s vedlejšími produkty, využití procesního  $CO_2$  (tj. úspory emisí ze zachycování a náhrady  $CO_2$ ) a způsob alokace emisí.

### **Bioetanol ze škrobnatých reziduí ze zpracování kukuřice**

Bioetanol ze škrobnatých reziduí ze zpracování kukuřice představuje perspektivní ethanolový řetězec navázaný na vedlejší nebo reziduální proudy z kukuřičného zpracování, zejména z kukuřičných mlýnů. Nejde o lignocelulósovou surovinu typu kukuřičné slámy, stonků nebo jiné zbytkové biomasy z pole. Z hlediska LCA může mít tento řetězec potenciál emisních úspor, protože vstupní surovina nevzniká primárně za účelem výroby paliva. Současně však bude výsledek citlivý na vymezení statusu rezidua, způsob alokace emisí mezi hlavní produkty a reziduální proud, logistiku, případnou úpravu vstupu, energetickou náročnost fermentace a destilace, využití procesního  $CO_2$  a dostupnost dat pro české podmínky.

**Tabulka 8: Přehled prioritních řetězců pro detailní hodnocení**

Řetězec	Typ vstupu	Produkt	Důvod zařazení	Klíčové otázky LCA
MĚŘO/RME	olejnaté plodiny	biodieselová složka / náhrada motorové nafty	rozšířený a relevantní český řetězec	zemědělská fáze, hnojiva a POR, N <sub>2</sub> O, energie, spotřeba metanolu, alokace
UCOME	použité kuchyňské oleje	biodieselová složka	odpadní vstup, potenciál vysokých úspor	původ suroviny, sběr, logistika, certifikace, spotřeba metanolu, auditovatelnost
bioetanol z kukuřice	škrobnatá zemědělská surovina	ethanolová složka / náhrada benzínu	rozšířený ethanolový řetězec	pěstování, fermentace, destilace, vedlejší produkty, CO <sub>2</sub>
bioetanol ze škrobnatých reziduí ze zpracování kukuřice	škrobnatý zbytky	pokročilý bioetanol	perspektivní využití škrobnatých zbytků	sběr zbytků, předúprava, enzymy, energie, CO <sub>2</sub>

Tyto čtyři řetězce budou tvořit analytické jádro studie. U každého z nich bude dále hodnocena emisní intenzita, dostupné LCA výsledky, hlavní emisní hotspoty, možnosti technologického nebo provozního snížení emisí a praktické dopady pro podniky, VaV témata a navazující strategické dokumenty ČTP Bio.

## 5.2 Řetězce pro rešeršní nebo orientační hodnocení

Vedle prioritních řetězců bude studie pracovat také s dalšími palivovými a biosložkovými cestami, které jsou relevantní z hlediska evropské regulace, technologického vývoje nebo dlouhodobé transformace dopravy a chemického průmyslu. Tyto řetězce však nebudou automaticky hodnoceny se stejnou hloubkou jako prioritní skupina. Rozsah jejich zpracování bude záviset na dostupnosti dat, jejich relevance pro český kontext a možnosti provést smysluplné LCA srovnání. Do rešeršní nebo orientační části budou zařazeny zejména HVO / HEFA, SAF biologického původu, pokročilá biopaliva z lignocelulózy, biopaliva z odpadní biomasy, bio-butan, bio-propan, bio-LPG a vybrané biosložky pro chemický průmysl.

### HVO / HEFA

HVO / HEFA představuje palivovou cestu založenou na hydrotreatingu olejů a tuků. Z hlediska dekarbonizace kapalných paliv může být relevantní zejména tam, kde je požadována vyšší kompatibilita s existující palivovou infrastrukturou nebo specifické vlastnosti finálního paliva. Pro LCA bude klíčová zejména povaha vstupní suroviny, spotřeba vodíku, energetická náročnost procesu a původ použitých vstupů.

### SAF biologického původu

SAF biologického původu bude ve studii hodnoceno zejména v kontextu rostoucího významu udržitelných leteckých paliv. ReFuelEU Aviation zavádí požadavky na postupné navyšování podílu udržitelných leteckých paliv dodávaných na letištích v EU, což vytváří regulační impuls pro SAF včetně biologicky založených cest [15]. Pro tuto studii však bude SAF biologického

původu zpracováno pouze v rozsahu odpovídajícím dostupnosti dat a relevanci pro české hodnotové řetězce.

### **Pokročilá biopaliva z lignocelulózy a biopaliva z odpadní biomasy**

Pokročilá biopaliva z lignocelulózy a biopaliva z odpadní biomasy mají strategický význam zejména proto, že mohou využívat zbytkové, odpadní nebo nepotravinářské vstupy. Evropský rámec rozlišuje pokročilá biopaliva podle vstupních surovin uvedených v přílohách směrnice o obnovitelných zdrojích, přičemž důraz je kladen na suroviny s nižším rizikem nepřímých dopadů a vyšším dekarbonizačním potenciálem [4], [7], [14]. V českém kontextu však bude jejich hodnocení záviset na dostupnosti konkrétních dat o surovinách, logistice a technologické připravenosti.

### **Bio-butan, bio-propan a bio-LPG**

Bio-butan, bio-propan a bio-LPG budou zahrnuty jako kontextové nebo perspektivní biosložky, které mohou mít význam pro budoucí palivové nebo chemické aplikace. Studie je nebude primárně hodnotit jako jádrové řetězce, pokud nebude k dispozici dostatečná datová základna. Jejich hlavní význam bude spočívat v identifikaci možných navazujících témat pro VaV, technologický foresight a Road Map.

### **Vybrané biosložky pro chemický průmysl**

Vybrané biosložky pro chemický průmysl budou ve studii zohledněny v rozsahu, v jakém souvisejí s cíli ČTP Bio a s širší transformací bio-based hodnotových řetězců. Akční plán ČTP Bio zdůrazňuje, že biomasa představuje obnovitelný zdroj uhlíku, který je strategicky významný nejen pro výrobu kapalných paliv, ale také pro chemický průmysl, materiálové aplikace a další oblasti, kde uhlík nelze plně nahradit elektrifikací nebo přímým využitím obnovitelné elektřiny [6].

*Tabulka 9: Řetězce pro rešeršní nebo orientační hodnocení*

<b>Řetězec / skupina</b>	<b>Typ vstupu</b>	<b>Potenciální produkt</b>	<b>Důvod zařazení</b>	<b>Předpokládaná hloubka hodnocení</b>
HVO / HEFA	oleje, tuky, odpadní oleje	obnovitelná motorová nafta, případně letecká paliva	technologická a infrastrukturní relevance	rešeršní / orientační
SAF biologického původu	biologické a odpadní vstupy splňující pravidla udržitelnosti	udržitelné letecké palivo	regulační impuls ReFuelEU Aviation	rešeršní / orientační
pokročilá biopaliva z lignocelulózy	zbytková a lignocelulózová biomasa	pokročilá kapalná biopaliva	dlouhodobý dekarbonizační potenciál	rešeršní / scénářové
biopaliva z odpadní biomasy	odpadní a zbytkové biologické vstupy	kapalná nebo plynná biopaliva	vazba na odpady a cirkulární ekonomiku	rešeršní / scénářové
bio-butan	fermentační nebo jiné bio-based vstupy	palivová nebo chemická složka	perspektivní produkt pro chemii a paliva	kontextové

Řetězec / skupina	Typ vstupu	Potenciální produkt	Důvod zařazení	Předpokládaná hloubka hodnocení
bio-propan	bio-based vedlejší nebo procesní proudy	palivo / chemická surovina	návaznost na bio-based chemii	kontextové
bio-LPG	bio-based nebo vedlejší proudy	LPG alternativa	potenciál v palivových aplikacích	kontextové
biosložky pro chemický průmysl	biomasa, cukry, oleje, lignocelulóza, odpady	chemické meziprodukty	vazba na zelenou chemii a materiálové využití uhlíku	kontextové

### 5.3 Vazba na český průmyslový a surovinový kontext

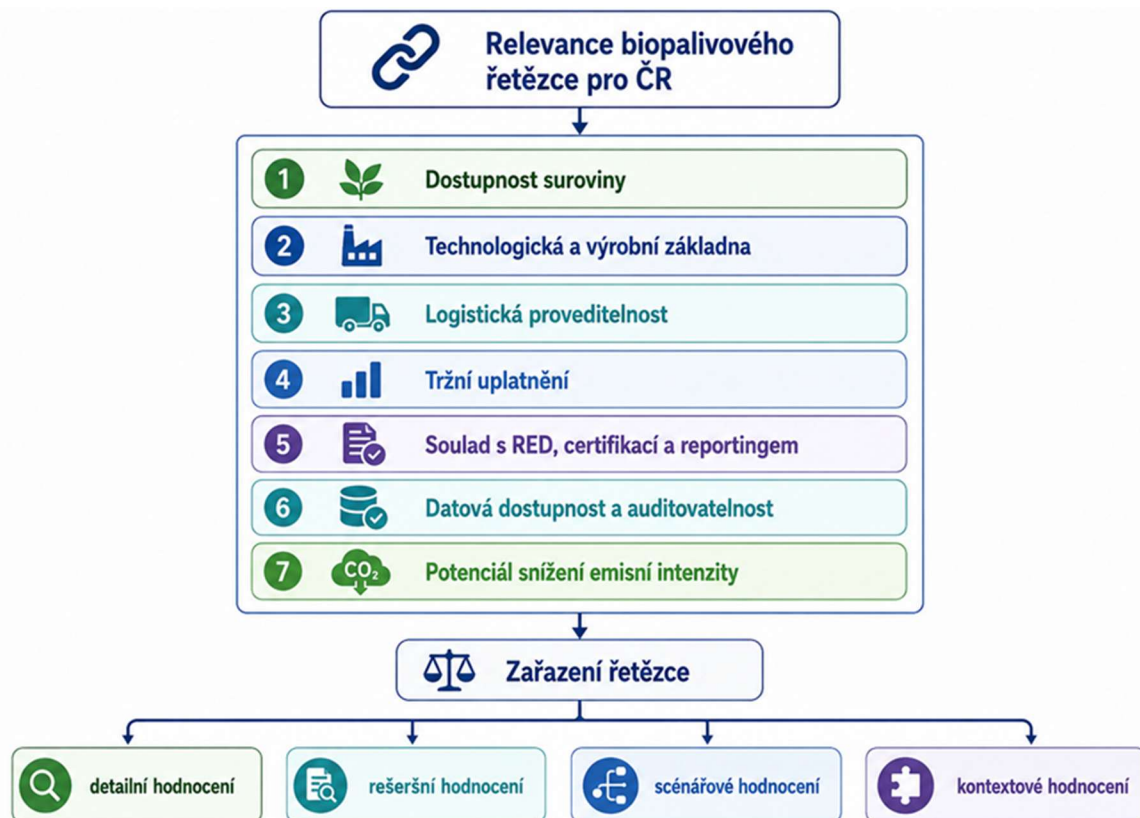
Relevance jednotlivých biopalivových řetězců nebude ve studii hodnocena pouze podle emisní intenzity. Nízká emisní intenzita je důležitým, nikoliv jediným kritériem. Pro praktické rozhodování je stejně důležité, zda je daný řetězec opřen o dostupnou surovinovou základnu, zda existuje technologická nebo výrobní zkušenost, zda je logisticky zvládnutelný, zda má tržní uplatnění a zda je schopen splnit požadavky RED, certifikace a reportingu.

**Český kontext bude proto posuzován zejména podle těchto kritérií:**

- dostupnost vhodných surovin;
- existence nebo rozvoj výrobních a zpracovatelských kapacit;
- návaznost na zemědělství, odpadové hospodářství, dopravu a chemický průmysl;
- logistická proveditelnost;
- možnost certifikace a doložení původu vstupů;
- soulad s požadavky RED a prováděcích pravidel;
- datová dostupnost a auditovatelnost;
- potenciál snížení emisní intenzity;
- využitelnost pro podniky, VaV a strategické dokumenty ČTP Bio.

Tento přístup je v souladu s Akčním plánem digitální a zelené transformace ČTP Bio, který sektor bio-based řešení nevnímá pouze jako přechodné nebo doplňkové řešení, ale jako strategickou oblast pro dopravu, chemický průmysl, materiálové aplikace a dlouhodobou konkurenceschopnost průmyslové základny [6]. Zároveň odpovídá logice OP TAK a technologických platforem, kde má platforma poskytovat koordinační, analytický a strategický rámec pro podniky, výzkumné organizace a veřejnou správu [1].

Obrázek 5: Vazba relevance řetězce na český kontext



Praktickým důsledkem této kapitoly je rozdělení řetězců do dvou hlavních skupin. První skupinu tvoří řetězce, které budou zpracovány detailně, protože mají vysokou relevanci a dostatečnou datovou oporu. Druhou skupinu tvoří řetězce, které budou zpracovány rešeršně, orientačně nebo scénářově, protože mohou být důležité pro budoucí transformaci, ale v současnosti u nich nemusí být k dispozici dostatečná data pro robustní kvantitativní srovnání.

Takové rozdělení umožní, aby studie byla současně praktická i strategická. Praktická proto, že se opře o dobře doložené řetězce relevantní pro současné české prostředí. Strategická proto, že nezúží pozornost pouze na stávající paliva, ale zachytí také směry, které mohou být významné pro budoucí technologický rozvoj, investice, VaV a Road Map ČTP Bio.

## 6. Souhrn dostupných LCA analýz podle jednotlivých paliv

Hlavní analytická část studie hodnotí vybrané biopalivové a biosložkové řetězce podle dostupných LCA poznatků, emisních hotspotů, datové jistoty a možností snížení emisní intenzity. Cílem není sestavit pouze přehled hodnot, ale vysvětlit, proč se jednotlivé palivové cesty emisně liší a kde mohou vznikat praktická opatření ke zlepšení jejich bilance.

Hodnocení bude vycházet z metodické logiky vymezené v předchozích kapitolách. Základním rámcem bude RED II/III a prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996 ve znění pozdějších předpisů, protože právě tento rámec je pro výrobce a zpracovatele biopaliv rozhodující z hlediska udržitelnosti, certifikace, reportingu a regulatorní uznatelnosti [4], [5]. Současně bude

využívána logika přílohy V směrnice (EU) 2018/2001, která stanovuje pravidla pro výpočet dopadu biopaliv, biokapalin a jejich fosilních komparátorů na emise skleníkových plynů [7].

Kapitola bude pracovat se dvěma úrovněmi informací. První úroveň tvoří **prioritní řetězce pro detailní hodnocení**, tedy MĚŘO/RME, UCOME, bioetanol z kukuřice a bioetanol z kukuřičných zbytků. U těchto řetězců bude cílem provést podrobnější hodnocení dostupných LCA výsledků, emisních zdrojů, citlivostí a možností snížení emisní intenzity. Druhou úroveň tvoří **řetězce pro rešeršní nebo orientační hodnocení**, zejména HVO/HEFA, SAF biologického původu a vybraná pokročilá biopaliva. U nich bude rozsah hodnocení přizpůsoben dostupnosti dat a relevanci pro český kontext.

LCA výsledek nebude ve studii interpretován jako absolutní vlastnost daného paliva. Stejný typ paliva může dosahovat rozdílných emisních hodnot podle původu suroviny, výrobní energie, výnosů, logistiky, alokace vedlejších produktů a kvality dat. Proto bude u každého řetězce hodnocena nejen emisní intenzita nebo emisní úspora, ale také datová jistota, hlavní emisní hotspoty a možnost praktického snížení uhlíkové stopy.

Obrázek 6: Jednotná analytická šablona pro každý palivový řetězec



## 6.1 MĚŘO / RME z olejnatých plodin

MĚŘO, tedy methylester řepkového oleje, patří mezi základní biopalivové řetězce využívané v České republice. Ministerstvo zemědělství uvádí methylester řepkového oleje mezi nejrozšířenějšími biopalivy v ČR a popisuje jej jako náhradu nebo příměs do motorové nafty [12]. Z hlediska této studie bude MĚŘO/RME představovat prioritní řetězec pro detailní

hodnocení, protože má vysokou relevanci pro český kontext, navazuje na domácí zemědělskou surovinovou základnu a je součástí širšího evropského rámce pro kapalná biopaliva.

Z hlediska suroviny jde o řetězec založený na olejnatých plodinách, zejména řepce. Výrobní cesta zahrnuje pěstování suroviny, získání rostlinného oleje, jeho zpracování a transesterifikaci na methylestery mastných kyselin. Výsledný produkt je využitelný jako biodieselová složka, typicky ve směsi s motorovou naftou.

Relevantní hranice LCA budou zahrnovat zejména zemědělskou fázi, výrobu a aplikaci hnojiv a POR, emise  $N_2O$ , výnos za hektar, spotřebu nafty a energie při pěstování, dopravu suroviny, zpracování oleje, transesterifikaci, využití vedlejších produktů a distribuci finálního paliva. Příloha V směrnice (EU) 2018/2001 stanovuje pro biopaliva obecnou logiku výpočtu emisí zahrnující emise ze získání nebo pěstování surovin, změny využití půdy, zpracování, dopravy a distribuce a případné uznatelné úspory nebo odpočty [7].

Dostupné LCA výsledky pro FAME se v evropských metodických a referenčních zdrojích liší podle typu vstupní suroviny, zemědělských parametrů, použitých energetických vstupů a způsobu alokace vedlejších produktů. Příloha V směrnice (EU) 2018/2001 obsahuje typické a defaultní hodnoty pro vybrané biopalivové cesty, které představují regulatorně významný referenční rámec pro posuzování emisních úspor [7]. Současně JRC/JEC Well-to-Wheels report uvádí, že hodnocení palivových cest se provádí transparentní a společnou metodikou pro široké spektrum paliv relevantních pro evropský kontext, přičemž zahrnuje energetickou bilanci a emise skleníkových plynů [16].

Hlavní emisní zátěž u MĚŘO/RME lze očekávat především v zemědělské fázi a v energetických vstupech výrobního procesu. Významné jsou zejména dávky dusíkatých hnojiv, související emise  $N_2O$ , výnosy, spotřeba paliv při pěstování, spotřeba a původ energie při zpracování, spotřeba metanolu a způsob, jakým jsou emise alokovány mezi hlavní produkt a vedlejší produkty. Praktické zkušenosti z výpočtů pro RME ukazují, že při fixních výnosech patří mezi nejvýznamnější příspěvky ke konečným emisím zejména dávkování dusíkatých hnojiv, které může představovat přibližně 51–54 % výsledné emisní bilance, dále energetická spotřeba při zpracování v závislosti na použitém zdroji energie, například zemní plyn nebo lignit, přibližně 7–11 %, spotřeba metanolu přibližně 10 %, spotřeba paliv ve fázi pěstování přibližně 9 %, doprava a distribuce v řetězci přibližně 7–8 %, ostatní hnojiva, přípravky na ochranu rostlin a osivo přibližně 6 %, elektřina při zpracování přibližně 3 %, katalyzátor  $CH_3ONa$  přibližně 2 % a ostatní chemikálie a čištění odpadních vod přibližně 1 %. Tyto hodnoty je nutné chápat jako orientační rozpad typických příspěvků, nikoli jako univerzální emisní faktor, protože konkrétní výsledek závisí na výnosech, agronomické praxi, energetickém mixu, technologii zpracování, logistice, použitých DDV a dostupnosti skutečných provozních dat. JRC/DG MOVE ve zprávě o alternativních palivech zároveň upozorňuje, že volba metody pro vedlejší produkty patří mezi kritické otázky LCA a může významně ovlivnit výsledky; RED používá alokaci podle energetického obsahu, zatímco některé jiné přístupy pracují se substituční metodou [17].

Citlivost výsledku u MĚŘO/RME bude proto záviset zejména na zemědělských výnosech, emisích z N-hnojiv, energetickém mixu výrobního procesu, způsobu alokace, využití vedlejších produktů a kvalitě vstupních dat. Možnosti snížení emisní intenzity budou spočívat zejména ve zlepšení zemědělských postupů, efektivnějším využití hnojiv, snížení energetické náročnosti zpracování, využití nízkoemisních energetických vstupů a kvalitnějším doložení skutečných hodnot namísto spoléhání na obecné defaultní hodnoty.

Pro český kontext je MĚŘO/RME relevantní zejména kvůli vazbě na domácí zemědělství, existující palivový segment a dostupnost statistických údajů o kapalných biopalivech. Ministerstvo průmyslu a obchodu publikuje statistiky kapalných biopaliv, včetně methylesterů mastných kyselin a bioetanolu, což potvrzuje praktickou významnost těchto řetězců pro české energetické a palivové statistiky [13].

Datové mezery budou spočívat především v potřebě přesnějších českých hodnot pro zemědělskou fázi, energetickou náročnost konkrétních typů zpracování, skutečné využití vedlejších produktů a emisní dopady použitých vstupů. Studie proto nebude MĚŘO/FAME hodnotit pouze jako obecnou kategorii, ale jako řetězec, jehož emisní výsledek se může výrazně měnit podle konkrétních vstupních dat.

## 6.2 UCOME z použitých kuchyňských olejů

UCOME představuje biodieselovou cestu založenou na použitých kuchyňských olejích. Na rozdíl od FAME z primárních olejnatých plodin využívá vstup, který má odpadní nebo zbytkový charakter. To má zásadní dopad na LCA hodnocení, protože emisní profil takového řetězce je více závislý na sběru, logistice, předúpravě, certifikaci původu a správném doložení statusu suroviny než na zemědělské fázi.

Z hlediska výrobní cesty jde o sběr použitého oleje, jeho čištění a úpravu, následnou transesterifikaci a využití výsledného methylesteru jako biodieselové složky. Protože vstupní surovina nevzniká primárně za účelem výroby paliva, je pro LCA hodnocení klíčové správně stanovit, jak se s odpadním nebo zbytkovým charakterem vstupu pracuje podle metodiky RED a certifikačních pravidel.

Relevantní hranice LCA budou zahrnovat zejména sběr použitého oleje, dopravu, skladování, předúpravu, zpracování, spotřebu energie, distribuci výsledného paliva a certifikační doložení původu vstupu. Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996 je v této souvislosti důležité zejména proto, že se nezaměřuje pouze na výpočet emisí, ale také na ověřování kritérií udržitelnosti, úspor emisí a nízkého ILUC rizika [5].

Dostupné LCA výsledky u UCOME obvykle ukazují, že odpadní vstupy mohou mít výrazný potenciál emisních úspor, avšak výsledek je citlivý na hranice systému, status suroviny, způsob sběru, dopravní vzdálenosti, energetickou náročnost předúpravy a kvalitu certifikace. Evropský rámec věnuje odpadním a zbytkovým vstupům zvláštní pozornost, protože pokročilá a odpadová biopaliva jsou považována za důležitou součást dekarbonizace dopravy [3], [14].

Hlavní emisní zdroje u UCOME budou pravděpodobně spojeny především se spotřebou metanolu, logistikou a distribucí v rámci řetězce, energetickými vstupy při zpracování, použitím katalyzátoru, elektřinou a kvalitou dat o původu a pohybu suroviny. Oproti palivům z primárních zemědělských plodin má UCOME zásadně menší význam zemědělské fáze, protože vstupní surovinou je použitý kuchyňský olej. Naopak roste význam sledovatelnosti, certifikace a auditovatelnosti dat, zejména kvůli prokazování původu odpadní suroviny, jejímu pohybu v dodavatelském řetězci a zamezení dvojímu započítání. Praktické zkušenosti z výpočtů pro UCOME ukazují, že při fixních výnosech patří mezi hlavní příspěvky ke konečným emisím zejména spotřeba metanolu, která může představovat přibližně 48–51 % výsledné emisní bilance, dále doprava a distribuce v rámci řetězce přibližně 21–23 %, přičemž se v praxi často využívají DDV, spotřeba energie při zpracování přibližně 10–17 % v závislosti na použitém zdroji energie, například zemní plyn nebo lignit, použití katalyzátoru  $\text{CH}_3\text{ONa}$  přibližně 11–12 %, elektřina při zpracování přibližně 3 % a ostatní chemikálie a čištění odpadních vod pouze v nevýznamném rozsahu. Tyto hodnoty je nutné chápat jako orientační rozpad typických příspěvků, nikoli jako univerzální emisní faktor, protože konkrétní výsledek závisí na skutečné logistice, kvalitě a původu vstupní suroviny, technologii zpracování, energetickém mixu, použitých DDV a dostupnosti ověřitelných provozních dat.

Citlivosti výsledku budou zahrnovat zejména dopravní vzdálenosti, hustotu a efektivitu sběrné sítě, energetické vstupy při předúpravě a zpracování, způsob klasifikace vstupu jako odpadu nebo zbytku a riziko neúplných nebo nekonzistentních dat. Možnosti snížení emisní intenzity budou spočívat především v optimalizaci logistiky, zlepšení digitální evidence vstupů, snížení energetické náročnosti zpracování a posílení auditovatelnosti surovinového řetězce.

Pro český kontext je UCOME relevantní zejména jako odpadový biodiesellový řetězec s potenciálem vyšších emisních úspor. Současně je však jeho praktická využitelnost podmíněna dostupností certifikovaného vstupu, kvalitou sběrného systému a schopností doložit původ suroviny. Akční plán ČTP Bio zdůrazňuje, že sledovatelnost surovin a digitální emisní reporting jsou klíčové pro plnění regulačních požadavků a snižování administrativního i regulačního rizika [6].

Datové mezery u UCOME budou spočívat zejména v přesnosti údajů o původu suroviny, sběru, logistice, předúpravě a skutečných energetických vstupech. Studie by proto měla u UCOME klást zvláštní důraz nejen na emisní hodnoty, ale také na důvěryhodnost datového a certifikačního řetězce.

### **6.3 Bioetanol z kukuřice**

Bioetanol z kukuřice představuje ethanolovou cestu založenou na škrobnaté zemědělské surovině. V českém prostředí je bioetanol relevantní jako jedna ze základních kapalných biosložek využívaných v dopravě; Ministerstvo zemědělství jej uvádí mezi nejrozšířenějšími biopalivy v ČR [12]. Ministerstvo průmyslu a obchodu zároveň sleduje bioetanol v rámci statistik kapalných biopaliv, což potvrzuje jeho význam pro český palivový sektor [13].

Výrobní cesta zahrnuje pěstování kukuřice, její dopravu a skladování, zpracování škrobnaté suroviny, hydrolýza, fermentaci, destilaci, dehydrataci a využití výsledného bioetanolu jako palivové složky. Vedlejším výstupem mohou být krmné produkty, případně procesní CO<sub>2</sub> z fermentace. Z hlediska LCA je proto důležité nejen hodnotit emise spojené s pěstováním a výrobou, ale také způsob využití vedlejších produktů a alokace emisí.

Relevantní hranice LCA budou zahrnovat pěstování kukuřice, hnojiva, emise N<sub>2</sub>O, výnosy, dopravu suroviny, fermentaci, destilaci, spotřebu tepla a elektřiny, vedlejší produkty, distribuci a konečné použití paliva. U ethanolových cest je obvykle významná zejména zemědělská fáze a energetická náročnost výrobního procesu, především destilace a sušení vedlejších produktů.

Dostupné LCA výsledky se u bioetanolu z kukuřice mohou významně lišit podle výnosů, energetického vstupu, způsobu využití vedlejších produktů a použitých metodických předpokladů. RED rámec obsahuje referenční pravidla a defaultní hodnoty pro vybrané biopalivové cesty, které slouží jako regulatorní základ pro posuzování emisních úspor [7]. JRC/DG MOVE zároveň uvádí, že u palivových cest je třeba pracovat s rozdílnou dostupností a spolehlivostí dat a že výsledky mohou být ovlivněny metodikou, zejména u vedlejších produktů a hranic systému [17].

Hlavní emisní zdroje u bioetanolu z kukuřice budou spojeny zejména s pěstováním suroviny, spotřebou hnojiv, emisemi N<sub>2</sub>O, energií potřebnou pro fermentaci, destilaci, sušení vedlejších produktů a úspory emisí vyvolané zachycením a náhradou CO<sub>2</sub> (ECCR). Významnou roli může hrát také původ tepla a elektřiny. Pokud výrobní proces využívá emisně náročné energetické vstupy, může to výrazně zhoršit celkový výsledek LCA.

Citlivost výsledku bude u bioetanolu z kukuřice záviset zejména na zemědělských výnosech, dávkách dusíkatých hnojiv, emisích N<sub>2</sub>O, energetické náročnosti fermentace a destilace, typu použitého tepla, spotřebě elektřiny, způsobu alokace mezi ethanol a vedlejší produkty, logistice, použitých DDV a kvalitě provozních dat. Významným faktorem může být také ECCR, tedy úspora emisí ze zachycování a náhrady CO<sub>2</sub>. U bioetanolových závodů vzniká při fermentaci koncentrovaný proud biogenního CO<sub>2</sub>, jehož zachycení a využití jako náhrady CO<sub>2</sub> fosilního původu může podle metodiky RED významně snížit výslednou emisní intenzitu paliva.

Praktické zkušenosti z výpočtů pro kukuřičný ethanol ukazují, že při fixních výnosech patří mezi hlavní příspěvky ke konečným emisím zejména dávkování dusíkatých hnojiv, které může představovat přibližně 53–68 % výsledné emisní bilance, energetická spotřeba při zpracování přibližně 39–52 % v závislosti na použitém zdroji energie, například zemní plyn nebo lignit, spotřeba elektřiny při zpracování přibližně 10–13 %, doprava a distribuce v řetězci přibližně 12–16 %, přičemž se v praxi často využívají DDV, spotřeba paliv ve fázi pěstování přibližně 9–11 %, ostatní hnojiva, přípravky na ochranu rostlin a osivo přibližně 6–8 % a ostatní chemikálie a čištění odpadních vod přibližně 1–2 %. Naopak zachycení a využití fermentačního CO<sub>2</sub> může v podobě ECCR působit jako významná emisní úspora, orientačně v rozsahu přibližně minus 43–56 % výsledné bilance. Tyto hodnoty je nutné chápat jako orientační rozpad typických příspěvků, nikoli jako univerzální emisní faktor, protože konkrétní výsledek závisí na výnosech,

agronomické praxi, technologii výroby, energetickém mixu, způsobu využití nebo započtení CO<sub>2</sub>, logistice, použitých DDV a dostupnosti ověřitelných provozních dat.

Možnosti snížení emisní intenzity proto zahrnují zejména optimalizaci dávek dusíkatých hnojiv, energetickou integraci výroby, využití nízkoemisního tepla, optimalizaci fermentace a destilace, zachycování a využití biogenního CO<sub>2</sub> v režimu ECCR, efektivnější využití vedlejších produktů a přesnější práci se skutečnými provozními daty.

Pro český kontext je bioetanol z kukuřice relevantní díky dostupnosti zemědělské suroviny, existujícímu palivovému využití, přítomnosti zpracovatelské infrastruktury a napojení na statisticky sledovaný segment kapalných biopaliv [13]. Současně jde o řetězec, u něhož je nutné citlivě posuzovat zemědělské vstupy, potravinářsko-palivovou konkurenci, využití vedlejších produktů, vliv energetických vstupů na emisní bilanci a potenciál zachycování biogenního CO<sub>2</sub>.

Datové mezery budou spočívat zejména v potřebě přesných českých hodnot pro pěstování kukuřice, spotřebu energií ve výrobě, využití vedlejších produktů a práci s fermentačním CO<sub>2</sub>. Studie by proto měla rozlišovat mezi obecnými referenčními hodnotami a daty skutečně reprezentativními pro české podmínky.

## **6.4 Bioetanol ze škrobnatých reziduí ze zpracování kukuřice**

Bioetanol ze škrobnatých reziduí ze zpracování kukuřice představuje cestu výroby ethanolu z reziduálních proudů vznikajících při zpracování kukuřice, zejména v kukuřičných mlýnech. V této studii nejde o lignocelulózovou surovinu, jako jsou kukuřičná sláma, stonky, šustí nebo jiné zbytky z pole. Z tohoto důvodu se tento řetězec nehodnotí jako lignocelulózové biopalivo a lignin zde nevzniká jako relevantní vedlejší produkt. Lignocelulózová biopaliva jsou řešena samostatně v kapitole 6.6.

Z hlediska LCA může využití škrobnatých reziduí snížit část emisní zátěže spojené s primární zemědělskou výrobou, protože vstupní surovina nevzniká primárně za účelem výroby paliva. Rozhodující však bude, jak bude reziduum metodicky vymezeno, zda bude doložen jeho původ a status, jak bude provedena alokace emisí mezi hlavní produkty kukuřičného zpracování a reziduální proud a jaké budou skutečné provozní vstupy navazující výroby ethanolu.

Výrobní cesta zahrnuje získání škrobnatého rezidua ze zpracování kukuřice, jeho dopravu a skladování, případnou úpravu vstupu, hydrolýzu škrobnaté složky, fermentaci cukrů, destilaci a využití výsledného ethanolu jako palivové složky. Z hlediska LCA bude důležité hodnotit zejména status vstupního rezidua, způsob alokace emisí, spotřebu tepla, elektřiny a pomocných látek, účinnost fermentace a destilace, využití vedlejších proudů a případné zachycování nebo využití biogenního CO<sub>2</sub>.

Relevantní hranice LCA budou zahrnovat vznik a vymezení škrobnatého rezidua, jeho dopravu, skladování, případnou úpravu, hydrolýzu, fermentaci, destilaci, spotřebu energie a pomocných látek, využití vedlejších produktů, práci s fermentačním CO<sub>2</sub> a distribuci finálního paliva. Do

hranic tohoto řetězce se naopak nezahrnuje využití ligninu, protože hodnocená surovina nemá lignocelulózový charakter.

Hlavní emisní zdroje budou spojeny především s alokací emisí na reziduální proud, dopravou a skladováním vstupu, úpravou škrobnaté suroviny, spotřebou tepla a elektřiny při fermentaci a destilaci a s využitím nebo nevyužitím biogenního CO<sub>2</sub>. Citlivost výsledku bude záviset zejména na metodickém statusu rezidua, dostupnosti provozních dat, energetickém mixu, logistických vzdálenostech, výtěžnosti ethanolu a způsobu nakládání s vedlejšími proudy.

Možnosti snížení emisní intenzity budou spočívat zejména v přesném doložení původu a statusu rezidua, transparentní alokaci emisí, optimalizaci dopravy a skladování, snížení spotřeby tepla a elektřiny, využití nízkoemisní energie, zlepšení účinnosti fermentace a destilace a případném zachycování a využití biogenního CO<sub>2</sub>. Datové mezery se budou týkat zejména dostupnosti skutečných provozních údajů o množství a kvalitě škrobnatých reziduí, energetické náročnosti procesu, výtěžnosti ethanolu, alokaci emisí a využití vedlejších proudů.

## 6.5 HVO / HEFA

HVO/HEFA představuje palivovou cestu založenou na hydrotreatingu olejů a tuků. Výsledkem může být obnovitelná motorová nafta, případně při odpovídajícím zpracování také frakce využitelné pro letecká paliva. V této studii bude HVO/HEFA zařazeno mezi řetězce pro rešeršní nebo orientační hodnocení, protože jeho relevance je zřejmá z evropského hlediska, ale rozsah detailního hodnocení bude záviset na dostupnosti dat pro české podmínky.

Z hlediska surovin může HVO/HEFA využívat rostlinné oleje, odpadní oleje, tuky nebo další vhodné lipidické vstupy. Právě typ vstupní suroviny je pro LCA výsledek zásadní. Palivo vyrobené ze zemědělské plodiny bude mít odlišný emisní profil než palivo vyrobené z odpadního oleje nebo zbytkového tuku. Druhým klíčovým faktorem je spotřeba vodíku a původ vodíku použitého v procesu hydrotreatingu.

Relevantní hranice LCA budou zahrnovat získání vstupní suroviny, její dopravu a předúpravu, spotřebu vodíku, spotřebu tepla a elektřiny, vlastní hydrogenační proces, distribuci paliva a případné vedlejší produkty. U tohoto řetězce bude nutné odlišovat výsledky podle typu vstupu, protože obecné označení HVO samo o sobě nestačí k posouzení emisní intenzity.

Dostupné LCA výsledky pro HVO/HEFA se budou lišit podle vstupní suroviny a původu vodíku. Pokud je využit odpadní nebo zbytkový vstup a nízkoemisní vodík, může být emisní profil výrazně příznivější než u cest založených na primárních surovinách a emisně náročném vodíku. JRC/JEC Well-to-Wheels rámec je v tomto ohledu relevantní jako referenční odborný zdroj pro srovnávání palivových cest v evropském kontextu [16].

Hlavní emisní zdroje budou spočívat zejména ve vstupní surovině, spotřebě vodíku, energetické náročnosti procesu a případně v dopravě vstupů. Citlivost výsledku bude vysoká především na původ vodíku a klasifikaci suroviny. Možnosti snížení emisní intenzity budou

spočívat ve využívání odpadních nebo zbytkových vstupů, zajištění nízkoemisního vodíku, energetické optimalizaci procesu a zlepšení sledovatelnosti vstupů.

Pro český kontext bude HVO/HEFA relevantní zejména jako srovnávací a perspektivní cesta, nikoliv nutně jako detailně kvantifikovaný domácí řetězec. Studie jej proto zařadí mezi rešeršní řetězce s důrazem na datové mezery, vstupní suroviny, původ vodíku a regulatorní uznatelnost.

## **6.6 Pokročilá biopaliva z lignocelulózy a odpadní biomasy**

Pokročilá biopaliva z lignocelulózy a odpadní biomasy představují strategicky významnou skupinu palivových cest, které mohou přispět k dekarbonizaci dopravy bez přímé závislosti na potravinářských plodinách. Evropská komise vymezuje pokročilá biopaliva ve vazbě na specifické vstupní suroviny uvedené v příloze IX směrnice o obnovitelných zdrojích, včetně odpadů, zbytků a lignocelulóзовých materiálů [14].

V této studii budou tyto cesty hodnoceny převážně rešeršně nebo scénářově. Důvodem je jejich potenciální strategický význam, ale současně omezená dostupnost robustních českých dat pro konkrétní technologické cesty. Do této skupiny mohou spadat například paliva vyráběná ze slámy, zbytkové biomasy, dřevní nebo nedřevní lignocelulózy, biologických odpadů nebo dalších vstupů vymezených evropským regulatorním rámcem.

Relevantní hranice LCA budou zahrnovat dostupnost a původ biomasy, udržitelný odběr zbytků, logistiku, skladování, předúpravu, konverzi, energetické vstupy, vedlejší proudy a konečné využití produktu. Hlavní emisní zdroje budou pravděpodobně spojeny s logistikou, předúpravou, technologickou účinností konverze a energetickou náročností procesu. U zbytkových surovin bude zároveň důležité hodnotit dopady na půdu, alternativní využití suroviny a možné náhradní efekty.

Dostupné LCA výsledky u pokročilých biopaliv je vhodné interpretovat opatrně. Mohou ukazovat vysoký potenciál emisních úspor, ale závěr bude velmi citlivý na technologickou zralost, typ vstupu, výtěžnost, energetickou integraci a metodiku práce s vedlejšími proudy. JRC/DG MOVE upozorňuje, že u různých palivových cest existuje rozdílná dostupnost a spolehlivost informací, což ovlivňuje možnost prezentovat výsledky a srovnání [17].

Pro český kontext jsou pokročilá biopaliva relevantní zejména jako dlouhodobé VaV, investiční a strategické téma. Jejich význam spočívá v možnosti využití zbytkových a odpadních surovin, rozvoji nových hodnotových řetězců a napojení na Strategickou výzkumnou agendu, Technologický foresight a Road Map ČTP Bio.

Datové mezery budou u této skupiny zásadní. Bude nutné doplnit zejména údaje o dostupnosti vstupních surovin, logistice, technologické připravenosti, energetické náročnosti, výtěžnosti procesů, využití vedlejších proudů a reálné proveditelnosti v českém prostředí. Proto budou výsledky interpretovány jako scénářové nebo strategické, nikoliv jako plně porovnatelné s detailně hodnocenými řetězci.

**Tabulka 10: Souhrn hodnocených palivových cest podle typu vstupu, datové dostupnosti a charakteru hodnocení**

Palivo / výrobní cesta	Typ suroviny	Dostupnost dat	Hlavní emisní zdroje	Možnosti snížení emisí	Charakter hodnocení
MĚŘO / RME	olejnatá plodina	vysoká	zemědělská fáze, energie, alokace	efektivnější pěstování, energie, práce s vedlejšími produkty, změna energeticky zdrojů, změna původ metanolu	detailní
UCOME	odpadní olej	vysoká	sběr, doprava, zpracování	logistika, energie, certifikace původu, změna energeticky zdrojů, změna původ metanolu	detailní
bioetanol z kukuřice	zemědělská plodina	vysoká	pěstování, fermentace, destilace	efektivnější pěstování, energie, využití vedlejších produktů, změna energeticky zdrojů, zachycování a náhrady CO <sub>2</sub>	detailní
bioetanol z kukuřičných zbytků	škrobnatý zbytky	dostatečná	sběr, předúprava, enzymy, energie	efektivnější předúprava, energie, zachycování a náhrady CO <sub>2</sub>	detailní / polo-detailní
HVO / HEFA	oleje a tuky	střední / dle dat	surovina, vodík, energie	odpadní vstupy, nízkoemisní vodík	rešeršní
pokročilá biopaliva	lignocelulóza / odpady	omezená	předúprava, konverze, logistika	technologický rozvoj, energetická integrace	scénářové

**Tabulka 11: Přehled hlavních emisních hotspotů podle palivových cest**

Řetězec	Primární emisní hotspot	Sekundární emisní hotspot	Největší páka pro snížení emisí
MĚŘO/RME	zemědělská fáze	energie ve výrobě, alokace	optimalizace zemědělských vstupů a energetiky
UCOME	logistika a předúprava	certifikace a datová kvalita	optimalizace sběru a digitální sledovatelnost
bioethanol z kukuřice	pěstování a výrobní energie	vedlejší produkty a alokace	nízkoemisní teplo, efektivnější destilace, zachycování a náhrady CO <sub>2</sub>
bioethanol z kukuřičných zbytků	sběr a předúprava	energetická náročnost konverze	nízkoemisní teplo, efektivnější destilace zachycování a náhrady CO <sub>2</sub>
HVO / HEFA	vstupní surovina a vodík	energetická náročnost procesu	odpadní vstupy a nízkoemisní vodík
pokročilá biopaliva	předúprava a konverze	logistika zbytkových surovin	technologický rozvoj a energetická integrace

Obrázek 7: Vazba mezi vstupní surovinou, výrobní energií a výslednou emisní intenzitou



## 7. Srovnání emisní intenzity, emisních úspor a datové spolehlivosti

Tato kapitola převádí dílčí poznatky o jednotlivých palivových řetězcích do srovnatelného rozhodovacího přehledu. Porovnání kombinuje emisní intenzitu, potenciál emisních úspor a spolehlivost dostupných dat, aby nedošlo k redukci výsledků na jednu izolovanou hodnotu.

Srovnání bude vycházet z metodického rámce vymezeného v předchozích kapitolách. Základní referencí zůstává evropský rámec RED III, prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996 a pravidla pro výpočet emisí biopaliv a jejich fosilních komparátorů podle přílohy V směrnice (EU) 2018/2001 [4], [5], [7]. Zároveň bude zohledněna logika JRC/JEC Well-to-Wheels přístupu, který ukazuje, že porovnávání palivových cest musí pracovat nejen s výslednou emisní hodnotou, ale také s hranicemi systému, energetickými vstupy, vedlejšími produkty a metodickými předpoklady [16], [17].

### Proč studie nevytváří jednoduchý žebříček paliv

Jedno palivo nemá jednu univerzální emisní hodnotu. Výsledek LCA závisí na původu suroviny, výrobní technologii, energetických vstupech, logistice, alokaci vedlejších produktů, použité metodice a kvalitě dat. Studie proto nebude pracovat pouze s pořadím „nejlepší–nejhorší“, ale se srovnáním emisní intenzity, emisních úspor a datové spolehlivosti.

Výsledky budou interpretovány ve třech rovinách. První rovinou je **emisní intenzita**, tedy množství emisí skleníkových plynů připadající na jednotku energie nebo produktu. Druhou rovinou je **emisní úspora vůči fosilnímu komparátoru**, tedy míra snížení emisí oproti referenčnímu fosilnímu palivu. Třetí rovinou je **datová spolehlivost**, tedy míra, v jaké je

výsledek dostatečně podložený pro praktické rozhodování, nebo má pouze orientační, rešeršní či scénářový charakter.

Tento přístup je důležitý zejména proto, že některé řetězce mají dostatečnou datovou oporu pro detailnější vyhodnocení, zatímco u jiných bude možné pracovat pouze s pásmy hodnot nebo kvalitativním hodnocením. Studie proto bude rozlišovat mezi výsledky vhodnými pro rozhodování a výsledky, které mají spíše strategický nebo výhledový význam.

## 7.1 Emisní intenzita podle řetězců

Emisní intenzita představuje základní srovnávací ukazatel, který vyjadřuje množství emisí skleníkových plynů připadající na jednotku energie nebo produktu. U palivových řetězců se zpravidla používá vyjádření v **g CO<sub>2</sub>ekv/MJ**, případně v jiných jednotkách podle charakteru dostupných dat. Pro účely této studie bude emisní intenzita sloužit jako výchozí hodnota pro následné posouzení emisní úspory vůči fosilnímu komparátoru.

U prioritních řetězců, tedy MĚŘO/RME, UCOME, bioetanolu z kukuřice a bioetanolu z kukuřičných zbytků, bude cílem pracovat s co nejpřesnějšími dostupnými hodnotami nebo s úzkým rozmezím hodnot. U řetězců s nižší datovou jistotou, zejména HVO/HEFA a pokročilých biopaliv, bude vhodnější pracovat s pásmy hodnot nebo scénářovým vyjádřením.

Emisní intenzita nebude interpretována izolovaně. Každá hodnota musí být spojena s informací o tom, jaké hranice systému byly použity, jaký typ suroviny byl hodnocen, jaká energie vstupovala do výrobního procesu, jak bylo naloženo s vedlejšími produkty a zda jde o hodnotu skutečnou, defaultní, rešeršní nebo scénářovou. Bez těchto informací by samotné číselné srovnání mohlo být zavádějící.

Graf proto nemá být čten jako jednoduché pořadí paliv od nejlepšího po nejhorší. Jeho hlavním účelem je ukázat, jak se jednotlivé řetězce mohou lišit v emisní intenzitě a zároveň upozornit, že míra jistoty těchto hodnot není u všech řetězců stejná. U tradičních a lépe datově podložených řetězců lze výsledky využít pro přesnější identifikaci emisních hotspotů. U perspektivních nebo méně rozvinutých řetězců je graf vhodnější chápat jako orientační nebo scénářový podklad.

## 7.2 Úspora emisí vůči fosilnímu komparátoru

Druhou rovinou srovnání bude úspora emisí vůči fosilnímu komparátoru. Tento ukazatel je klíčový pro praktickou regulatorní interpretaci výsledků, protože pravidla RED pracují s požadavkem na dosažení určité úspory emisí skleníkových plynů oproti referenčnímu fosilnímu palivu [4], [7].

Úspora emisí bude vyjadřována jako procentní rozdíl mezi emisní intenzitou fosilního komparátoru a emisní intenzitou hodnoceného biopalivového řetězce. Pro účely studie bude důležité nejen určit samotnou procentní úsporu, ale také vyhodnotit, zda je dosažená úspora

dostatečně doložitelná a zda vychází z dat, která jsou použitelná pro certifikaci, reporting nebo strategické rozhodování.

Doporučené vyjádření:

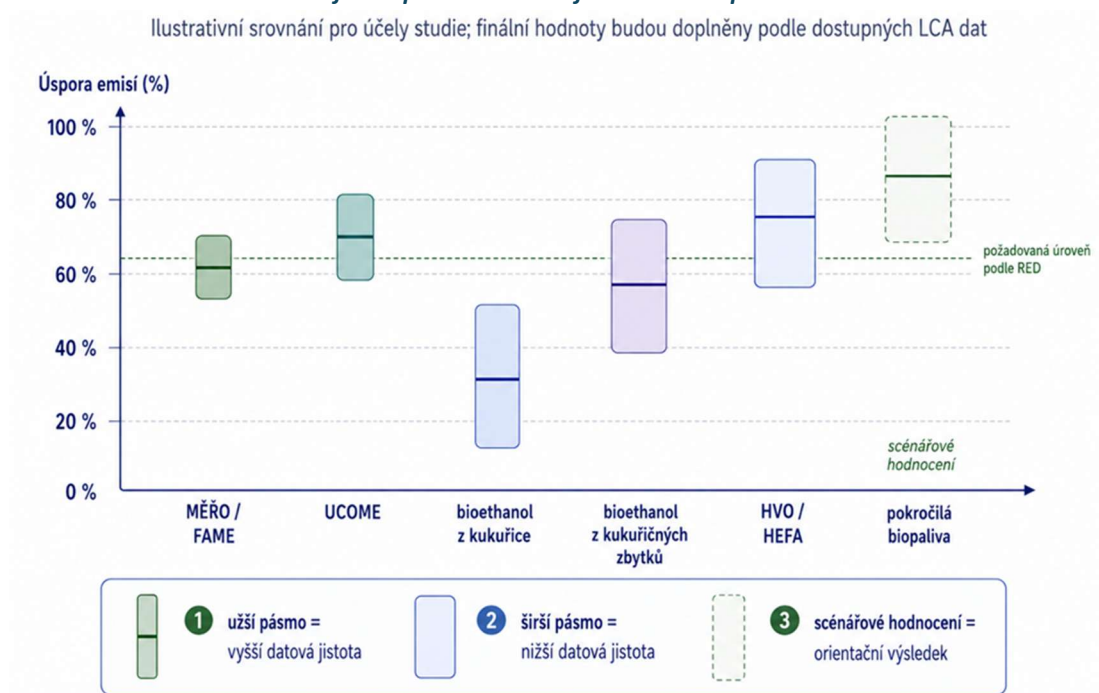
$$\text{Úspora emisí (\%)} = \frac{E_F - E_B}{E_F} \times 100$$

kde:

- $E_F$  = emisní intenzita fosilního komparátoru
- $E_B$  = emisní intenzita hodnoceného biopalivového řetězce

V této kapitole bude vhodné rozlišovat tři typy výsledků. Prvním typem jsou **doložené úspory**, tedy výsledky založené na dostatečně kvalitních datech, druhým jsou **orientační úspory**, tedy výsledky založené na částečných nebo rešeršních datech, a posledním jsou **scénářové úspory**, tedy výsledky závislé na předpokladech, například budoucí technologické účinnosti, dostupnosti nízkoemisní energie nebo udržitelné suroviny.

**Graf 1: Úspora emisí vůči fosilnímu komparátoru**



**i** Pozn.: Graf slouží jako schématické porovnání. Nezobrazuje finální certifikační ani auditní hodnoty.

Graf 1 ukazuje, jak se jednotlivé palivové řetězce liší z hlediska úspory emisí vůči fosilnímu komparátoru. Stejně jako u emisní intenzity však platí, že výsledky je nutné číst společně s datovou jistotou. Vyšší deklarovaná úspora nemusí mít automaticky vyšší rozhodovací hodnotu, pokud je založena pouze na orientačních nebo scénářových údajích.

Význam grafu proto spočívá nejen v porovnání dosažených nebo očekávaných úspor emisí, ale také v rozlišení, které úspory jsou dostatečně doložené a které jsou zatím pouze podmíněné. Řetězce s vysokou úsporou a vysokou datovou jistotou mohou být vhodné pro konkrétnější doporučení. Řetězce s vysokou úsporou, ale nižší datovou jistotou je třeba chápat jako perspektivní, avšak vyžadující další ověření.

### 7.3 Datová spolehlivost

Vedle samotné emisní intenzity a vypočtené úspory emisí je pro interpretaci výsledků zásadní také datová spolehlivost. LCA výsledek má pro rozhodování skutečnou hodnotu pouze tehdy, pokud je zřejmé, z jakých údajů vychází, jak úplně pokrývá hodnotový řetězec, zda odpovídá českému kontextu a zda je metodicky slučitelný s požadavky RED, certifikace a reportingu.

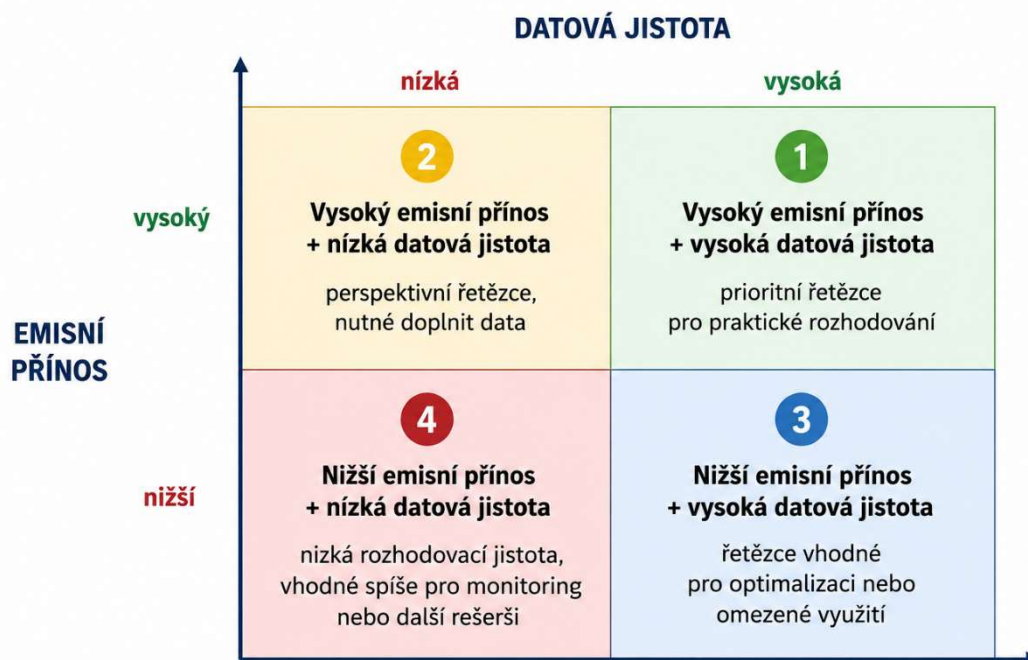
V této studii proto nebude každá emisní hodnota posuzována stejnou vahou. Výsledky založené na dostatečně podložených datech, relevantních pro české surovinové, technologické a logistické podmínky, budou mít vyšší rozhodovací hodnotu než výsledky převzaté z obecných evropských studií, literatury nebo scénářových předpokladů. Tento přístup je důležitý zejména proto, že rozdíly mezi jednotlivými biopalivovými řetězci nevznikají pouze z chemické povahy paliva, ale také z kvality vstupních dat a z nastavení hranic hodnocení.

Datová spolehlivost bude ve studii posuzována zejména podle toho, zda jsou dostupné údaje reprezentativní pro české podmínky, zda pokrývají celý relevantní hodnotový řetězec, zda jsou aktuální, metodicky transparentní a zda je možné rozlišit mezi skutečnými hodnotami, defaultními hodnotami, rešeršními údaji a scénářovými předpoklady. Důležitá bude také auditovatelnost dat a jejich využitelnost v rámci RED, certifikačních schémat a souvisejícího reportingu.

Tento přístup navazuje na Akční plán digitální a zelené transformace ČTP Bio, který zdůrazňuje význam přesných, konzistentních a auditovatelných dat napříč hodnotovým řetězcem. Akční plán zároveň pracuje s digitálním emisním reportingem, LCA, DDV a GHG metodikou jako s nástroji, které mají podporovat transparentnost, sledovatelnost a regulatorní připravenost sektoru [6]. Pro tuto studii z toho plyne, že emisní výsledek bez dostatečné datové opory nelze interpretovat se stejnou jistotou jako výsledek založený na robustních a ověřitelných údajích.

Z hlediska rozhodování proto bude každý hodnocený řetězec zařazen nejen podle dosažené nebo očekávané emisní úspory, ale také podle míry datové jistoty. Prakticky to znamená, že řetězec s vysokým emisním přínosem a vysokou datovou jistotou bude možné považovat za vhodný pro přímější doporučení a praktická opatření. Řetězec s vysokým emisním přínosem, ale nízkou datovou jistotou bude naopak vhodné chápat jako perspektivní, avšak podmíněný dalším sběrem dat. Řetězec s nižším emisním přínosem, ale dobrou datovou oporou může být vhodný pro optimalizaci, zatímco řetězec s nízkou datovou jistotou i nejistým emisním přínosem bude mít spíše charakter tématu pro další monitoring nebo rešerši.

Obrázek 8: Matice interpretace výsledků – emisní přínos vs. datová jistota



Matice interpretace výsledků slouží k rozlišení rozhodovací hodnoty jednotlivých biopalivových řetězců. Nehodnotí pouze to, zda daný řetězec vykazuje vysoký nebo nižší emisní přínos, ale zároveň zohledňuje, zda je tento závěr podložen dostatečně spolehlivými daty. První osa matice vyjadřuje emisní přínos, tedy míru dosažené nebo očekávané úspory emisí vůči fosilnímu komparátoru. Druhá osa vyjadřuje datovou jistotu, tedy kvalitu, úplnost, ověřitelnost a relevanci dat použitých pro hodnocení.

Takové členění je pro studii důležitější než prosté seřazení paliv podle jedné číselné hodnoty. Umožňuje oddělit řetězce, které jsou již dnes dostatečně doložené a prakticky využitelné, od řetězců, které mohou být technologicky nebo emisně perspektivní, ale jejichž reálný přínos zatím nelze s potřebnou mírou jistoty kvantifikovat. Zároveň umožňuje identifikovat řetězce, u nichž sice emisní přínos není nejvyšší, ale existuje dostatečná datová opora pro cílenou optimalizaci.

Hlavním rozhodovacím výstupem této kapitoly proto bude souhrnná tabulka, která propojí emisní intenzitu, emisní úsporu, datovou jistotu a použitelnost výsledku pro rozhodování.

Tabulka 12 propojuje emisní výsledek s mírou datové jistoty a s praktickou použitelností pro rozhodování. Jejím účelem není pouze porovnat jednotlivé řetězce podle emisní intenzity nebo procentní úspory emisí, ale ukázat, jakou váhu lze jednotlivým výsledkům přiřadit. Řetězce s vysokou datovou jistotou lze využít pro konkrétnější doporučení a identifikaci opatření ke snížení emisní intenzity. Řetězce s nižší datovou jistotou je naopak nutné interpretovat opatrněji, zejména jako podklad pro další sběr dat, doplňující analýzy nebo strategické sledování.

**Tabulka 12: Srovnání emisní intenzity, emisních úspor a datové spolehlivosti**

Řetězec	Emisní intenzita	Úspora emisí	Datová jistota	Použitelnost pro rozhodování
MĚŘO/RME	20-30 gCO <sub>2</sub> eq/MJ	68-79 %	vysoká	vysoká
UCOME	8-10 gCO <sub>2</sub> eq/MJ	89-92 %	vysoká	vysoká
bioetanol z kukuřice (bez ECCR)	18-30 gCO <sub>2</sub> eq/MJ	68-81 %	vysoká	vysoká
bioetanol z kukuřice (s ECCR)	10-22 gCO <sub>2</sub> eq/MJ	77-89 %	vysoká	vysoká
bioetanol z kukuřičných zbytků (bez ECCR)	8-13 gCO <sub>2</sub> eq/MJ	86-92 %	vysoká	vysoká
bioetanol z kukuřičných zbytků (s ECCR)	1-6 gCO <sub>2</sub> eq/MJ	94-99 %	vysoká	vysoká
HVO / HEFA	doplnit / pásmo	doplnit / pásmo	střední	orientační
pokročilá biopaliva	pásmo / scénář	pásmo / scénář	omezená	strategická / výhledová

Z tohoto důvodu bude u každého řetězce důležité rozlišit, zda je výsledek založen na robustních datech, orientačním pásmu, rešeršních údajích nebo scénářových předpokladech. Takové rozlišení brání tomu, aby byly všechny hodnoty vnímány jako stejně přesné a stejně využitelné pro rozhodování.

Pro praktickou interpretaci výsledků studie je proto vhodné rozlišit několik úrovní použitelnosti. Jinou váhu má robustní kvantitativní výsledek, který lze využít pro doporučení konkrétních opatření, a jinou váhu má scénářový nebo kvalitativní výsledek, který slouží spíše pro identifikaci budoucího potenciálu, datových mezer nebo témat pro další výzkum.

**Tabulka 13: Použitelnost výsledků pro rozhodování**

Typ výsledku	Datová jistota	Doporučené použití	Omezení
Robustní kvantitativní výsledek	vysoká	rozhodování podniků, doporučení pro opatření, identifikace hotspotů	stále nutné ověřit pro konkrétní provoz
Polo-kvantitativní výsledek	střední až vysoká	předběžné rozhodování, určení priorit, VaV témata	nutné doplnit přesnější data
Orientační pásmo	střední	strategické srovnání, rešeršní podklad	nevhodné pro přesné pořadí paliv
Scénářový výsledek	omezená	foresight, Road Map, identifikace budoucích příležitostí	závislé na předpokladech
Kvalitativní výsledek	nízká	popis potenciálu a rizik	nelze použít pro kvantitativní srovnání

Toto rozlišení je důležité i pro navazující dokumenty ČTP Bio. Pro Akční plán a doporučení podnikům budou nejvhodnější výsledky s vyšší datovou jistotou. Pro Strategickou výzkumnou agendu, Technologický foresight a Road Map mohou být naopak užitečné i výsledky orientační

nebo scénářové, pokud jasně ukazují budoucí potenciál, technologickou příležitost nebo potřebu doplnění dat.

Výsledky kapitoly 7 tak budou tvořit most mezi analytickou částí studie a navazujícími doporučeními. Zatímco kapitola 6 popisuje jednotlivé palivové cesty samostatně, kapitola 7 je porovnává z hlediska jejich rozhodovací použitelnosti. Nejdůležitější proto nebude pouze otázka, který řetězec má nejnižší emisní intenzitu, ale který řetězec současně vykazuje dostatečný emisní přínos, dostatečně kvalitní data a praktickou relevanci pro český kontext.

Srovnání emisní intenzity a emisních úspor musí být vždy doplněno hodnocením datové spolehlivosti. Prakticky to znamená rozlišit řetězce vhodné pro konkrétní rozhodování, řetězce vyžadující další datové doplnění a řetězce určené spíše pro strategické nebo výhledové sledování.

## 8. Hlavní emisní faktory v hodnotovém řetězci

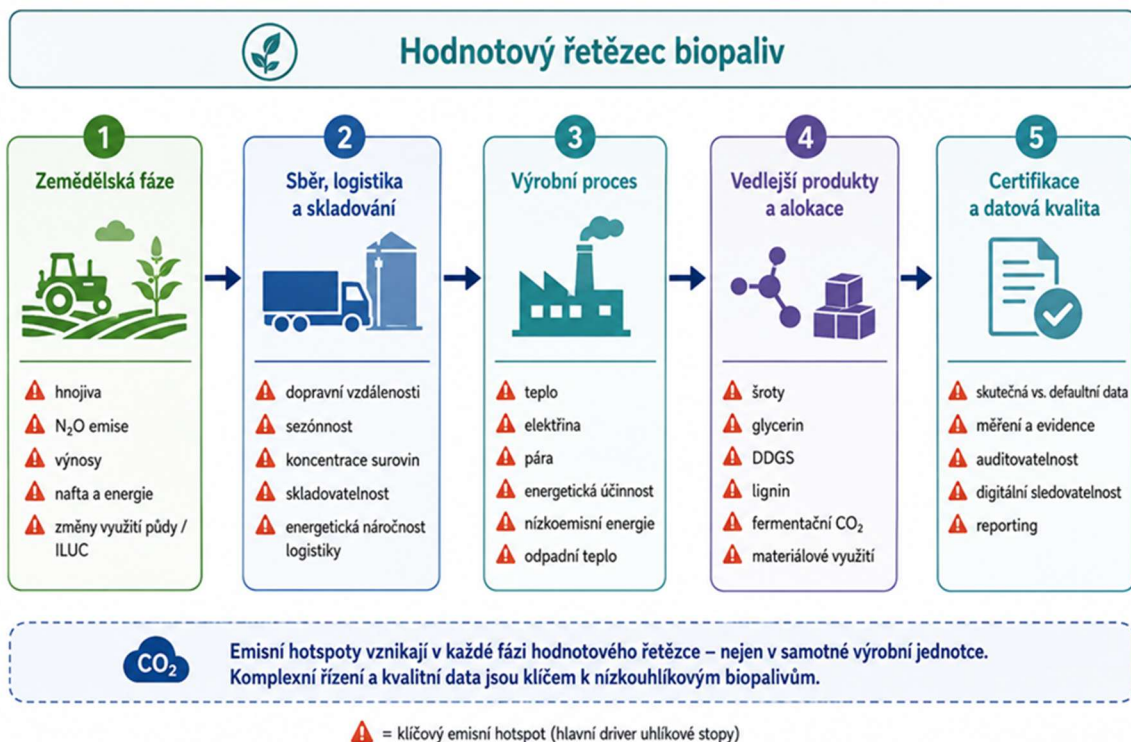
Emisní intenzita biopalivových a biosložkových řetězců vzniká v několika odlišných částech řetězce: při pěstování nebo získání suroviny, sběru a logistice, výrobě, práci s vedlejšími produkty, alokaci, certifikaci a evidenci dat. Kapitola proto rozlišuje hlavní emisní hotspoty podle toho, kde vznikají a jakými opatřeními je lze ovlivnit.

Z pohledu praktického využití studie je tato kapitola klíčová. Samotná hodnota emisní intenzity má omezenou rozhodovací hodnotu, pokud není zřejmé, které části řetězce ji nejvíce ovlivňují. Pro podniky, výzkumné organizace i technologickou platformu je důležité vědět, zda je hlavní emisní zátěž spojena se zemědělskou fází, dopravou suroviny, výrobní energií, spotřebou tepla a páry, vedlejšími produkty, alokací nebo kvalitou dat. Teprve tato znalost umožňuje převést LCA výsledky do konkrétních opatření, VaV témat a strategických doporučení.

Projektový záměr ČTP Bio předpokládá návrat k biopalivům první a druhé generace s důrazem na efektivitu jejich výroby a snižování uhlíkové stopy. Současně zdůrazňuje rozvoj biosložek pro chemický průmysl a potřebu analyzovat trendy, surovinovou dostupnost a uplatnitelnost technologií v českém prostředí [2]. Tento směr odpovídá také Akčnímu plánu digitální a zelené transformace ČTP Bio, který propojuje podporu digitální a zelené transformace se snižováním environmentálních dopadů, metodickou stabilitou, datovou interoperabilitou a koordinací mezi podniky, výzkumem a veřejnou správou [6].

Metodicky kapitola vychází z logiky RED a přílohy V směrnice (EU) 2018/2001, podle níž se emise hodnotí napříč jednotlivými částmi palivového řetězce, včetně získání nebo pěstování surovin, změn využití půdy, zpracování, dopravy, distribuce a případných uznatelných úspor nebo odpočtů [7]. Významné je také prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996, které klade důraz na ověřování kritérií udržitelnosti, úspor emisí a nízkého rizika nepřímé změny ve využívání půdy [5].

Obrázek 9: Emisní hotspoty v hodnotovém řetězci biopaliv



Uhlíková stopa biopaliva nevzniká pouze ve výrobním závodě. Významné emise mohou vznikat již při pěstování nebo získání suroviny, při jejím sběru a dopravě, při skladování, předúpravě, konverzi, spotřebě energií a při způsobu nakládání s vedlejšími produkty. Zvláštní roli má také certifikace a datová kvalita, protože bez spolehlivých a auditovatelných údajů nelze emisní přínos dostatečně doložit.

Tabulka 14: Hlavní emisní faktory podle částí hodnotového řetězce

Část hodnotového řetězce	Hlavní emisní faktory	Typicky nejvíce relevantní pro	Praktický význam
Zemědělská fáze	hnojiva, N <sub>2</sub> O, výnosy, nafta, zemědělské postupy, změny využití půdy	MĚŘO/RME, bioetanol z kukuřice	rozhoduje o emisní stopě plodinových biopaliv
Sběr, logistika a skladování	dopravní vzdálenosti, sezónnost, hustota suroviny, skladovatelnost, ztráty	UCOME, kukuřičné zbytky, lignocelulóza, odpady	významné u rozptýlených nebo objemných surovin
Výrobní proces	teplo, elektřina, pára, účinnost konverze, pomocné látky	bioetanol, HVO/HEFA, pokročilá biopaliva	hlavní oblast pro energetickou optimalizaci
Vedlejší produkty a alokace	šroty, glycerin, DDGS, lignin, fermentační CO <sub>2</sub> , materiálové využití	FAME, bioetanol, lignocelulózové cesty	výrazně ovlivňuje výslednou LCA bilanci
Certifikace a datová kvalita	skutečná data, defaultní hodnoty, měření, evidence, auditovatelnost	všechny řetězce	určuje důvěryhodnost a použitelnost výsledků

## 8.1 Zemědělská fáze

Zemědělská fáze patří mezi nejdůležitější emisní faktory u biopaliv vyráběných z primárních zemědělských plodin. U řetězců, jako je MĚŘO/RME z olejnatých plodin nebo bioetanol z kukuřice, může právě pěstování suroviny významně ovlivnit celkovou emisní intenzitu. Důvodem je kombinace několika faktorů: používání minerálních hnojiv, související emise oxidu dusného, spotřeba pohonných hmot a energií při zemědělských operacích, výnosy, hospodaření s půdou a případné dopady změn využití půdy.

Z hlediska LCA je zemědělská fáze citlivá zejména na vstupní data. Stejný druh plodiny může vykazovat odlišnou emisní bilanci podle výnosu, dávky hnojiv, způsobu zpracování půdy, spotřeby paliv, regionálních podmínek a způsobu započtení vedlejších produktů. To je důležité pro interpretaci výsledků studie: nelze předpokládat, že všechny plodinové řetězce mají stejný emisní profil pouze proto, že využívají stejnou surovinu.

Jedním z nejvýznamnějších faktorů jsou dusíkatá hnojiva a s nimi spojené přímé i nepřímé emise  $N_2O$ . Oxid dusný je z hlediska klimatického dopadu významný skleníkový plyn, a proto mohou emise související s dusíkatým hnojením zásadně ovlivnit výslednou uhlíkovou stopu zemědělských surovin. Praktické zkušenosti z výpočtů pro pěstování řepky ukazují, že při fixních výnosech mohou dávky dusíkatých hnojiv a související přímé i nepřímé emise  $N_2O$  představovat přibližně 78 % emisí ze samotné fáze pěstování. Spotřeba pohonných hmot se může podílet přibližně 13 % a ostatní vstupy, zejména nedusíkatá hnojiva, přípravky na ochranu rostlin, vápnění a osivo, přibližně 9 %. Tyto hodnoty je nutné chápat jako orientační rozpad typických příspěvků ve fázi pěstování, nikoli jako univerzální emisní faktor, protože konkrétní výsledek závisí na výnosech, agronomické praxi, půdních a klimatických podmínkách, dávkách hnojiv a kvalitě vstupních dat.

Dalším faktorem je spotřeba pohonných hmot a energií při zemědělských operacích. Jedná se zejména o přípravu půdy, setí, aplikaci hnojiv a přípravků na ochranu rostlin, sklizeň, dopravu z pole, případně sušení nebo další úpravu suroviny před jejím zpracováním. Tyto emise nemusí být vždy dominantní, ale při nízkých výnosech, větších vzdálenostech nebo energeticky náročnější logistice mohou nabývat na významu.

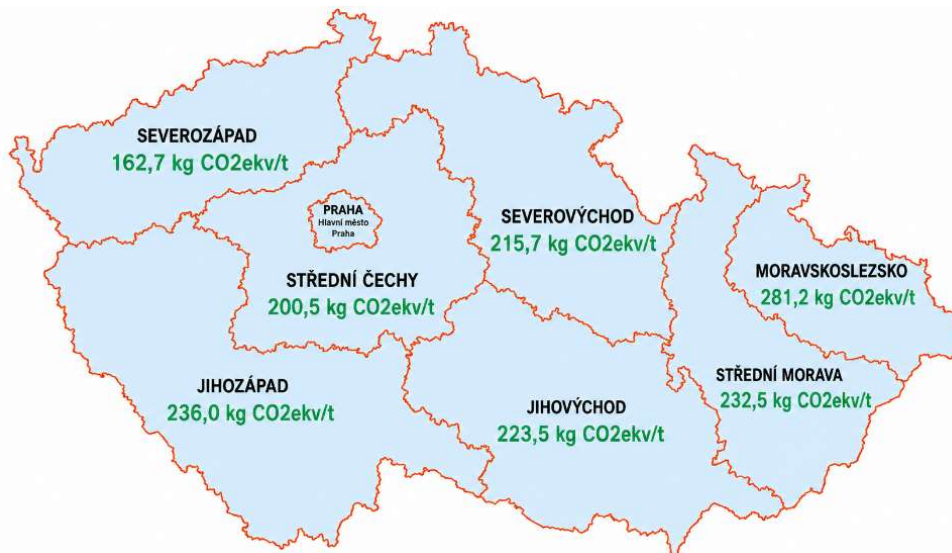
Významným parametrem jsou také výnosy. Vyšší výnos při srovnatelných vstupech může snížit emisní intenzitu na jednotku suroviny, zatímco nižší výnos může výslednou uhlíkovou stopu zvýšit. Proto je pro český kontext důležité pracovat s daty, která odpovídají skutečným zemědělským podmínkám, nikoliv pouze s obecnými evropskými průměry. V této souvislosti mohou být užitečné také regionální hodnoty na úrovni NUTS2, pokud jsou dostupné a metodicky použitelné pro daný výpočet.

**Obrázek 10: Emise skleníkových plynů pocházející z pěstování řepky olejky v českých regionech úrovně NUTS 2 (tuna ekvivalentu CO<sub>2</sub>/tunu sklizené řepky olejky na bázi sušiny)**



Pozn.: Emise jsou vyjádřeny jako tuna ekvivalentu CO<sub>2</sub> na tunu sklizené řepky olejky na bázi sušiny. Obrázek slouží k ilustraci regionálních rozdílů ve fázi pěstování; konkrétní využití hodnot musí odpovídat metodice RED a pravidlům pro práci se skutečnými nebo regionálními hodnotami.

**Obrázek 11: Emise skleníkových plynů pocházející z pěstování kukuřice na zrno v českých regionech úrovně NUTS 2 (kg ekvivalentu CO<sub>2</sub>/tunu sklizené kukuřice na zrno na bázi sušiny)**



Pozn.: Emise jsou vyjádřeny jako tuna ekvivalentu CO<sub>2</sub> na tunu sklizené kukuřice na zrno. Obrázek slouží k ilustraci regionálních rozdílů ve fázi pěstování; konkrétní využití hodnot musí odpovídat metodice RED a pravidlům pro práci se skutečnými nebo regionálními hodnotami.

Zemědělská fáze je zároveň spojena s otázkou změn využití půdy a rizika ILUC. U plodinových biopaliv je nutné rozlišovat mezi přímou změnou využití půdy, která může být zachycena přímo v LCA výpočtu, a nepřímými dopady, které vznikají v důsledku změn poptávky po zemědělské

produkcí. Právě proto evropský rámec RED pracuje s kritérii udržitelnosti a s pravidly týkajícími se rizika nepřímé změny ve využívání půdy [4], [5].

Pro účely této studie bude zemědělská fáze hodnocena jako hlavní emisní hotspot zejména u MĚŘO/RME a bioetanolu z kukuřice. U řetězců založených na odpadních nebo zbytkových surovinách bude její význam nižší, ale nezmizí zcela, pokud je třeba posoudit například udržitelnost odběru zbytkové biomasy z pole, dopady na půdní organickou hmotu nebo alternativní využití dané suroviny.

Praktická opatření ke snížení emisí v zemědělské fázi mohou zahrnovat přesnější hospodaření s dusíkatými hnojivy, optimalizaci výnosů, snížení spotřeby fosilních paliv, využití nízkoemisních zemědělských postupů, zlepšení evidence vstupů a přesnější práci se skutečnými hodnotami. Pro VaV a navazující dokumenty ČTP Bio je tato oblast důležitá proto, že propojuje zemědělství, palivový sektor, datovou evidenci a regulační požadavky na udržitelnost.

## 8.2 Sběr, logistika a skladování surovin

Sběr, logistika a skladování surovin představují emisní faktor, jehož význam se výrazně liší podle typu řetězce. U kompaktních a dobře etablovaných zemědělských surovin může být logistika relativně předvídatelná. U odpadních, zbytkových nebo lignocelulóзовých surovin však může být jedním z rozhodujících faktorů celkové emisní intenzity.

U řetězců, jako je UCOME, bioetanol z kukuřičných zbytků nebo pokročilá biopaliva z odpadní biomasy, je logistika obzvláště důležitá. Použité kuchyňské oleje, zemědělské zbytky nebo odpadní biomasa bývají prostorově rozptýlené, mají proměnlivou kvalitu a jejich sběr vyžaduje organizovaný systém. Emise proto nevznikají pouze při samotné dopravě, ale také při shromažďování, předúpravě, skladování, případném čištění a zajištění kvality vstupní suroviny.

Dopravní vzdálenosti jsou jedním z nejzřetelnějších faktorů. Čím více je surovina rozptýlena a čím nižší je její energetická nebo materiálová hustota, tím větší může být význam dopravy na jednotku finálního paliva. U objemných zbytkových surovin může být logistika významnější než u koncentrovaných kapalných vstupů. Z tohoto důvodu je nutné u každého řetězce posuzovat nejen typ suroviny, ale i její geografickou dostupnost a možnost efektivního svozu.

Z metodického hlediska je u dopravy a distribuce důležité také to, zda jsou pro daný řetězec dostupné rozčleněné standardní hodnoty podle RED, tedy disaggregated default values (DDV), zejména pro položku etd. V praxi se tyto hodnoty často používají jako způsob, jak omezit administrativní náročnost spojenou s výpočtem každé jednotlivé dodávky nebo přepravy. Je to významné zejména proto, že metodika RED obecně neumožňuje jednoduše nahrazovat skutečné emise zprůměrovanými hodnotami vytvořenými podnikem. Pokud jsou DDV pro dopravu a distribuci k dispozici a jejich použití odpovídá pravidlům daného certifikačního schématu, mohou představovat praktický a auditovatelný způsob, jak položku etd zahrnout do emisní bilance bez neúměrné administrativní zátěže.

Dalším faktorem je sezónnost. Zemědělské zbytky jsou dostupné v konkrétních obdobích roku, zatímco výroba paliva může vyžadovat kontinuální nebo alespoň stabilní zásobování. To zvyšuje význam skladování, řízení zásob, zachování kvality suroviny a omezení materiálových ztrát. Pokud je skladování energeticky náročné nebo vede ke ztrátám využitelné hmoty, může se tato část řetězce promítnout do výsledné emisní intenzity.

U odpadních vstupů je zásadní také certifikační a evidenční rovina. Nestačí pouze tvrdit, že surovina má odpadní nebo zbytkový charakter. Je nutné doložit její původ, způsob sběru, pohyb v řetězci a soulad s pravidly udržitelnosti. Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996 je v této souvislosti relevantní právě proto, že zdůrazňuje ověřitelnost a důvěryhodnost údajů používaných v rámci kritérií udržitelnosti a úspor emisí [5].

V českém kontextu bude význam logistiky záviset na tom, zda se podaří vytvářet dostatečně koncentrované a stabilní surovinové toky. Pro tradiční palivové řetězce může být logistika dobře zvládnutelná, ale u pokročilých a zbytkových surovin bude představovat významné téma pro další analýzy. Akční plán ČTP Bio zdůrazňuje význam sledovatelnosti surovin, datové interoperability a digitálních nástrojů pro emisní reporting, což je pro logistiku a evidenci surovinových toků přímo relevantní [6].

Možnosti snížení emisí v této části řetězce spočívají zejména v optimalizaci svozových tras, zvyšování koncentrace vstupních surovin, lepším plánování skladování, omezení materiálových ztrát, efektivnějším využití dopravní kapacity a digitalizaci evidence surovin. U odpadních a zbytkových vstupů je stejně důležité posílit auditovatelnost dat, aby emisní výhoda těchto surovin byla věrohodně doložitelná.

**Tabulka 15: Rozložené standardizované hodnoty pro přepravu a distribuci: „etd“**

Způsob výroby biopaliva	Emise skleníkových plynů – standardizovaná hodnota (g CO <sub>2</sub> eq/MJ)
Bionafta z řepky (MEŘO)	1,8
Bionafta z použitého kuchyňského oleje (UCOME)	1,9
Etanol z kukuřice	2,2
Hydrogenačně upravený olej (HVO/HEFA)	1,5 – 9,2 (v závislosti na zdroji oleje)
pokročilá biopaliva	7,1 – 10,4 (v závislosti na produktu a výrobním řetězci)

### 8.3 Výrobní proces

Výrobní proces je dalším klíčovým emisním faktorem v hodnotovém řetězci biopaliv. Jeho význam se liší podle typu technologie. U některých řetězců může být hlavním emisním zdrojem zemědělská fáze, zatímco u jiných může být rozhodující energetická náročnost samotné konverze. Typickým příkladem jsou procesy fermentace a destilace u bioetanolu, transesterifikace u FAME, hydrogenační zpracování u HVO/HEFA nebo předúprava a konverze lignocelulóзовých surovin u pokročilých biopaliv.

Nejvýznamnějšími vstupy výrobního procesu jsou teplo, elektřina, pára, případně další energetická média a pomocné látky. U procesů vyžadujících destilaci nebo sušení může být spotřeba tepla významným faktorem výsledné emisní intenzity. U technologií založených na hydrotreatingu je důležitá spotřeba vodíku a původ energie i vodíku. U lignocelulózových cest může být emisně významná předúprava suroviny, spotřeba enzymů, chemikálií nebo energie potřebné ke konverzi.

Příloha V směrnice (EU) 2018/2001 pracuje s emisemi ze zpracování jako s jednou ze základních složek celkové emisní bilance biopaliv [7]. Z toho plyne, že výrobní fáze nemůže být ve studii pojata pouze jako technický popis technologie. Musí být vyhodnocena jako část řetězce, kde se často nachází významný potenciál pro snížení uhlíkové stopy.

U bioetanolu je zvláště důležitá spotřeba tepla a páry při destilaci, dehydrataci a případném sušení vedlejších produktů. Pokud je tato energie vyráběna z fosilních zdrojů, může výrazně zvyšovat emisní intenzitu celého ethanolového řetězce. Pokud je naopak využito nízkoemisní teplo, energetická integrace nebo odpadní teplo, může se výsledná bilance významně zlepšit. Dalším klíčovým faktorem je, zda závod využívá technologii zachycování CO<sub>2</sub> z fermentace, tedy ECCR. Fermentační CO<sub>2</sub> představuje koncentrovaný biogenní proud a jeho zachycení a využití jako náhrady CO<sub>2</sub> fosilního původu může podle metodiky RED výrazně snížit výsledné emise bioetanolového řetězce. U FAME je výrobní proces obvykle méně energeticky náročný než destilace ethanolu, ale významná zůstává spotřeba energie, chemikálií, metanolu, katalyzátoru a způsob nakládání s glycerinem.

U HVO/HEFA je zásadní energetická náročnost hydrogenačního procesu a zejména původ vodíku. Pokud je vodík vyroben emisně náročným způsobem, může významně zhoršit výslednou uhlíkovou stopu. Pokud je naopak využit nízkoemisní nebo obnovitelný vodík, může se emisní profil zlepšit. Tento princip ukazuje, že výrobní proces je nutné hodnotit jako celek, nikoliv pouze podle finálního paliva.

U pokročilých biopaliv z lignocelulózy může být výrobní fáze dominantním faktorem emisní bilance. Předúprava suroviny, hydrolýza, fermentace, separace produktu a využití zbytkových frakcí jsou technologicky i energeticky náročné. Výsledek LCA proto bude velmi citlivý na účinnost procesu, výtěžnost, energetickou integraci a využití vedlejších proudů, zejména ligninu. Stejně jako u konvenčního bioetanolu může být významným faktorem také využití technologie ECCR, tedy zachycování a náhrady CO<sub>2</sub> vznikajícího při fermentaci. Pokud je fermentační CO<sub>2</sub> zachycen a využit jako náhrada CO<sub>2</sub> fosilního původu, může tento postup podle metodiky RED snížit výslednou emisní intenzitu ethanolového řetězce. Praktický význam ECCR však bude záviset na konkrétním technologickém uspořádání závodu, čistotě a množství zachytitelného CO<sub>2</sub>, způsobu jeho využití, certifikaci a dostupnosti ověřitelných provozních dat.

Možnosti snížení emisní intenzity ve výrobním procesu zahrnují zejména zvyšování energetické účinnosti, využití nízkoemisní elektřiny a tepla, integraci odpadního tepla, optimalizaci

procesních parametrů, snížení spotřeby pomocných látek, využití vedlejších proudů a přesnější měření skutečných provozních dat. Pro podniky je tato oblast zásadní, protože často představuje část řetězce, kterou mohou přímo ovlivnit investicemi, provozní optimalizací nebo technologickou modernizací.

## 8.4 Vedlejší produkty a alokace

Vedlejší produkty, odpady, zbytky a způsob alokace emisí patří mezi nejcitlivější metodické otázky LCA biopaliv. Řada biopalivových výrobních cest neprodukuje pouze hlavní palivo, ale také další využitelné produkty nebo zbytkové proudy. U FAME může jít například o rafinovaný glycerin a šroty, u bioetanolu o DDGS, WDGS, kukuřičný olej, přiboudlinu a fermentační CO<sub>2</sub>, u lignocelulóзовých cest o lignin a další zbytkové frakce. Tyto výstupy mohou mít ekonomickou, energetickou nebo materiálovou hodnotu a jejich metodické zohlednění může významně změnit výslednou emisní intenzitu hlavního paliva.

Z metodického hlediska je zásadní rozlišit, zda se jedná o vedlejší produkt, nebo o odpad či zbytek ze zpracování. Toto rozlišení není pouze terminologické, ale má přímý dopad na výpočet emisní intenzity. V rámci RED se emise alokují mezi hlavní produkt a vedlejší produkty podle energetického obsahu, nikoli podle ekonomické hodnoty nebo substitučního účinku. Současně platí, že alokace emisí se neprovádí na odpady a zbytky ze zpracování. Právě proto je správná kategorizace jednotlivých výstupů jako „co-product“, „waste“ nebo „processing residue“ pro výpočet emisní intenzity klíčová. Chybné zařazení zbytkového proudu jako vedlejšího produktu, nebo naopak vedlejšího produktu jako odpadu či zbytku, může vést k významně odlišnému výsledku LCA. Například rafinovaný glycerin může být za určitých podmínek posuzován jako vedlejší produkt, zatímco surový glycerin je zpravidla považován za zbytek ze zpracování.

JRC/DG MOVE upozorňuje, že práce s vedlejšími produkty patří mezi kritické otázky LCA a že volba metody může významně ovlivnit výsledky. Pro účely regulatorního posuzování podle RED je proto rozhodující alokace podle energetického obsahu, zatímco jiné metodické přístupy, například akademické nebo širší produktové LCA, mohou pracovat také se substituční metodou [17]. Ve studii je proto nutné důsledně oddělovat výsledky relevantní pro RED od obecnějších LCA interpretací, které mohou při odlišném zacházení s vedlejšími produkty, odpady a zbytky vést k jiným emisním výsledkům.

U FAME je významná otázka alokace mezi biodieselovou složku, šroty a rafinovaný glycerin. Pokud mají vedlejší produkty reálné využití a nahrazují jiné produkty, může to ovlivnit interpretaci celkové emisní bilance. Zároveň je nutné zachovat metodickou konzistenci a nepřenášet do studie různé přístupy bez jasného vysvětlení. Jinak by se výsledky jednotlivých řetězců staly obtížně porovnatelnými.

U bioetanolu je obdobně důležitá práce s vedlejšími produkty, zejména s DDGS, WDGS a fermentačním CO<sub>2</sub>. DDGS může mít využití jako krmivo, zatímco fermentační CO<sub>2</sub> může být

potenciálně zachytáván nebo využíván. V obou případech je však nutné rozlišovat mezi teoretickým potenciálem a skutečně doloženým využitím. Pokud vedlejší produkt není reálně využit nebo pokud jeho využití není dostatečně doloženo, nelze mu v LCA přisuzovat stejný význam jako ověřenému materiálovému nebo energetickému využití.

U lignocelulózových cest může být klíčový lignin. Ten může být využit energeticky pro pokrytí části procesní energie nebo materiálově jako vstup pro další produkty. Způsob jeho využití může rozhodnout o tom, zda bude výsledná bilance pokročilého biopaliva příznivá. Proto by tato studie měla u pokročilých řetězců sledovat nejen finální palivo, ale také zbytkové proudy a jejich možné využití.

Vedlejší produkty jsou důležité také pro biosložky v chemickém průmyslu. Pokud je určitá bio-based složka využita materiálově a nahrazuje fosilní vstup, může mít jinou strategickou hodnotu než při energetickém využití. Akční plán ČTP Bio pracuje s bio-based řešeními nejen v dopravě, ale také v chemickém průmyslu a materiálových aplikacích, což posiluje význam vedlejších produktů a materiálového využití uhlíku [6].

Praktickým závěrem je, že alokace, vedlejší produkty, odpady a zbytky nesmějí být ve studii chápány jako okrajová metodická poznámka. Jsou jedním z faktorů, které mohou zásadně změnit výsledek LCA. Studie proto musí u každého hlavního řetězce jasně uvést, jaké vedlejší produkty, odpady nebo zbytky vznikají, jak jsou kategorizovány podle RED, zda je na ně možné alokovat emise, jak jsou nebo mohou být využity a jak citlivý je výsledek na tuto metodickou volbu.

## 8.5 Certifikace a datová kvalita

Certifikace a datová kvalita tvoří průřezový emisní a rozhodovací faktor. Samy o sobě nemusí přímo vytvářet emise, ale určují, zda je emisní výsledek věrohodný, doložitelný a použitelný pro regulatorní, obchodní nebo strategické rozhodování. Bez kvalitních dat nelze přesvědčivě prokázat úsporu emisí, identifikovat emisní hotspoty ani navrhnout opatření, která povedou ke snížení uhlíkové stopy.

Pro praktické hodnocení je zásadní rozdíl mezi skutečnými hodnotami, defaultními hodnotami, rešeršními údaji a scénářovými předpoklady. Skutečné hodnoty mohou lépe zachytit konkrétní provozní realitu, ale vyžadují kvalitní měření, evidenci a auditovatelnost. Defaultní hodnoty jsou jednodušší a regulatorně použitelné v určitých kontextech, ale nemusí dostatečně zachytit specifika českých řetězců nebo konkrétních provozních opatření. Rešeršní a scénářové hodnoty mohou být užitečné pro strategické rozhodování, ale neměly by být interpretovány jako plnohodnotná náhrada ověřených dat.

Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996 zdůrazňuje význam ověřování kritérií udržitelnosti, úspor emisí a nízkého ILUC rizika [5]. V praxi to znamená, že nestačí pouze vypočítat emisní

intenzitu. Je nutné doložit původ surovin, použité hodnoty, hranice systému, způsob výpočtu, návaznost na certifikační schéma a konzistenci údajů napříč hodnotovým řetězcem.

Datová kvalita je obzvláště důležitá u odpadních a zbytkových surovin. U těchto vstupů může být emisní přínos vysoký, ale pouze tehdy, pokud je doložen jejich skutečný původ, status a pohyb v hodnotovém řetězci. Pokud by evidence nebyla dostatečná, vzniká riziko, že emisní výhoda bude zpochybněna. To platí zejména pro řetězce typu UCOME, biopaliva z odpadní biomasy nebo pokročilá paliva z vybraných zbytkových vstupů.

Akční plán ČTP Bio zdůrazňuje význam digitální transformace hodnotových řetězců, datové interoperability, sledovatelnosti surovin, digitálních nástrojů pro emisní reporting a uhlíkové digitální bilance [6]. Tyto prvky jsou pro LCA studii zásadní, protože umožňují převést emisní reporting z jednorázového výpočtu do systematického a auditovatelného řízení dat.

Hlavními riziky v této oblasti jsou neúplná evidence, nekonzistentní data, nejasný původ surovin, zaměňování defaultních a skutečných hodnot, nedostatečné rozlišení mezi robustními a scénářovými výsledky a slabá návaznost mezi provozními daty a LCA výpočtem. Pokud tato rizika nejsou ošetřena, může studie nadhodnotit nebo podhodnotit emisní přínos jednotlivých řetězců.

Možnosti zlepšení spočívají v zavedení jednotné datové struktury pro hlavní řetězce, v digitalizaci evidence surovin a energetických vstupů, v rozlišení dat podle úrovně spolehlivosti, v pravidelné aktualizaci vstupních hodnot a v propojení LCA výsledků s reportingem, certifikací a strategickými dokumenty ČTP Bio. Právě tato oblast může být jedním z hlavních praktických přínosů studie, protože umožní podnikům lépe identifikovat, která data potřebují doplnit a kde mohou snížit uhlíkovou stopu nejúčinněji.

Hlavní emisní faktory v hodnotovém řetězci biopaliv nelze redukovat na jednu část procesu. U plodinových biopaliv bývá významná zemědělská fáze, zejména hnojiva, N<sub>2</sub>O emise, výnosy, spotřeby PHM a zemědělské postupy. U odpadních a zbytkových vstupů roste význam sběru, logistiky, skladování, certifikace a ověřitelnosti původu suroviny. U technologicky náročnějších řetězců je zásadní výrobní proces, spotřeba tepla, elektřiny, páry, vodíku nebo dalších energetických vstupů. Napříč všemi řetězci hraje významnou roli také práce s vedlejšími produkty, alokace a kvalita dat.

Praktické využití této kapitoly spočívá v přiřazení vhodných opatření ke konkrétním emisním hotspotům. Zemědělská fáze vyžaduje práci s hnojivy, výnosy a postupy hospodaření; výrobní proces energetickou účinností a nízkoemisním teplem; logistika optimalizací svozu, skladování a surovinových toků; datová kvalita lepší evidencí, certifikací a auditovatelností.

Obrázek 10 znázorňuje základní logiku využití této kapitoly: nejprve je nutné identifikovat emisní faktor, následně ověřit kvalitu dat, určit možné opatření, posoudit jeho dopad na LCA

výsledek a nakonec jej promítnout do doporučení pro podniky, VaV, regulaci a strategické dokumenty ČTP Bio.

**Tabulka 16: Opatření ke snížení emisní intenzity podle emisního faktoru**

Emisní faktor	Typické řetězce	Možná opatření	Vazba na navazující dokumenty
Hnojiva a N <sub>2</sub> O emise	MĚŘO/RME, bioetanol z kukuřice	optimalizace hnojení, přesnější zemědělská data, vyšší efektivita vstupů	SVA, VaV témata, Akční plán
Výnosy a zemědělské postupy	plodinová biopaliva	práce s výnosy, půdní management, redukce spotřeby PHM a nahrazení biopalivy, zlepšení dat pro české podmínky	Akční plán, Road Map
Logistika a skladování	UCOME, kukuřičné zbytky, lignocelulóza	optimalizace svozu, skladování, omezení ztrát, digitalizace toku surovin	Akční plán, foresight
Výrobní energie	FAME, bioetanol, HVO/HEFA, pokročilá biopaliva	nízkoemisní teplo, elektřina, pára, energetická integrace, odpadní teplo	podniková opatření, VaV, Road Map
Vedlejší produkty a alokace	FAME, bioetanol, lignocelulózaové cesty	metodická konzistence, materiálové využití, lepší evidence využití	LCA metodika, SVA
Certifikace a data	všechny řetězce	měření, auditovatelnost, digitální evidence, rozlišení skutečných a defaultních hodnot	Akční plán, reporting, regulatorní doporučení

**Obrázek 12: Od emisního faktoru k opatření**



= klíčové kroky a kontrolní body procesu

Hlavní emisní faktory proto slouží jako východisko pro navazující doporučení. Umožňují určit, zda má být další práce zaměřena na zemědělské vstupy, logistiku, energetickou účinnost výroby, využití vedlejších produktů, certifikaci nebo zlepšení datové základny.

## 9. Český výrobní a surovinový kontext

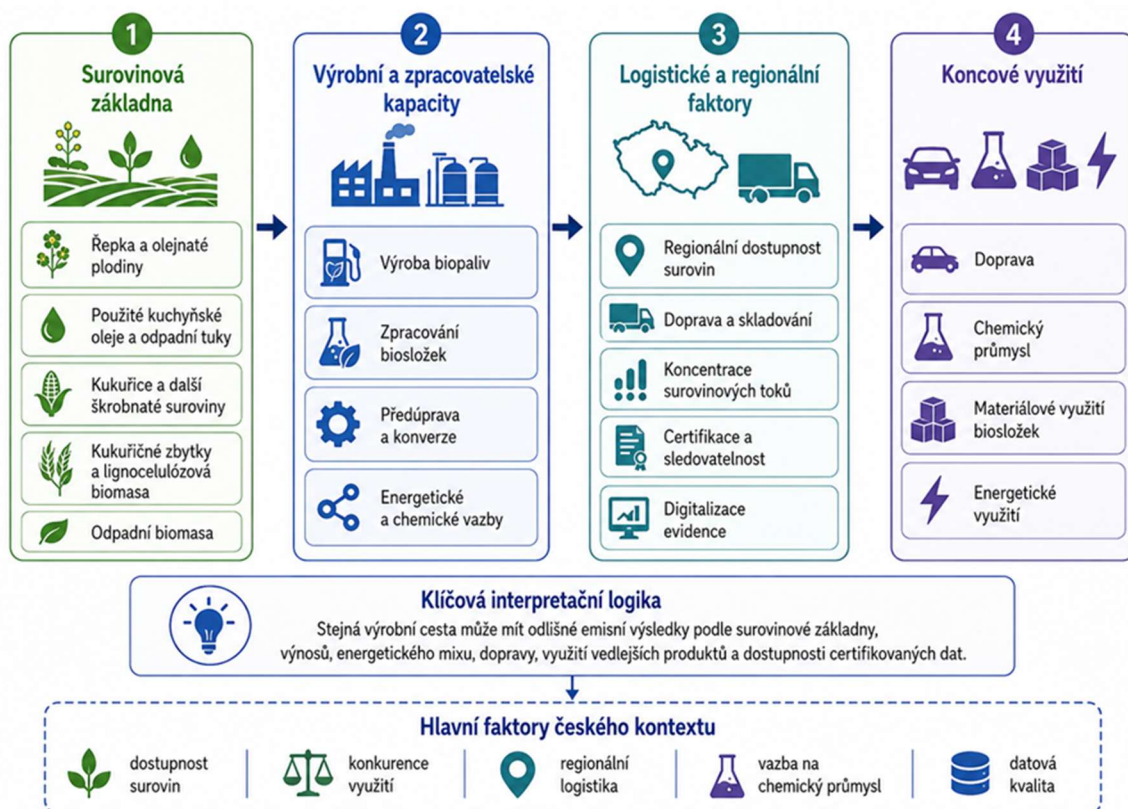
Český kontext je pro interpretaci LCA výsledků zásadní. Stejná výrobní cesta může dosahovat odlišných emisních výsledků podle surovinové základny, výnosů, energetického mixu, vzdálenosti dopravy, způsobu využití vedlejších produktů a dostupnosti certifikovaných dat. Studie proto nebude pouze přejímat obecné evropské hodnoty, ale bude je interpretovat s ohledem na české výrobní, surovinové, logistické a průmyslové podmínky.

Cílem této kapitoly není hodnotit konkrétní podniky ani konkrétní výrobní zařízení. Kapitola se zaměřuje na typy surovin, výrobních a zpracovatelských kapacit, regionálních vazeb a hodnotových řetězců, které jsou pro Českou republiku relevantní. Tento přístup odpovídá sektorovému charakteru studie: výsledkem má být praktický rozhodovací podklad pro podniky, výzkumné organizace, veřejnou správu a navazující strategické dokumenty ČTP Bio, nikoliv podnikový audit nebo investiční posudek jednotlivého provozu.

Česká republika má pro oblast biopaliv a biosložek několik důležitých výchozích předpokladů. Patří mezi ně zemědělská produkce olejnatých a škrobnatých plodin, zkušenost s výrobou a využíváním kapalných biopaliv, dostupnost některých odpadních a zbytkových surovin, regionální vazby na chemický a palivářský průmysl a rostoucí význam digitální evidence surovinových a emisních dat. Ministerstvo průmyslu a obchodu dlouhodobě sleduje využívání kapalných biopaliv v České republice a jeho statistické přehledy zahrnují mimo jiné methylestery mastných kyselin, hydrogenované rostlinné oleje a bioethanol [13]. ČSÚ zároveň publikuje údaje o sklizni zemědělských plodin včetně vývoje ploch, sklizní a výnosů relevantních plodin, jako jsou řepka, obiloviny, kukuřice nebo cukrová řepa [18].

Český kontext lze chápat jako propojení čtyř hlavních vrstev: surovinové základny, výrobních a zpracovatelských kapacit, regionální logistiky a koncového využití v dopravě, energetice nebo chemickém průmyslu. LCA výsledky proto nelze interpretovat odděleně od toho, zda je daná surovina v českém prostředí dostupná, zda existuje odpovídající výrobní zkušenost, zda je logisticky zvládnutelná a zda lze doložit její původ a emisní parametry.

Obrázek 13: Český surovinový a výrobní kontext biopaliv a biosložek



Tabulka 17: Hlavní surovinové skupiny relevantní pro český kontext

Surovinová skupina	Typické využití ve studii	Relevance pro LCA	Hlavní otázky pro český kontext
Řepka a olejnaté plodiny	MĚŘO/RME	vysoká u plodinových biodieselových řetězců	výnosy, hnojiva, N <sub>2</sub> O, PHM, alokace, metanol, konkurence využití
Použité kuchyňské oleje a odpadní tuky	UCOME, případně další lipidické cesty	vysoká u odpadních vstupů	sběr, původ suroviny, kvalita, certifikace, logistika
Kukuřice a škrobnaté suroviny	bioetanol	vysoká u ethanolových řetězců	výnosy, energie výroby (spotřeba a zdroj), vedlejší produkty, technologie ECCR, konkurence využití
Kukuřičné zbytky a lignocelulózná biomasa	pokročilý bioetanol, pokročilá biopaliva	střední až vysoká podle dat	udržitelný odběr, logistika, předúprava, půdní uhlík, energie výroby (spotřeba a zdroj), technologie ECCR
Odpadní biomasa	pokročilá biopaliva, bioplyn, chemické vstupy	závislá na typu vstupu	dostupnost, třídění, kvalita, alternativní využití
Bio-based meziproducty	biosložky pro chemický průmysl	podle konkrétní aplikace	materiálové využití, náhrada fosilních vstupů, datová kvalita

## 9.1 Olejnaté plodiny a biodieselové řetězce

Olejnaté plodiny, zejména řepka, představují jednu z nejvýznamnějších surovinových skupin pro český biodieselový kontext. Jejich význam spočívá nejen v zemědělské dostupnosti, ale také v existující návaznosti na výrobu methylesterů mastných kyselin a na dlouhodobě sledovaný segment kapalných biopaliv. Ministerstvo zemědělství uvádí methylester řepkového oleje mezi nejrozšířenějšími biopalivy v České republice a MPO zahrnuje methylestery mastných kyselin do statistických přehledů kapalných biopaliv [12], [13].

Z hlediska LCA je však plodinový biodieselový řetězec citlivý na zemědělskou fázi. Emisní bilanci ovlivňuje zejména výnos, dávky N-hnojiv, emise  $N_2O$ , spotřeba nafty a energií v zemědělství, způsob zpracování suroviny, spotřeba metanolu, a alokace mezi hlavní produkt a vedlejší produkty. Pro český kontext proto není dostačující vycházet pouze z obecné evropské hodnoty pro FAME. Je nutné zohlednit, zda použitá data odpovídají českým výnosům, zemědělským postupům, energetickým vstupům a skutečnému využití vedlejších produktů.

ČSÚ publikuje dlouhodobé údaje o plochách, sklizních a výnosech zemědělských plodin, které jsou důležité pro posouzení surovinové základny a pro interpretaci emisních výsledků plodinových biopaliv [18]. Tyto údaje jsou významné zejména proto, že výnos je jedním z parametrů, který může zásadně ovlivnit emisní intenzitu na jednotku vyrobené suroviny.

U olejnatých plodin je současně nutné zohlednit konkurenci využití. Surovina může směřovat do potravinářského, krmivářského, palivářského, energetického nebo chemického využití. LCA studie proto nebude hodnotit olejnaté plodiny pouze jako vstup pro palivo, ale jako součást širšího hodnotového řetězce, v němž hraje roli také využití vedlejších produktů, materiálové toky a tržní poptávka.

## 9.2 Použité kuchyňské oleje a odpadní tuky

Použité kuchyňské oleje a odpadní tuky představují významnou surovinovou skupinu pro odpadní biodieselové řetězce, zejména UCOME. Jejich význam spočívá v tom, že nejde o primární zemědělskou surovinu pěstovanou za účelem výroby paliva, ale o odpadní nebo zbytkový vstup. To může mít pozitivní dopad na emisní bilanci, avšak pouze za předpokladu, že je původ suroviny věrohodně doložen a že je správně zachycena logistika, sběr, předúprava a certifikace.

V českém prostředí bude relevance použitých kuchyňských olejů a odpadních tuků záviset zejména na kvalitě sběrné sítě, geografické koncentraci zdrojů, stabilitě dodávek, schopnosti předúpravy a auditovatelnosti původu. Z hlediska LCA nejde pouze o to, zda je surovina formálně označena jako odpadní. Rozhodující je, zda lze doložit její původ, pohyb v hodnotovém řetězci a soulad s požadavky udržitelnosti a reportingu.

Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996 klade důraz na ověřování kritérií udržitelnosti, úspor emisí a nízkého rizika nepřímé změny ve využívání půdy [5]. U odpadních a zbytkových vstupů

má tento požadavek zvláštní význam, protože jejich emisní výhoda může být zpochybněna, pokud není dostatečně podložen původ a status suroviny.

UCOME proto může být pro český kontext velmi relevantním řetězcem, ale jeho rozhodovací hodnota bude záviset na kvalitě dat. V případě dobře doloženého původu, efektivní logistiky a nízkoemisního zpracování může jít o řetězec s vysokým emisním potenciálem. Pokud však budou data o původu, sběru nebo pohybu suroviny neúplná, bude nutné výsledky interpretovat opatrněji.

### **9.3 Kukuřice, škrobnaté suroviny a ethanolové řetězce**

Kukuřice a další škrobnaté suroviny jsou relevantní pro výrobu bioetanolu. Bioetanol patří mezi základní kapalná biopaliva sledovaná v českém prostředí a MPO jej zahrnuje do statistických přehledů kapalných biopaliv [13]. Český kontext je zde důležitý zejména proto, že výsledná emisní bilance bioetanolu závisí nejen na plodině samotné, ale také na výnosech, energetické náročnosti výroby, využití vedlejších produktů a původu procesní energie.

U bioetanolu z kukuřice je významná jak zemědělská fáze, tak výrobní proces. Zemědělská část zahrnuje výnosy, hnojení, spotřebu nafty a energií, případně regionální rozdíly v produkčních podmínkách. Výrobní část je spojena především s fermentací, destilací, dehydratací, spotřebou tepla a elektřiny, nakládáním s vedlejšími produkty a potenciální využití technologie pro sekvestraci CO<sub>2</sub> z fermentaci (ECCR). Právě kombinace zemědělské a výrobní fáze rozhoduje o tom, zda bude výsledná emisní intenzita příznivá.

ČSÚ uvádí údaje o sklizni a výnosech zemědělských plodin, které lze využít jako vstupní rámec pro posouzení české surovinové základny [18]. U bioetanolu je však nutné doplnit také údaje o energetických vstupech výroby a o využití vedlejších produktů, protože obecná zemědělská data sama o sobě nestačí k určení LCA výsledku.

Stejně jako u olejnatých plodin je nutné vnímat konkurenci využití. Kukuřice a další škrobnaté suroviny mohou mít potravinářské, krmivářské, palivářské nebo průmyslové využití. Pro LCA interpretaci je proto důležité, zda studie pracuje s primární plodinou, vedlejším produktem, zbytkem nebo alternativní surovinou. Každá z těchto možností má odlišnou emisní logiku i odlišná datová rizika.

### **9.4 Kukuřičné zbytky a lignocelulózová biomasa**

Kukuřičné zbytky a lignocelulózová biomasa představují perspektivní surovinovou základnu pro pokročilá biopaliva. Jejich význam spočívá v možnosti využít zbytkové nebo nepotravinářské vstupy a snížit tak tlak na primární zemědělské plodiny. Z hlediska českého kontextu je však nutné posuzovat nejen teoretickou dostupnost těchto surovin, ale také jejich udržitelný odběr, logistiku, skladování, kvalitu a technologickou připravenost zpracování.

U zbytkové biomasy je klíčová otázka, jaká část suroviny může být skutečně odebrána bez negativních dopadů na půdu, organickou hmotu, erozní stabilitu nebo jiné zemědělské funkce.

Z pohledu LCA proto nelze mechanicky předpokládat, že veškeré zbytky jsou bezemisní nebo volně dostupné. Je třeba zohlednit alternativní využití, dopady na půdu, logistickou náročnost a případnou potřebu náhradních vstupů.

Evropský rámec vymezuje pokročilá biopaliva ve vazbě na specifické vstupní suroviny uvedené v příloze IX směrnice o obnovitelných zdrojích [4], [7], [14]. To je pro české hodnocení důležité, protože ne každá zbytková nebo lignocelulózová surovina má stejnou regulační hodnotu a ne každé její využití bude stejně snadno certifikovatelné.

U lignocelulózových surovin bude významnou roli hrát logistika. Tyto suroviny mohou mít nízkou objemovou hustotu, sezónní dostupnost a potřebu skladování. Pokud se logistika nepodaří optimalizovat, může významně snížit emisní výhodu pokročilého řetězce. Naopak dobře nastavený regionální sběr a zpracování mohou zvýšit praktickou proveditelnost i emisní přínos.

## 9.5 Odpadní biomasa a biologicky rozložitelné odpady

Odpadní biomasa a biologicky rozložitelné odpady představují další potenciální zdroj pro bio-based hodnotové řetězce. Mohou být využívány v energetice, při výrobě bioplynu, v některých pokročilých palivových cestách nebo jako vstupy do širší bioekonomiky. Jejich využití však musí být posuzováno s ohledem na kvalitu, třídění, kontaminaci, dostupnost, existující zpracovatelské kapacity a konkurenci s jinými způsoby využití.

Ministerstvo životního prostředí uvádí, že biologický odpad obsahuje rostlinné živiny a organické látky, které lze po zpracování, například kompostováním, vracet do přírodního koloběhu jako organické hnojivo; aplikace kompostu zároveň zvyšuje obsah organické hmoty v půdě a zlepšuje schopnost půdy zadržovat vodu [19]. To je pro LCA interpretaci důležité, protože využití biologicky rozložitelného odpadu pro paliva nebo biosložky musí být porovnáváno také s jeho alternativním využitím v půdě, energetice nebo cirkulárním hospodářství.

U odpadní biomasy proto nelze předpokládat, že každé palivové využití je automaticky nejlepší variantou. V některých případech může být vhodnější materiálové, půdní nebo energetické využití. LCA studie by měla v českém kontextu rozlišovat, kde má odpadní biomasa skutečný dekarbonizační potenciál a kde by její přesměrování do palivového řetězce mohlo vytvářet nové environmentální nebo logistické náklady.

Z hlediska datové kvality je u odpadní biomasy důležité sledovat původ, množství, pravidelnost dodávek, kvalitu vstupu, kontaminaci, způsob třídění a certifikovatelnost. Pokud tyto údaje nejsou dostatečně dostupné, bude nutné výsledky hodnotit spíše orientačně nebo scénářově.

## 9.6 Konkurence využití a vazba na chemický průmysl

Jedním z hlavních rysů českého kontextu je konkurence mezi různými způsoby využití biomasy a biosložek. Stejná surovina nebo vedlejší produkt může mít potravinářské, krmivářské,

palivářské, energetické, půdní nebo chemické využití. LCA studie proto nemůže hodnotit biopalivové řetězce izolovaně od širší bioekonomiky a průmyslových vazeb.

Tato konkurence je zvláště důležitá u surovin, které mají více možných hodnotových cest. Olejnaté plodiny mohou vstupovat do potravinářství, krmivářství, palivářství nebo chemie. Škrobnaté suroviny mohou být využity pro potravinářské, krmivářské nebo fermentační procesy. Lignocelulózová biomasa může sloužit pro energetické využití, pokročilá paliva nebo materiálové aplikace. Biologicky rozložitelné odpady mohou být kompostovány, zpracovány energeticky nebo využity jako vstup do jiných cirkulárních procesů.

Vazba na chemický průmysl je v tomto ohledu zásadní. Bio-based suroviny a meziprodukty nemusí být využitelné pouze jako paliva, ale také jako vstupy pro chemickou výrobu, materiálové aplikace nebo náhradu fosilního uhlíku tam, kde přímá elektrifikace nedává smysl. Akční plán ČTP Bio zdůrazňuje význam bio-based řešení nejen pro dopravu, ale také pro chemický průmysl, materiálové aplikace a širší hodnotové řetězce [6].

Pro interpretaci LCA výsledků to znamená, že nejnižší emisní intenzita paliva nemusí být jediným rozhodovacím kritériem. Důležité je také to, zda dané využití suroviny přináší nejvyšší systémovou hodnotu, zda nenahrazuje environmentálně výhodnější alternativu a zda podporuje dlouhodobou transformaci českého průmyslu. Studie proto bude hodnotit palivové řetězce nejen z hlediska emisí, ale také z hlediska jejich vazby na průmyslové hodnotové řetězce, VaV a budoucí Road Map.

## 9.7 Logistické, regionální a datové faktory

Česká surovinová základna je regionálně rozvrstvená. Zemědělské plodiny, odpadní vstupy, zbytková biomasa, chemické kapacity a palivová infrastruktura nejsou rozmístěny rovnoměrně. To má přímý dopad na LCA výsledky, protože dopravní vzdálenosti, skladování, koncentrace surovin a návaznost na výrobní kapacity mohou významně ovlivnit emisní bilanci.

Regionální faktory jsou důležité zejména u objemných nebo rozptýlených surovin. U kukuřičných zbytků, lignocelulózy nebo biologicky rozložitelného odpadu může být rozhodující, zda existuje dostatečná koncentrace suroviny v dosažitelné vzdálenosti od zpracovatelské kapacity. Pokud je nutné surovinu převážet na velké vzdálenosti nebo dlouhodobě skladovat za energeticky náročných podmínek, může se její emisní výhoda snížit.

U kapalných a koncentrovanějších vstupů může být logistika jednodušší, ale i zde je nutné sledovat původ suroviny, dovozní závislost, certifikaci a pohyb v hodnotovém řetězci. U odpadních olejů a tuků je například důležitá nejen dopravní vzdálenost, ale také stabilita sběru, kvalita vstupu a auditovatelnost původu.

Digitalizace evidence surovinových toků je proto jedním z klíčových předpokladů kvalitní LCA interpretace v českém kontextu. Akční plán ČTP Bio zdůrazňuje sledovatelnost surovin, datovou interoperabilitu a digitální nástroje pro emisní reporting [6]. Tyto prvky jsou důležité

zejména proto, že umožňují propojit údaje o původu suroviny, dopravě, výrobních vstupech, certifikaci a výsledné emisní intenzitě.

**Tabulka 18: Český kontext a jeho dopad na interpretaci LCA výsledků**

Faktor českého kontextu	Dopad na LCA interpretaci	Riziko při nezohlednění	Doporučený přístup ve studii
Výnosy a zemědělské podmínky	ovlivňují emisní intenzitu ploidinových surovin	přecenění nebo podcenění emisí z pěstování	používat česká nebo regionálně relevantní data
Dostupnost odpadních vstupů	určuje potenciál UCOME a dalších odpadových cest	nadhodnocení potenciálu bez ověření původu	hodnotit sběr, certifikaci a auditovatelnost
Logistika a regionální koncentrace	ovlivňuje emise z dopravy a skladování	podcenění emisí u rozptýlených surovin	hodnotit vzdálenosti, sezónnost a skladovatelnost
Konkurence využití biomasy	ovlivňuje systémovou hodnotu suroviny	přesun suroviny z environmentálně výhodnějšího využití	zohlednit potravinářské, krmivářské, energetické a chemické využití
Vazba na chemický průmysl	rozšiřuje význam biosložek mimo paliva	zúžení studie pouze na dopravní paliva	hodnotit i materiálové a chemické aplikace
Datová evidence a certifikace	určuje důvěryhodnost emisních výsledků	nemožnost doložit emisní přínos	podporovat digitální sledovatelnost a auditovatelná data

Český výrobní a surovinový kontext tak funguje jako interpretační filtr pro všechny LCA výsledky. Obecné evropské hodnoty mohou být užitečným výchozím rámcem, ale pro rozhodování v českém prostředí musí být vždy posouzeno, zda odpovídají domácím surovinovým tokům, energetickým vstupům, logistice, regionálním vazbám, certifikaci a průmyslovému využití.

Český kontext nabízí relevantní surovinové i průmyslové předpoklady pro vybrané biopalivové a biosložkové řetězce. Jejich skutečný emisní přínos však bude záviset na kvalitě dat, logistice, využití vedlejších produktů a schopnosti propojit palivové, chemické, zemědělské a odpadové řetězce. Tyto faktory budou klíčové pro navazující doporučení v dalších kapitolách.

## 10. Vazba na RED III, udržitelnost a reporting

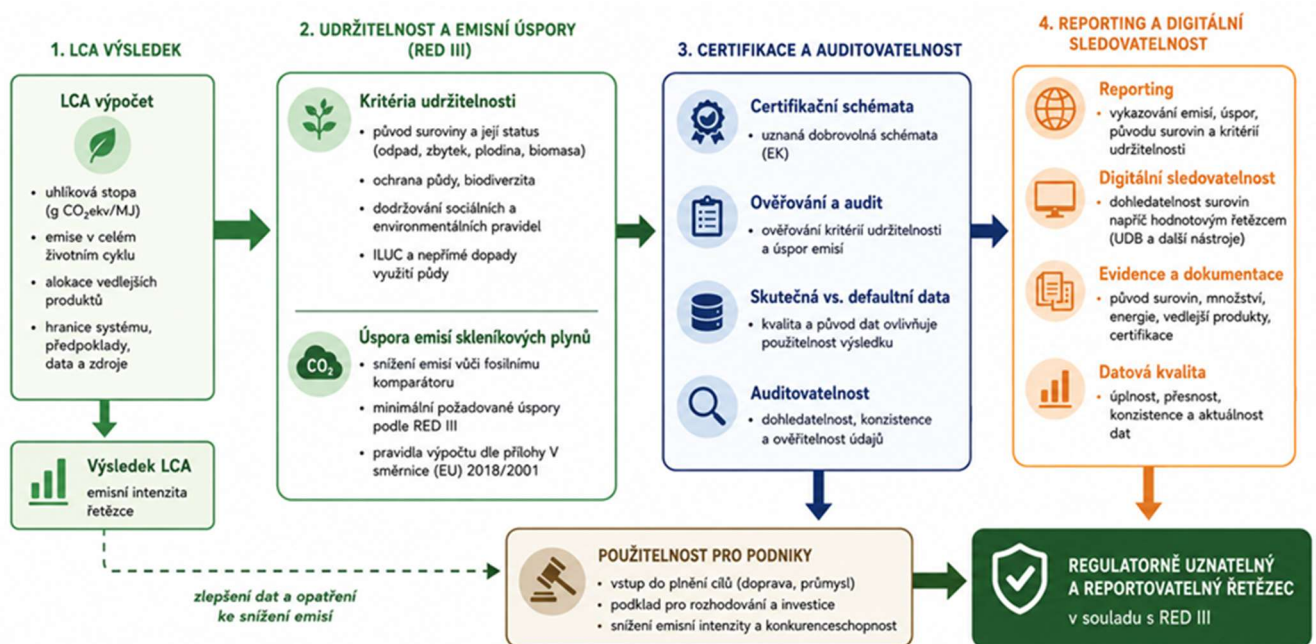
Tato kapitola vysvětluje, jak se výsledky LCA promítají do regulatorní uznatelnosti, certifikace, udržitelnosti a reportingu. Zaměřuje se na to, kdy má emisní výsledek praktickou hodnotu pro RED, dobrovolná schémata, auditovatelnost dat a rozhodování podniků.

Výsledky LCA mají v kontextu biopaliv a biosložek praktický význam pouze tehdy, pokud jsou propojeny s regulatorním rámcem, který určuje, zda lze daný řetězec uznat jako udržitelný, emisně úsporný a použitelný pro plnění příslušných cílů. V evropském prostředí je tímto

rámcem zejména směrnice o obnovitelných zdrojích energie ve znění RED III a prováděcí pravidla pro ověřování kritérií udržitelnosti a úspor emisí skleníkových plynů [4], [5].

Z tohoto důvodu studie nebude pracovat s LCA pouze jako s akademickým výpočtem uhlíkové stopy. LCA výsledky budou interpretovány podle toho, zda mohou pomoci posoudit regulační použitelnost daného řetězce, identifikovat emisní hotspoty, určit potřebu skutečných dat, zlepšit certifikační připravenost a nastavit relevantní reporting. Praktická otázka proto nezní pouze „jaká je emisní intenzita“, ale také „zda je tato hodnota doložitelná, auditovatelná a použitelná v režimu RED“.

**Obrázek 14: Vazba LCA výsledku na regulační uznatelnost a reporting**



**Tabulka 19: Vazba mezi LCA výsledkem, udržitelností a reportingem**

Oblast	Co se posuzuje	Význam pro studii	Dopad pro podniky
Kritéria udržitelnosti	původ suroviny, ochrana půdy, biodiverzita, pravidla RED	určuje, zda je řetězec regulačně použitelný	nutnost doložit původ a status suroviny
Úspora emisí	snížení emisí vůči fosilnímu komparátoru	propojuje LCA výsledek s RED požadavky	potřeba výpočtu a ověření emisní bilance
Odpadní a zbytkové suroviny	status vstupu, původ, pohyb v řetězci	rozhoduje o emisním a regulačním přínosu	vyšší nároky na evidenci a certifikaci
ILUC	riziko nepřímé změny využití půdy	důležité zejména u plodinových vstupů	nutnost posoudit typ suroviny a její původ
Certifikace	ověření souladu s pravidly	podmínka praktické uznatelnosti	audit, evidence, certifikační schéma
Reporting	vykazování dat, hodnot a původu surovin	zajišťuje transparentnost a dohledatelnost	administrativní a datová připravenost
Skutečná vs. defaultní data	kvalita použitých hodnot	určuje přesnost a rozhodovací hodnotu	motivace ke zlepšení provozních dat

LCA výsledek je pouze jednou částí regulatorní použitelnosti biopalivového řetězce. Aby měl praktickou hodnotu, musí být propojen s původem suroviny, kritérii udržitelnosti, pravidly pro výpočet úspor emisí, certifikací, auditovatelnými daty a reportingem. Teprve kombinace těchto prvků umožňuje posoudit, zda je daný řetězec použitelný nejen technicky a environmentálně, ale také regulatorně.

## 10.1 Kritéria udržitelnosti a regulatorní uznatelnost

Kritéria udržitelnosti představují základní podmínku pro to, aby biopalivový řetězec mohl být v evropském regulatorním rámci uznán jako relevantní pro plnění cílů v oblasti obnovitelných zdrojů a snižování emisí. Nejde pouze o výslednou emisní intenzitu. Důležitý je také původ suroviny, způsob jejího získání, dopady na půdu, ochrana biologické rozmanitosti, pravidla pro odpadní a zbytkové vstupy a schopnost doložit splnění příslušných požadavků.

RED III navazuje na rámec směrnice (EU) 2018/2001 a posiluje význam obnovitelných paliv a udržitelných palivových cest v dopravě [4]. Pro účely této studie je podstatné, že regulatorní uznatelnost řetězce nelze odvozovat pouze z toho, že palivo je biogenního původu. Rozhodující je, zda splňuje příslušná kritéria udržitelnosti a zda dosahuje požadovaných úspor emisí skleníkových plynů podle relevantních pravidel.

Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996 je v tomto ohledu důležité proto, že stanovuje pravidla pro ověřování kritérií udržitelnosti, úspor emisí a kritérií nízkého rizika nepřímé změny ve využívání půdy [5]. Prakticky to znamená, že pro podniky nestačí pouze deklarovat typ suroviny nebo odhadnout emisní přínos. Je nutné doložit, jaká data byla použita, odkud surovina pochází, jaký je její status, jakým způsobem se pohybovala hodnotovým řetězcem a zda jsou tyto informace auditovatelné.

Tato studie proto bude výsledky LCA interpretovat jako vstup do regulatorního rozhodování, nikoliv jako konečné certifikační stanovisko. Pokud určitý řetězec vykazuje nízkou emisní intenzitu, ale není dostatečně doložen původ suroviny nebo status vstupu, nelze jeho regulatorní použitelnost považovat za stejně silnou jako u řetězce s robustními a auditovatelnými daty. Naopak řetězec s mírně horší emisní bilancí, ale vysokou datovou jistotou a jasnou certifikační cestou může být z praktického hlediska lépe použitelný.

## 10.2 Minimální úspory emisí a fosilní komparátor

Jedním z hlavních regulatorních významů LCA je výpočet úspory emisí skleníkových plynů vůči fosilnímu komparátoru. V evropském rámci se úspora emisí posuzuje ve vztahu k referenční hodnotě fosilního paliva a vypočítává se podle metodiky stanovené v příslušných přílohách směrnice o obnovitelných zdrojích [7].

Pro účely této studie je důležité zdůraznit, že samotná emisní intenzita v g CO<sub>2</sub>ekv/MJ neříká vše. Prakticky rozhodující je také to, zda daná hodnota vede k dostatečné procentní úspoře vůči fosilnímu komparátoru a zda je tato úspora doložitelná podle pravidel RED. Dva řetězce

mohou mít podobnou emisní intenzitu, ale odlišnou rozhodovací hodnotu, pokud jeden vychází ze skutečných dat a druhý pouze z orientačních nebo scénářových předpokladů.

Příloha V směrnice (EU) 2018/2001 stanovuje pravidla pro výpočet emisí z biopaliv, biokapalin a jejich fosilních komparátorů [7]. Z hlediska této studie bude důležité rozlišovat, zda se pracuje s typickými hodnotami, defaultními hodnotami, skutečnými hodnotami nebo hodnotami převzatými z rešerše. Každá z těchto kategorií má jinou vypovídací schopnost a jinou použitelnost pro rozhodování.

**Tabulka 20: Typy emisních hodnot a jejich využití**

Typ hodnoty	Charakter	Výhoda	Omezení	Dopad na rozhodování
Skutečná hodnota	vychází z konkrétních dat řetězce nebo provozu	nejlépe zachycuje realitu	vyžaduje měření, evidenci a audit, administrativní zátěž	vysoká rozhodovací hodnota
Defaultní hodnota	předem stanovená hodnota podle regulačního rámce	jednodušší použití	nemusí odrážet konkrétní české podmínky	vhodná jako regulační nebo orientační základ
Typická hodnota	referenční hodnota pro standardní řetězec	umožňuje srovnání	nemusí zachytit konkrétní provozní odchylky	vhodná pro rámcové srovnání
Rešeršní hodnota	převzatá z odborné literatury nebo studií	vhodná pro orientaci	různá metodika, hranice systému a data	střední až omezená rozhodovací hodnota
Scénářová hodnota	založená na předpokladech	užitečná pro foresight a Road Map	závislá na předpokladech	strategická, nikoliv certifikační hodnota

Studie nebude výsledky prezentovat tak, aby vyvolávala dojem, že všechny hodnoty mají stejnou váhu. Pokud bude výsledek založen na skutečných datech, bude možné jej interpretovat jako silnější podklad pro podniková opatření a regulační připravenost. Pokud půjde o hodnotu defaultní, rešeršní nebo scénářovou, bude nutné výsledek doplnit komentářem k metodice, datové jistotě a využitelnosti.

### 10.3 Odpadní a zbytkové suroviny

Odpadní a zbytkové suroviny mají v evropském regulačním rámci zvláštní význam. Mohou umožňovat vyšší emisní úspory, snižovat tlak na primární zemědělské plodiny a podporovat cirkulární využití zdrojů. Podle přílohy V části C bodu 18 směrnice RED se emise skleníkových plynů z odpadů a zbytků považují až do doby jejich získání za nulové, a to i tehdy, pokud jsou tyto odpady a zbytky před přeměnou na konečný produkt zpracovány na prozatímní produkty. Právě proto je klíčové důsledně doložit původ, status a pohyb suroviny v hodnotovém řetězci, aby nedocházelo k chybnému započítání nebo neoprávněnému uplatnění výhodnější metodiky.

U řetězců, jako je UCOME, biopaliva z odpadní biomasy nebo pokročilá biopaliva ze zbytkových vstupů, je proto rozhodující nejen samotná emisní intenzita. Stejně důležité je, zda lze

prokázat, že vstup skutečně splňuje podmínky odpadní nebo zbytkové suroviny a že jeho využití nevede k nežádoucím nepřímým dopadům. Pokud takové doložení chybí, může být i emisně příznivý řetězec z regulatorního hlediska problematický.

Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996 zdůrazňuje ověřování kritérií udržitelnosti a úspor emisí [5]. V praxi to znamená, že u odpadních a zbytkových vstupů musí podniky věnovat zvláštní pozornost evidenci, certifikaci, sběru dat a kontrolovatelnosti surovinového toku. Jde zejména o doložení původu, množství, způsobu sběru, skladování, předúpravy a předání do další části hodnotového řetězce.

Pro český kontext je tato otázka významná zejména proto, že odpadní a zbytkové vstupy mohou hrát důležitou roli v rozvoji pokročilých biopaliv a biosložek. Jejich potenciál však nelze hodnotit pouze podle teoretické dostupnosti. Rozhodující bude, zda jsou dostupné v dostatečné kvalitě, zda existuje logisticky zvládnutelný systém sběru a zda lze zajistit auditovatelnou evidenci.

## **10.4 ILUC a nepřímé dopady využití půdy**

ILUC, tedy nepřímá změna využití půdy, představuje významné riziko zejména u biopaliv vyráběných z primárních zemědělských plodin. Jde o situaci, kdy zvýšená poptávka po určité surovině může nepřímo vést ke změnám využití půdy jinde, například pokud se zemědělská produkce přesune nebo rozšíří na úkor jiných funkcí půdy.

Pro účely této studie je důležité, že ILUC není pouze abstraktní environmentální pojem. Ovlivňuje regulatorní posuzování udržitelnosti, zejména u plodinových biopaliv. RED rámec proto rozlišuje mezi různými typy surovin a pracuje s riziky spojenými s využíváním potravinářských a krmných plodin pro palivové účely [4], [7].

U řetězců založených na řepce, kukuřici nebo jiných primárních plodinách bude nutné vnímat ILUC jako jeden z faktorů, který může ovlivnit regulatorní i společenskou přijatelnost dané cesty. To neznamena, že plodinová biopaliva jsou automaticky neudržitelná. Znamená to však, že jejich hodnocení musí zahrnovat širší kontext využití půdy, konkurence mezi potravinářským, krmivářským, palivářským a chemickým využitím a dostupnosti udržitelných surovin.

U odpadních, zbytkových a lignocelulóзовých vstupů může být ILUC riziko obecně nižší, ale ani zde nelze automaticky předpokládat nulový dopad. Například u zemědělských zbytků je nutné zohlednit udržitelnou míru odběru, dopady na půdní organickou hmotu a alternativní využití. Studie proto bude ILUC a nepřímé dopady půdy chápat jako součást širšího hodnocení udržitelnosti, nikoliv jako samostatný izolovaný parametr.

## **10.5 Certifikační schémata a auditovatelnost**

Certifikace je praktickým mechanismem, který umožňuje ověřit, zda daný biopalivový nebo biosložkový řetězec splňuje příslušná pravidla udržitelnosti a úspor emisí. Evropská komise

uznává dobrovolná certifikační schémata, která slouží k prokazování souladu s požadavky RED u biopaliv, biokapalin a paliv z biomasy [10].

Pro účely této studie je důležité, že certifikace není pouze administrativní formalita. Je to nástroj, který propojuje LCA výpočet, původ suroviny, datovou evidenci, audit a regulační uznatelnost. Pokud chybí certifikačně použitelná data, může být i technicky kvalitní LCA výsledek jen omezeně využitelný.

Auditovatelnost znamená, že údaje použité pro výpočet a reporting musí být zpětně dohledatelné, konzistentní a ověřitelné. Týká se to zejména původu surovin, množství, energetických vstupů, vedlejších produktů, alokace, přepravních vzdáleností, skladování a použitých emisních faktorů. U složitějších hodnotových řetězců bude auditovatelnost jedním z hlavních faktorů, který rozhodne o praktické použitelnosti výsledků.

Certifikační připravenost bude proto ve studii chápána jako jedna z dimenzí rozhodovací hodnoty. Řetězec, který má nižší emisní intenzitu, ale slabou evidenci a obtížně doložitelný původ vstupů, může být v praxi méně použitelný než řetězec s mírně vyšší emisní intenzitou, ale robustní datovou a certifikační oporou.

## 10.6 Reporting a digitální sledovatelnost

Reporting je nezbytnou součástí praktického uplatnění LCA výsledků. Zahrnuje systematické vykazování údajů o původu surovin, výrobních procesech, emisní intenzitě, úsporách emisí, certifikaci a splnění kritérií udržitelnosti. V moderním regulačním prostředí se reporting stále více propojuje s digitální evidencí, sledovatelností a požadavkem na auditovatelná data.

Union Database představuje evropský nástroj pro sledovatelnost kapalných a plyných obnovitelných a recyklovaných uhlíkových paliv [11]. Její význam spočívá v tom, že posiluje požadavek na dohledatelnost pohybu paliv a relevantních vstupů napříč hodnotovým řetězcem. Pro podniky to znamená, že datová evidence nebude pouze interním nástrojem řízení, ale součástí širšího regulačního a tržního rámce.

Akční plán digitální a zelené transformace ČTP Bio zdůrazňuje význam digitálních nástrojů pro emisní reporting, LCA, DDV a GHG metodiku, stejně jako potřebu sledovatelnosti surovin a datové interoperability [6]. To přímo odpovídá požadavkům této studie. Pokud mají být LCA výsledky prakticky využitelné, musí být postaveny na datech, která lze evidovat, aktualizovat, ověřovat a sdílet v rámci hodnotového řetězce.

Digitalizace evidence surovinových toků je důležitá zejména u odpadních a zbytkových vstupů, kde je nutné doložit původ, status, pohyb a kvalitu suroviny. U plodinových vstupů je důležitá evidence zemědělských dat, výnosů, hnojiv, energetických vstupů a využití vedlejších produktů. U výrobních procesů je klíčové sledovat spotřebu elektřiny, tepla, páry, pomocných látek a skutečné provozní parametry.

**Tabulka 21: Praktické požadavky na data pro reporting a certifikaci**

Oblast dat	Příklad údajů	Význam pro LCA a RED	Riziko při nedostatečné evidenci
Původ suroviny	typ, původ, dodavatelský řetězec, status odpadu nebo zbytku	určuje udržitelnost a regulační použitelnost	zpochybnění statusu suroviny
Zemědělská data	výnosy, hnojiva, nafta, postupy hospodaření	ovlivňují emisní intenzitu plodinových řetězců	nepřesný výpočet emisí
Logistika	vzdálenosti, typ dopravy, skladování, ztráty	ovlivňuje emise z dopravy a skladování	podcenění emisní stopy
Výrobní energie	elektřina, teplo, pára, vodík, paliva	klíčová pro výrobní emise	nemožnost doložit snížení emisí
Vedlejší produkty	množství, využití, alokace	ovlivňuje rozdělení emisí	metodická neporovnatelnost
Certifikační údaje	schéma, audit, evidence, doklady	podmínka praktické uznatelnosti	regulační a obchodní riziko
Digitální reporting	struktura dat, aktualizace, dohledatelnost	zvyšuje auditovatelnost	neúplný nebo nekonzistentní reporting

## 10.7 Dopady na podniky v palivovém a chemickém sektoru

Výsledky LCA mají pro podniky význam pouze tehdy, pokud jsou převoditelné do praktických rozhodnutí. V palivovém sektoru se jedná zejména o rozhodování, které řetězce mají dostatečný emisní přínos, které jsou certifikačně použitelné, kde je nutné doplnit skutečná data a jaká technologická nebo provozní opatření mohou snížit emisní intenzitu. V chemickém sektoru je význam širší, protože biosložky mohou sloužit nejen jako paliva, ale také jako vstupy pro materiálové a chemické aplikace.

Pro podniky v palivovém sektoru je nejdůležitější vazba mezi emisní intenzitou, úsporou emisí, certifikací a tržní použitelností. Pokud řetězec nesplňuje požadavky udržitelnosti nebo nedokáže doložit dostatečné emisní úspory, jeho praktická hodnota se snižuje bez ohledu na technologický potenciál. Naopak řetězce s dobrou datovou základnou, nízkou emisní intenzitou a jasnou certifikační cestou mohou být vhodné pro další podnikové výpočty, investiční úvahy a provozní optimalizaci.

Pro chemický průmysl je důležité, že bio-based vstupy mohou přispívat k náhradě fosilního uhlíku v produktech a hodnotových řetězcích, kde přímá elektrifikace nebo čistě energetické řešení nestačí. V tomto kontextu bude LCA sloužit nejen k posouzení palivové funkce, ale také k hodnocení materiálového využití biosložek, vazby na vedlejší produkty a možnosti snížit uhlíkovou stopu chemických vstupů.

Z praktického hlediska by podniky měly výsledky této studie využívat ve třech úrovních. První úroveň je orientační rozhodnutí, které řetězce mají pro české prostředí největší potenciál. Druhou úrovní je identifikace datových mezer a emisních hotspotů. Třetí úrovní je příprava

detailnějších podnikových výpočtů, certifikačních podkladů a konkrétních opatření ke snížení emisní intenzity.

Praktickým výstupem je rozlišení řetězců, u nichž má smysl usilovat o detailnější podnikové výpočty, zlepšení datové základny nebo technologická opatření ke snížení emisní intenzity. Tato část tak propojuje regulační požadavky RED s potřebami podniků, výzkumu a navazujících palivových a chemických řetězců.

**Tabulka 22: Praktické dopady RED, LCA a reportingu pro podniky**

Oblast dopadu	Co to znamená pro podniky	Praktická reakce
Regulační uznatelnost	řetězec musí splnit pravidla RED a udržitelnosti	ověřit původ surovin a certifikační cestu
Emisní úspory	nestačí nízká uhlíková stopa, nutná je doložitelná úspora	připravit LCA data a výpočet vůči fosilnímu komparátoru
Datová kvalita	rozhodovací hodnota závisí na kvalitě údajů	zavést měření, evidenci a auditovatelnost
Odpadní a zbytkové vstupy	vysoký potenciál, ale náročnější doložení původu	posílit sledovatelnost a dokumentaci
Certifikace	podmínka tržního a regulačního uplatnění	pracovat s uznanými certifikačními schémata
Chemické a materiálové využití	biosložky mohou nahrazovat fosilní vstupy	hodnotit i materiálovou uhlíkovou stopu
Digitální reporting	data musí být dohledatelná a konzistentní	digitalizovat evidenci surovin, energií a emisí

Výsledky LCA mají praktickou hodnotu pouze tehdy, pokud jsou doložitelné, vycházejí z kvalitních dat, splňují kritéria udržitelnosti a jsou použitelné v režimu RED, certifikace a reportingu. Pro podniky to znamená, že orientační emisní hodnota sama o sobě nestačí; rozhodující je její ověřitelnost a použitelnost pro regulační, obchodní nebo strategické rozhodování.

## 11. Dopady pro podniky, VaV a hodnotové řetězce

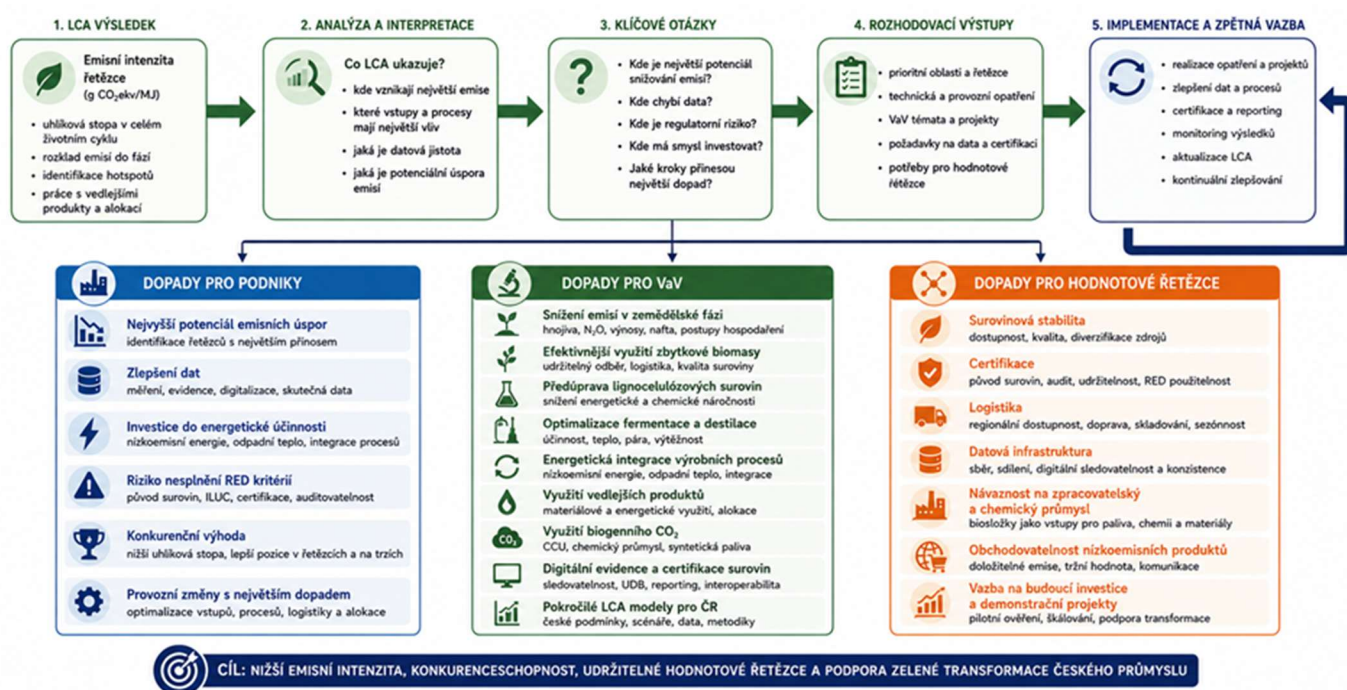
Výsledky LCA jsou využitelné tehdy, pokud se promítnou do konkrétních rozhodnutí podniků, výzkumných priorit a rozvoje navazujících hodnotových řetězců. Kapitola proto shrnuje, jak mohou zjištěné emisní hotspoty, datové mezery a regulační požadavky ovlivnit provozní opatření, investice, VaV témata, certifikaci a budoucí rozvoj české bio-based ekonomiky.

Výsledky LCA mají pro podniky a výzkumné organizace praktickou hodnotu zejména tehdy, pokud umožní identifikovat, kde vzniká největší uhlíková stopa, kde je největší potenciál emisních úspor, kde jsou největší datové mezery a kde má smysl investovat do technologických nebo provozních opatření. Studie proto nebude interpretovat LCA pouze jako výpočet emisní intenzity, ale jako nástroj pro řízení transformace hodnotového řetězce.

Projektový záměr ČTP Bio počítá s tím, že platforma bude podporovat podniky v přístupu k výzkumu, technologiím a novým řešením v oblasti bio-based biosložek a uhlíkové neutrality [2]. Tento přístup navazuje také na Akční plán digitální a zelené transformace ČTP Bio, který zdůrazňuje význam propojování podniků, výzkumných organizací a veřejné správy, rozvoj digitálních nástrojů pro sledovatelnost surovin a emisní reporting a podporu zelené a digitální transformace hodnotových řetězců [6].

Z hlediska regulatorního rámce je důležité, že podnikové dopady LCA nelze oddělit od požadavků RED III, kritérií udržitelnosti, certifikace, minimálních emisních úspor a reportingu [4], [5], [7]. Řetězec, který je z technického hlediska zajímavý, nemusí být automaticky obchodně nebo regulatorně použitelný, pokud nedokáže doložit původ suroviny, splnění kritérií udržitelnosti, emisní úsporu a auditovatelnou datovou stopu.

**Obrázek 15: Převod LCA výsledků do podnikových, VaV a hodnotových dopadů**



LCA výsledek je výchozím bodem pro praktické rozhodování. Z emisní intenzity a identifikovaných hotspotů lze odvodit podniková opatření, VaV témata a požadavky na hodnotový řetězec. Pokud je hlavní emisní zátěž ve výrobní energii, budou důležitá opatření v oblasti energetické účinnosti a nízkoemisních vstupů. Pokud je slabým místem datová kvalita, bude prioritou evidence, certifikace a auditovatelnost. Pokud je hlavní potenciál v odpadních nebo zbytkových surovinách, bude rozhodující logistika, původ suroviny a stabilita dodavatelského řetězce.

**Tabulka 23: Přehled praktických dopadů LCA výsledků**

Oblast dopadu	Co LCA ukazuje	Praktický význam	Hlavní adresáti
Podniková opatření	emisní hotspoty, energetická náročnost, datové mezery	provozní optimalizace, investice, certifikace	podniky v palivovém a chemickém sektoru
VaV témata	technologické a datové slabiny řetězců	výzkumné projekty, pilotní ověření, nové technologie	výzkumné organizace, podniky, platforma
Hodnotové řetězce	dostupnost surovin, logistika, certifikace, návaznosti	stabilita, obchodovatelnost, škálování	podniky, dodavatelé, veřejná správa
Regulace a reporting	RED použitelnost, auditovatelnost, datová kvalita	snížení regulatorního rizika	podniky, certifikační subjekty, platforma
Strategické dokumenty	prioritní směry rozvoje a datové mezery	Akční plán, SVA, foresight, Road Map	ČTP Bio a partneři

## 11.1 Dopady pro podniky

Pro podniky představují výsledky LCA praktický nástroj pro určení, které řetězce mají nejvyšší potenciál emisních úspor, kde je nutné zlepšit data a kde se vyplatí investovat do technologických nebo provozních opatření. Samotné zjištění emisní intenzity nestačí. Podniky potřebují vědět, proč daná emisní hodnota vzniká, zda ji mohou ovlivnit a zda je výsledek využitelný pro certifikaci, reporting, obchodní komunikaci nebo investiční rozhodování.

Prvním dopadem pro podniky je identifikace řetězců s nejvyšším potenciálem emisních úspor. U odpadních a zbytkových vstupů může být potenciál vysoký, ale bude záviset na kvalitě sběru, doložení původu suroviny, logistice, předúpravě a certifikaci. U plodinových řetězců bude potenciál emisních úspor záviset zejména na zemědělských vstupech, výnosech, N<sub>2</sub>O emisích, energetické náročnosti výroby a způsobu alokace vedlejších produktů. U pokročilých biopaliv bude rozhodující technologická zralost, výtěžnost, energetická integrace a dostupnost dat.

Druhým dopadem je potřeba zlepšit datovou základnu. Podniky, které budou schopny pracovat se skutečnými, měřenými a auditovatelnými daty, získají silnější pozici než podniky spoléhající pouze na obecné nebo defaultní hodnoty. Skutečná data mohou lépe zachytit provozní realitu, identifikovat konkrétní emisní hotspoty a doložit účinek opatření ke snížení emisní intenzity. Zároveň však vyžadují systematickou evidenci, interní procesy, datovou konzistenci a návaznost na certifikační požadavky.

Třetím dopadem je určení oblastí, kde se vyplatí investovat do energetické účinnosti. U řetězců s významnou spotřebou tepla, elektřiny, páry, vodíku nebo jiných energetických vstupů může být právě výrobní energie hlavní pákou pro snížení uhlíkové stopy. To se týká zejména ethanolových řetězců, HVO/HEFA, pokročilých biopaliv a dalších technologicky náročnějších cest. Investice do nízkoemisního tepla, energetické integrace, využití odpadního tepla nebo zlepšení účinnosti procesu mohou mít přímý dopad na LCA výsledek.

Čtvrtým dopadem je identifikace rizik nesplnění RED kritérií. Některé řetězce mohou být emisně zajímavé, ale jejich použitelnost může být omezena nedostatečnou certifikací, nejasným původem suroviny, rizikem ILUC, slabou auditovatelností nebo neúplným reportingem. Pro podniky to znamená, že regulatorní připravenost musí být posuzována souběžně s technologickou a ekonomickou proveditelností. Nízká emisní intenzita sama o sobě nestačí, pokud není doložitelná a uznatelná podle pravidel RED [4], [5], [7].

Pátým dopadem je možnost vzniku konkurenční výhody díky nižší uhlíkové stopě. Podniky, které dokáží doložit nižší emisní intenzitu, původ surovin a certifikovanou udržitelnost, mohou získat silnější postavení v dodavatelských řetězcích, při obchodování s nízkoemisními produkty, při komunikaci se zákazníky i při přípravě na budoucí regulatorní požadavky. Tato výhoda bude tím významnější, čím více budou zákazníci, odběratelé a regulatorní rámce požadovat doložitelné emisní údaje.

Šestým dopadem je určení provozních změn s největším potenciálem. U některých řetězců může jít o optimalizaci hnojení a zemědělských vstupů, u jiných o snížení energetické náročnosti destilace, zlepšení logistiky surovin, využití vedlejších produktů, přechod na nízkoemisní energii nebo digitalizaci evidence. Pro podniky je důležité, aby se opatření nevybírala obecně, ale podle toho, kde konkrétní řetězec skutečně vytváří největší uhlíkovou stopu.

**Tabulka 24: Dopady LCA výsledků pro podniky**

Oblast podnikové reakce	Co ukazuje LCA	Praktický dopad pro podnik	Příklad opatření
Výběr prioritních řetězců	emisní intenzita a úspory emisí	rozhodnutí, kterým cestám věnovat detailnější pozornost	detailed výpočet pro vybrané řetězce
Zlepšení dat	datová jistota a auditovatelnost	vyšší důvěryhodnost výsledků a certifikační připravenost	měření, evidence, digitální sledovatelnost
Energetická účinnost	výrobní emise a spotřeba energií	snížení uhlíkové stopy výroby	nízkoemisní teplo, odpadní teplo, optimalizace procesu
RED rizika	udržitelnost, ILUC, původ suroviny	snížení regulatorního a obchodního rizika	ověření původu a certifikační cesty
Konkurenční výhoda	doložitelně nižší uhlíková stopa	lepší pozice v dodavatelských řetězcích	komunikace certifikovaných emisních údajů
Provozní opatření	hlavní emisní hotspoty	cílené zlepšení provozu	logistika, alokace, vedlejší produkty, energie

Z pohledu podniků je tedy hlavním přínosem studie to, že pomáhá převést obecné téma snižování emisí do konkrétních rozhodnutí. Nejde pouze o otázku, které palivo má nižší uhlíkovou stopu, ale o to, zda podnik dokáže tuto stopu doložit, snížit a využít jako součást regulatorní, obchodní a investiční strategie.

## 11.2 Dopady pro VaV

Výsledky LCA jsou důležité také pro formulaci výzkumných a vývojových priorit. VaV témata by neměla vznikat izolovaně od potřeb podniků a hodnotových řetězců. Naopak, měla by reagovat na identifikované emisní hotspoty, datové mezery, technologická omezení a požadavky certifikace a reportingu. Studie proto poskytuje základ pro převod praktických potřeb sektoru do výzkumných a inovačních témat.

Prvním významným VaV tématem je snížení emisí v zemědělské fázi. U plodinových biopaliv je nutné hledat cesty, jak snížit emise spojené s hnojivem,  $N_2O$ , spotřebou nafty, výnosy a zemědělskými postupy. Výzkum by se měl zaměřit na přesnější modelování českých zemědělských podmínek, lepší evidenci vstupů, efektivnější hospodaření s dusíkem a postupy snižující uhlíkovou stopu na jednotku vyrobené suroviny.

Druhým tématem je efektivnější využití zbytkové biomasy. U kukuřičných zbytků, lignocelulózy a dalších zbytkových vstupů je nutné zkoumat nejen technologickou využitelnost, ale také udržitelný odběr, logistiku, skladování, kvalitu suroviny a dopady na půdní organickou hmotu. Výzkum by měl pomoci určit, jaký objem zbytkové biomasy lze v českých podmínkách využít bez negativních dopadů na půdu a bez nepřiměřených logistických nákladů.

Třetím tématem je předúprava lignocelulóзовých surovin. Pokročilá biopaliva často narážejí na technologickou náročnost předúpravy, hydrolýzy, fermentace a následného zpracování. LCA výsledky mohou pomoci identifikovat, zda je hlavním problémem energetická náročnost, chemické vstupy, nízká výtěžnost nebo využití zbytkových frakcí. To umožní směřovat VaV k těm částem procesu, kde lze dosáhnout největšího emisního i ekonomického efektu.

Čtvrtým tématem je optimalizace fermentace a destilace. U ethanolových řetězců je energetická náročnost výroby jedním z klíčových faktorů emisní intenzity. Výzkum a vývoj by se proto měl zaměřit na snížení spotřeby tepla, efektivnější separaci, využití odpadního tepla, procesní integraci a zlepšení výtěžnosti. Každé zlepšení v této oblasti může mít přímý dopad na výslednou emisní bilanci.

Pátým tématem je energetická integrace výrobních procesů. Napříč řetězci se ukazuje, že původ a množství energie vstupující do výroby zásadně ovlivňuje výslednou uhlíkovou stopu. VaV může přispět k návrhu procesů využívajících nízkoemisní teplo, obnovitelnou elektřinu, odpadní teplo, biogenní energetické proudy nebo lepší propojení energetických a materiálových toků.

Šestým tématem je využití vedlejších produktů. Šroty, glycerin, DDGS, lignin, fermentační  $CO_2$  a další proudy mohou významně ovlivnit LCA výsledek. Výzkum by se měl zaměřit na jejich materiálové, chemické nebo energetické využití a na metodicky konzistentní práci s alokací. Zvláštní význam má využití biogenního  $CO_2$ , které může být relevantní pro chemický průmysl,

syntetická paliva, potravinářské nebo technické aplikace, pokud je reálně doloženo a metodicky správně započteno.

Sedmým tématem je digitální evidence a certifikace surovin. S rostoucím důrazem na RED, certifikační schémata, Union Database a auditovatelnost bude potřeba rozvíjet digitální nástroje pro sledování původu surovin, energetických vstupů, emisních faktorů a pohybu materiálů napříč hodnotovým řetězcem [10], [11]. To je oblast, kde se propojuje výzkum, podniková praxe, regulace a digitalizace.

Osmým tématem jsou pokročilé LCA modely pro české podmínky. Obecné evropské hodnoty jsou důležité jako výchozí rámec, ale pro české rozhodování je nutné pracovat s daty odpovídajícími domácím surovinovým, výrobním, energetickým a logistickým podmínkám. VaV by měl pomoci vytvořit modely, které umožní srovnávat řetězce transparentně, aktualizovatelně a s jasně vyznačenou úrovní datové jistoty.

**Tabulka 25: Doporučená VaV témata odvozená z LCA výsledků**

VaV téma	Vazba na emisní hotspot	Praktický přínos	Vazba na ČTP Bio
Snížení emisí v zemědělské fázi	hnojiva, N <sub>2</sub> O, výnosy, nafta	nižší stopa plodinových vstupů	SVA, Akční plán
Efektivnější využití zbytkové biomasy	dostupnost, odběr, půda, logistika	vyšší využitelnost pokročilých vstupů	foresight, Road Map
Předúprava lignocelulózních surovin	energie, chemikálie, výtěžnost	nižší emise pokročilých biopaliv	VaV projekty, demonstrace
Optimalizace fermentace a destilace	teplo, pára, účinnost	nižší energetická náročnost ethanolu	podniková opatření, VaV
Energetická integrace výroby	elektrina, teplo, odpadní energie	snížení výrobních emisí	Akční plán, Road Map
Využití vedlejších produktů	alokace, materiálové využití	lepší LCA bilance a vyšší hodnota řetězce	chemický průmysl, SVA
Využití biogenního CO <sub>2</sub>	fermentační CO <sub>2</sub> , CCU, chemické vstupy	nové hodnotové vazby a emisní přínos	foresight, chemické aplikace
Digitální evidence a certifikace	data, audit, reporting	vyšší regulační připravenost	digitální transformace
Pokročilé LCA modely pro ČR	datová kvalita, české podmínky	přesnější rozhodování	metodický základ platformy

Dopady pro VaV jsou tedy dvojí. Na jedné straně studie ukazuje konkrétní technologická témata, kde lze snížit emisní intenzitu. Na druhé straně ukazuje datová a metodická témata, bez nichž nebude možné emisní přínosy důvěryhodně doložit. Právě propojení technického výzkumu, datové infrastruktury a regulační použitelnosti je jedním z hlavních úkolů technologické platformy.

### 11.3 Dopady pro hodnotové řetězce

Hodnotové řetězce biopaliv a biosložek nejsou tvořeny pouze výrobou finálního paliva. Zahrnují surovinovou základnu, zemědělství, odpadové hospodářství, logistiku, skladování, předúpravu, chemické a palivářské zpracování, certifikaci, reporting, obchodování a koncové využití. Výsledky LCA proto mají význam nejen pro jednotlivé podniky, ale pro celý systém vztahů mezi dodavateli, zpracovateli, odběrateli, výzkumem a veřejnou správou.

Prvním dopadem pro hodnotové řetězce je potřeba surovinové stability. Bez stabilních a doložitelných surovinových toků nelze rozvíjet ani efektivní výrobu, ani robustní LCA výpočty, ani certifikaci. U plodinových surovin je stabilita dána zejména zemědělskou produkcí, výnosy a konkurencí využití. U odpadních a zbytkových vstupů je stabilita závislá na sběru, třídění, logistice, kvalitě a evidenci. U pokročilých řetězců bude klíčové prokázat, že surovina je nejen teoreticky dostupná, ale prakticky využitelná v dostatečné kvalitě a objemu.

Druhým dopadem je rostoucí význam certifikace. Hodnotový řetězec musí být schopen doložit původ suroviny, její status, emisní hodnoty, splnění kritérií udržitelnosti a návaznost na reporting. Certifikace se proto netýká pouze výrobce finálního paliva, ale celého řetězce od vstupu po výstup. Pokud některý článek řetězce neposkytuje dostatečně kvalitní data, může tím oslabit regulační použitelnost celého produktu.

Třetím dopadem je logistika. U řetězců založených na zbytkových a odpadních surovinách může být logistika rozhodující pro ekonomiku i uhlíkovou stopu. Regionální koncentrace surovin, vzdálenost ke zpracovatelské kapacitě, skladovatelnost, sezónnost a kvalita vstupu budou určovat, zda je daný řetězec prakticky škálovatelný. LCA výsledky proto musí být interpretovány společně s regionální a logistickou proveditelností.

Čtvrtým dopadem je potřeba datové infrastruktury. Hodnotové řetězce budou stále více závislé na schopnosti sdílet, ověřovat a aktualizovat data o surovinách, energiích, emisích, certifikaci a pohybu produktů. Union Database a širší požadavky na reporting posilují význam digitální sledovatelnosti [11]. Akční plán ČTP Bio v této souvislosti zdůrazňuje datovou interoperabilitu, sledovatelnost surovin a digitální emisní reporting [6].

Pátým dopadem je návaznost na zpracovatelský a chemický průmysl. Biosložky nemusí být chápány pouze jako součást palivového sektoru. Mohou být vstupem pro chemické výrobky, materiály, meziprodukty nebo nové bio-based aplikace. To vytváří širší hodnotové příležitosti, ale zároveň klade vyšší nároky na LCA interpretaci, protože je nutné posuzovat nejen energetické využití, ale také materiálovou hodnotu biogenního uhlíku.

Šestým dopadem je obchodovatelnost nízkoemisních produktů. Produkty s doložitelně nižší uhlíkovou stopou mohou mít vyšší tržní hodnotu, pokud jsou jejich emisní parametry spolehlivě změřeny, certifikovány a reportovány. To se týká nejen paliv, ale také chemických a materiálových vstupů. Obchodovatelnost nízkoemisního produktu proto bude stále více

záviset na kvalitě dat a schopnosti prokázat, že nižší uhlíková stopa není pouze deklarovaná, ale auditovatelná.

Sedmým dopadem je vazba na budoucí investice a demonstrační projekty. LCA výsledky mohou pomoci určit, které řetězce mají největší potenciál pro další rozvoj, kde je potřeba pilotní ověření a kde je nutné nejprve doplnit data nebo vyřešit technologické bariéry. Pro demonstrační projekty je důležité, aby nebyly postaveny pouze na technologické zajímavosti, ale také na surovinové dostupnosti, emisním přínosu, certifikační použitelnosti a návaznosti na hodnotový řetězec.

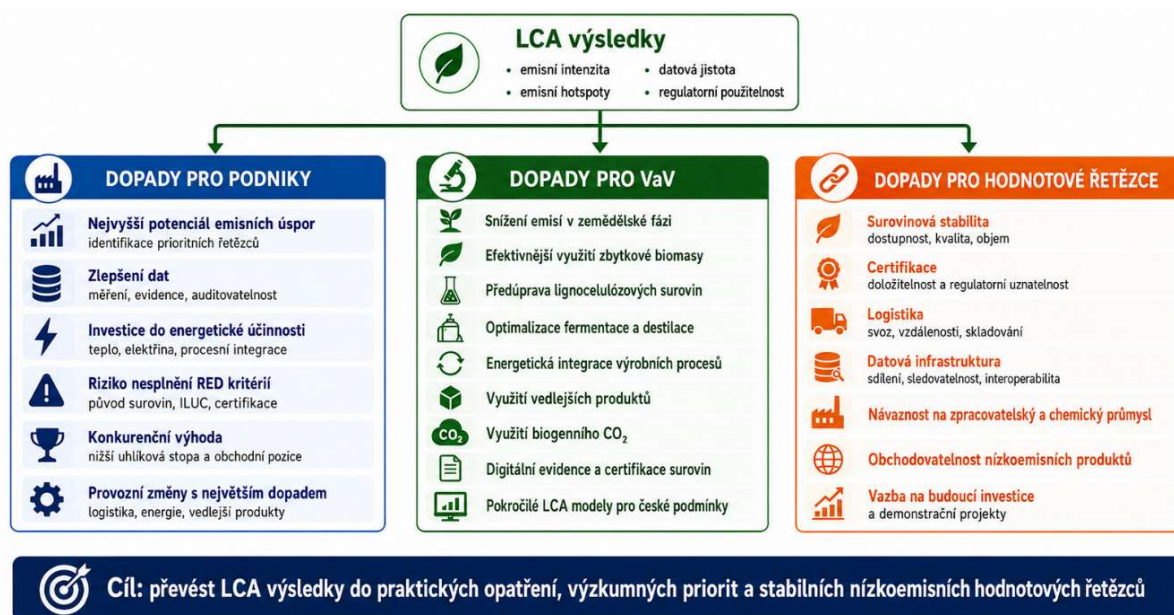
**Tabulka 26: Dopady LCA výsledků pro hodnotové řetězce**

Oblast hodnotového řetězce	Dopad LCA výsledků	Riziko	Doporučená reakce
Surovinová stabilita	určuje proveditelnost a škálovatelnost řetězce	nedostatek nebo nestabilita vstupů	mapování zdrojů a dlouhodobé dodavatelské vazby
Certifikace	rozhoduje o regulatorní použitelnosti	neuznatelnost řetězce nebo produktu	zapojení certifikace od počátku
Logistika	ovlivňuje emise i ekonomiku	ztráta emisní výhody kvůli dopravě	regionální optimalizace a plánování svozu
Datová infrastruktura	zajišťuje auditovatelnost a reporting	neúplná nebo nekonzistentní data	digitální sledovatelnost a jednotná datová struktura
Chemické a materiálové vazby	rozšiřují využití biosložek	zúžení hodnoty pouze na paliva	posuzovat materiálové i energetické využití
Obchodovatelnost	zvyšuje hodnotu nízkoemisních produktů	nemožnost doložit uhlíkovou stopu	certifikovaná komunikace emisních údajů
Investice a demonstrace	pomáhá vybrat prioritní směry	investice bez emisního nebo datového základu	pilotní projekty navázané na LCA a surovinová data

Z hlediska hodnotových řetězců je nejdůležitější závěr ten, že LCA výsledky nelze chápat izolovaně od surovin, logistiky, certifikace a trhu. Biopalivový nebo biosložkový řetězec může být emisně slibný, ale prakticky slabý, pokud nemá stabilní vstupní surovinu, auditovatelná data nebo návaznost na zpracování a odbyt. Naopak řetězec s mírně nižším emisním potenciálem, ale stabilní surovinovou základnou, dobrou certifikací a jasným tržním uplatněním může být pro český kontext prakticky významnější.

Výsledky této kapitoly tak ukazují, že hlavním přínosem LCA studie není pouze porovnání emisních hodnot, ale vytvoření rozhodovací logiky pro podniky, výzkum a hodnotové řetězce. Tato logika umožňuje určit, kde má smysl investovat, kde je třeba doplnit data, kde formulovat VaV témata a kde připravovat budoucí demonstrační nebo strategické projekty.

Obrázek 16: Dopady LCA výsledků na podniky, VaV a hodnotové řetězce



Obrázek 16 znázorňuje, že LCA výsledky vstupují do tří navazujících rozhodovacích rovin. První rovinou jsou podniková opatření, zejména provozní optimalizace, energetická účinnost, certifikace a snižování uhlíkové stopy. Druhou rovinou jsou VaV priority, které reagují na emisní hotspoty, technologické bariéry a datové mezery. Třetí rovinou jsou hodnotové řetězce, kde LCA výsledky pomáhají řešit surovinovou stabilitu, logistiku, certifikaci, digitální infrastrukturu a obchodovatelnost nízkoemisních produktů.

Dopady LCA výsledků přesahují rámec samotné environmentální analýzy. Pro podniky představují podklad pro provozní a investiční rozhodování, pro VaV zdroj prioritních výzkumných témat a pro hodnotové řetězce základ pro certifikaci, datovou infrastrukturu a budoucí obchodovatelnost nízkoemisních produktů.

## 12. Doporučení pro ČTP Bio a navazující dokumenty

Doporučení pro ČTP Bio vycházejí z identifikovaných emisních hotspotů, datových mezer a regulačních požadavků. Směřují k tomu, aby se výsledky LCA promítly do Akčního plánu, Strategické výzkumné agendy, Technologického foresightu a Road Map jako konkrétní priority pro další práci platformy.

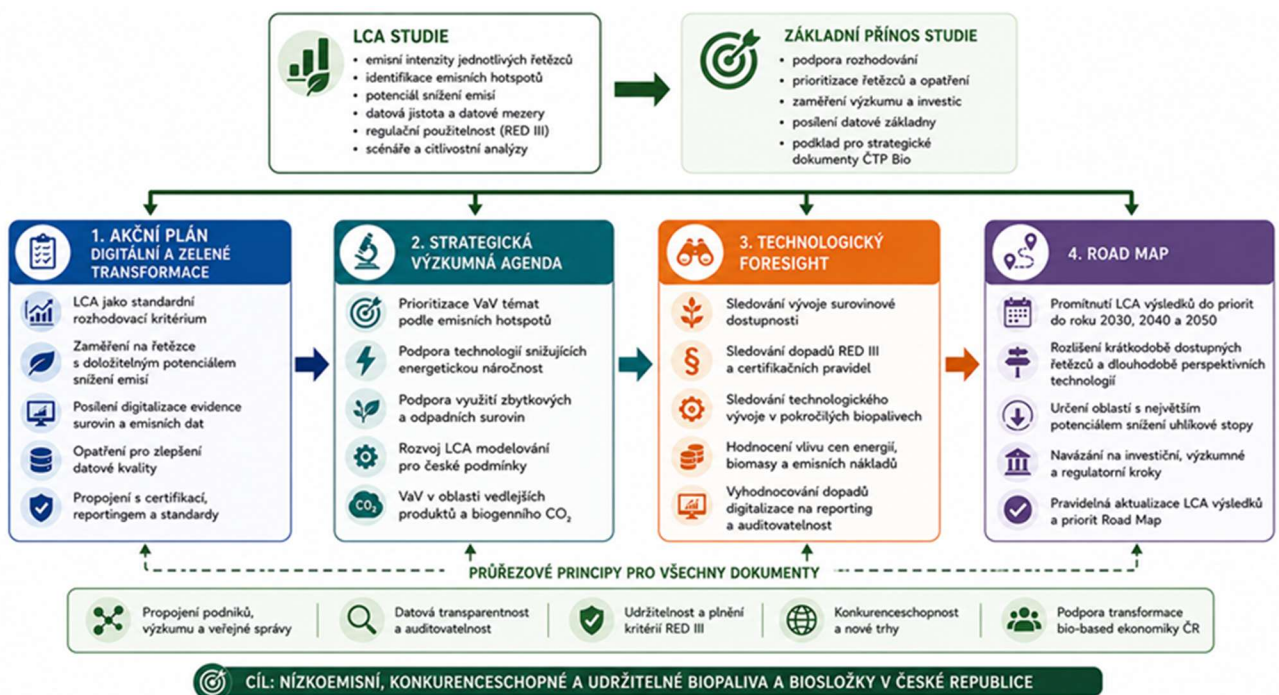
Studie ukazuje, že LCA nemá být vnímána pouze jako samostatný technický výpočet uhlíkové stopy. V kontextu ČTP Bio má sloužit jako rozhodovací nástroj, který propojuje emisní výsledky, datovou kvalitu, technologické možnosti, udržitelnost, certifikaci, reporting a praktickou využitelnost jednotlivých biopalivových a biosložkových řetězců. Právě toto propojení je důležité pro zelenou a digitální transformaci sektoru.

Projektový záměr ČTP Bio i Akční plán digitální a zelené transformace vytvářejí rámec pro využití výsledků studie v další práci platformy [2], [6]. Doporučení proto propojují emisní

hotspots, datovou připravenost, technologický rozvoj a potřeby podniků v palivových a biosložkových řetězcích.

Z hlediska evropského rámce je důležité, že doporučení nemohou být odvozena pouze od technické dostupnosti jednotlivých řetězců. Musí zohlednit také pravidla RED III, kritéria udržitelnosti, požadavky na minimální úspory emisí, ověřitelnost původu surovin, certifikaci a reporting [4], [5], [7]. Řetězce, které mají potenciál snížení emisí, ale nedokážou jej doložit spolehlivými a auditovatelnými daty, budou mít omezenou praktickou použitelnost. Naopak řetězce s dobrou datovou základnou, jasnou certifikační cestou a možností technologické optimalizace mohou být pro ČTP Bio prioritní i tehdy, pokud jejich emisní přínos není nejvyšší pouze na základě orientačních hodnot.

Obrázek 17: Využití LCA studie v navazujících dokumentech ČTP Bio



Obrázek 17 znázorňuje, že výsledky LCA studie vstupují do čtyř navazujících dokumentů ČTP Bio. Pro Akční plán poskytují základ pro opatření v oblasti dat, digitalizace a podnikové transformace. Pro Strategickou výzkumnou agendu určují VaV priority podle emisních hotspotů a technologických bariér. Pro Technologický foresight slouží jako rámec pro sledování budoucího vývoje surovin, technologií, regulace a trhu. Pro Road Map pomáhají převést emisní poznatky do časových priorit do roku 2030, 2040 a 2050.

**Tabulka 27: Využití výsledků LCA studie v navazujících dokumentech ČTP Bio**

Navazující dokument	Jaký vstup přináší LCA studie	Praktický význam
Akční plán digitální a zelené transformace	emisní hotspoty, datové mezery, potřeba sledovatelnosti a reportingu	převod výsledků do konkrétních opatření pro sektor
Strategická výzkumná agenda	VaV témata podle emisních faktorů, technických bariér a datových slabin	prioritizace výzkumu a vývoje podle reálných potřeb hodnotových řetězců
Technologický foresight	sledování vývoje surovin, technologií, certifikace, energetických cen a regulace	včasná identifikace budoucích příležitostí a rizik
Road Map	časové zařazení prioritních řetězců a opatření do horizontů 2030, 2040 a 2050	strategické plánování rozvoje biopaliv, biosložek a bio-based hodnotových řetězců

## 12.1 Doporučení pro Akční plán digitální a zelené transformace

Pro Akční plán digitální a zelené transformace je hlavním doporučením zařadit LCA jako standardní rozhodovací kritérium při hodnocení biopalivových a biosložkových řetězců. LCA by neměla být používána pouze zpětně jako nástroj pro doložení environmentálního přínosu, ale již v rané fázi rozhodování o tom, které řetězce mají být dále rozvíjeny, kde jsou hlavní emisní hotspoty a kde má smysl zaměřit podporu platformy.

Akční plán by měl pracovat s LCA ve třech základních rovinách. První rovinou je identifikace řetězců s doložitelným potenciálem snížení emisí. Druhou rovinou je určení datových mezer, které brání přesnému a auditovatelnému vyhodnocení emisní intenzity. Třetí rovinou je formulace opatření, která mohou vést ke snížení uhlíkové stopy, například v oblasti zemědělských vstupů, logistiky, výrobní energie, vedlejších produktů nebo certifikace.

Doporučuje se, aby Akční plán výslovně rozlišoval mezi řetězci, které jsou krátkodobě dostupné a datově dobře podložené, a řetězci, které jsou dlouhodobě perspektivní, ale vyžadují další ověření. Krátkodobě dostupné řetězce mohou být vhodné pro praktická podniková opatření a zlepšování datové kvality. Dlouhodobě perspektivní řetězce mohou být důležité pro VaV, foresight, pilotní ověření a přípravu budoucích hodnotových řetězců.

Významnou součástí Akčního plánu by měla být digitalizace evidence surovin a emisních dat. Studie ukazuje, že kvalita LCA výsledků závisí nejen na metodice výpočtu, ale také na dostupnosti skutečných, konzistentních a auditovatelných dat. To se týká zejména původu surovin, energetických vstupů, logistiky, vedlejších produktů, alokace a certifikačních údajů. Akční plán by proto měl podporovat zavádění digitálních nástrojů pro sledovatelnost surovin, emisní reporting a datovou interoperabilitu napříč hodnotovým řetězcem.

Doporučuje se také, aby Akční plán obsahoval opatření ke zlepšení datové kvality. Tato opatření by měla zahrnovat rozlišení skutečných, defaultních, rešeršních a scénářových hodnot, zavedení jednotné datové struktury pro hlavní řetězce, podporu měření a evidence u podniků a posílení návaznosti LCA výsledků na certifikaci a reporting. Tím se zvýší praktická použitelnost studie i schopnost sektoru doložit emisní přínosy vůči požadavkům RED a trhu.

**Tabulka 28: Doporučení pro Akční plán digitální a zelené transformace**

Doporučení	Vazba na výsledek studie	Praktický dopad
Zařadit LCA jako standardní rozhodovací kritérium	LCA ukazuje emisní intenzitu, hotspoty a datovou jistotu	lepší prioritizace opatření a řetězců
Zaměřit se na řetězce s doložitelným potenciálem snížení emisí	výsledky rozlišují emisní přínos a datovou spolehlivost	podpora prakticky využitelných cest
Posílit digitalizaci evidence surovin a emisních dat	datová kvalita rozhoduje o použitelnosti výsledků	vyšší auditovatelnost a připravenost na reporting
Navrhnout opatření pro zlepšení datové kvality	studie identifikuje rozdíl mezi skutečnými, defaultními a scénářovými daty	přesnější výpočty a nižší regulační riziko
Propojit LCA s certifikací a reportingem	RED vyžaduje doložitelnost a ověřitelnost	lepší regulační a obchodní použitelnost výsledků

Pro Akční plán je tedy klíčové, aby LCA nebyla vedlejším analytickým výstupem, ale jedním ze základních nástrojů rozhodování. Akční plán by měl převést emisní a datové poznatky do konkrétních opatření, která pomohou podnikům snižovat uhlíkovou stopu, zlepšovat datovou připravenost a posilovat konkurenceschopnost bio-based hodnotových řetězců.

## 12.2 Doporučení pro Strategickou výzkumnou agendu

Strategická výzkumná agenda by měla využít výsledky studie k prioritizaci VaV témat podle skutečných emisních hotspotů, technologických bariér a datových mezer. Výzkumné priority by neměly být formulovány pouze podle obecné atraktivity jednotlivých technologií, ale podle toho, kde může výzkum a vývoj nejvíce přispět ke snížení emisní intenzity, zvýšení regulační použitelnosti a posílení hodnotových řetězců v českém prostředí.

První oblastí je snížení emisí v zemědělské fázi. U plodinových biopaliv je zemědělská fáze jedním z hlavních emisních faktorů. Strategická výzkumná agenda by proto měla podporovat témata zaměřená na optimalizaci hnojení, snížení N<sub>2</sub>O emisí, přesnější práci s výnosy, zemědělskými vstupy a půdními parametry. Významné je také zlepšení českých dat pro modelování emisí ze zemědělské produkce.

Druhou oblastí je efektivnější využití zbytkové a odpadní biomasy. Studie ukazuje, že tyto vstupy mohou mít významný dekarbonizační potenciál, ale jejich využití je omezeno dostupností, logistikou, kvalitou, certifikací a technologickou připraveností. VaV by se proto měl zaměřit na udržitelný odběr zbytkové biomasy, předúpravu, skladování, logistiku a posouzení dopadů na půdu a alternativní využití surovin.

Třetí oblastí je předúprava lignocelulóзовých surovin. Pokročilá biopaliva mohou být významná pro dlouhodobou transformaci, ale jejich LCA výsledky jsou citlivé na energetickou náročnost předúpravy, výtěžnost, spotřebu chemikálií, enzymů a využití zbytkových frakcí. Strategická výzkumná agenda by proto měla podporovat technologie, které snižují energetickou a materiálovou náročnost těchto procesů.

Čtvrtou oblastí je optimalizace fermentace, destilace a dalších energeticky náročných procesů. U ethanolových a dalších konverzních řetězců může být výrobní energie jedním z rozhodujících emisních faktorů. Výzkum by se měl zaměřit na snížení spotřeby tepla a páry, procesní integraci, využití odpadního tepla, zlepšení separačních procesů a vyšší účinnost konverze.

Pátou oblastí je energetická integrace výrobních procesů. Napříč řetězci platí, že původ a množství energie vstupující do výroby zásadně ovlivňuje výslednou uhlíkovou stopu. Strategická výzkumná agenda by měla podporovat využití nízkoemisního tepla, obnovitelné elektřiny, odpadního tepla, biogenních energetických proudů a systémového propojení výroby paliv a biosložek s energetikou a chemickým průmyslem.

Šestou oblastí je využití vedlejších produktů a biogenního CO<sub>2</sub>. Vedlejší produkty mohou významně ovlivnit LCA výsledek a zároveň vytvářet nové hodnotové vazby. Výzkum by se měl zaměřit na materiálové a chemické využití glycerinu, šrotů, DDGS, ligninu, fermentačního CO<sub>2</sub> a dalších proudů. Zvláštní pozornost si zaslouží biogenní CO<sub>2</sub> jako potenciální vstup pro chemické aplikace, syntetická paliva nebo jiné CCU cesty, pokud je jeho využití technicky, ekonomicky a metodicky doložitelné.

Sedmou oblastí je digitální evidence a certifikace surovin. S rostoucím významem RED, certifikačních schémat, Union Database a auditovatelnosti bude nutné vyvíjet nástroje pro sledování původu surovin, energetických vstupů, emisních faktorů, vedlejších produktů a pohybu materiálů v hodnotových řetězcích [10], [11]. Tato oblast propojuje technický výzkum, datovou infrastrukturu, regulační připravenost a podnikové řízení.

Osmou oblastí je rozvoj pokročilých LCA modelů pro české podmínky. Studie ukazuje, že obecné evropské hodnoty je nutné interpretovat s ohledem na české suroviny, výnosy, energetické vstupy, logistiku, regionální vazby a datovou dostupnost. Strategická výzkumná agenda by proto měla podporovat modely, které umožní transparentně hodnotit české řetězce, pracovat s nejistotou, rozlišovat úroveň datové jistoty a aktualizovat výsledky podle nových dat.

**Tabulka 29: Doporučení pro Strategickou výzkumnou agendu**

Prioritní VaV oblast	Důvod zařazení	Očekávaný přínos
Snížení emisí v zemědělské fázi	význam N-hnojiv (a ztráty v důsledku vyplavování a odpařování) , N <sub>2</sub> O emisí, výnosů u plodinových řetězců , spotřeby PHM a jejich potenciální nahrazení biopalivy. Potenciální význam úspory emisí vyvolané nahromaděním uhlíku v půdě díky zdokonaleným zemědělským postupům (ESCA). Využití biochar	nižší uhlíková stopa vstupních surovin
Efektivnější využití zbytkové biomasy	potenciál pokročilých a zbytkových vstupů	vyšší využitelnost domácích surovin
Předúprava lignocelulóзовých surovin	technologická a energetická náročnost pokročilých cest	snížení emisí a zvýšení výtěžnosti

Prioritní VaV oblast	Důvod zařazení	Očekávaný přínos
Optimalizace fermentace a destilace	význam tepla a páry u ethanolových cest	nižší výrobní emise
Energetická integrace výrobních procesů	vysoký význam energetických vstupů a jejich zdroje	nižší emisní intenzita výroby
Využití vedlejších produktů	význam alokace a materiálového využití	lepší LCA bilance a vyšší hodnota řetězců
Využití biogenního CO <sub>2</sub>	možnost nových chemických a CCU vazeb	rozvoj nových bio-based aplikací
Digitální evidence a certifikace surovin	potřeba auditovatelných dat a reportingu	vyšší regulační připravenost
LCA modely pro české podmínky	potřeba přesnějších lokálních dat	kvalitnější rozhodování a aktualizace výsledků

Strategická výzkumná agenda by tak měla převést LCA výsledky do výzkumných priorit, které odpovídají skutečným slabým místům hodnotových řetězců. Výzkum a vývoj by se měl soustředit nejen na nové technologie, ale také na snižování emisí v existujících procesech, využití vedlejších proudů, zlepšení datové kvality a vytvoření nástrojů pro robustní rozhodování v českých podmínkách.

### 12.3 Doporučení pro Technologický foresight

Technologický foresight by měl využít výsledky studie jako základ pro systematické sledování faktorů, které mohou v budoucnu ovlivnit význam jednotlivých biopalivových a biosložkových řetězců. LCA výsledky nejsou statické. Mění se s vývojem surovinové dostupnosti, energetického mixu, cen energií, technologií, certifikačních pravidel, datových nástrojů a tržní poptávky po nízkoemisních produktech.

Prvním doporučením je sledovat vývoj surovinové dostupnosti. To se týká jak olejnatých a škrobnatých plodin, tak odpadních a zbytkových vstupů, lignocelulózní biomasy a biologicky rozložitelných odpadů. Foresight by měl posuzovat nejen teoretický potenciál surovin, ale také jejich konkurenci využití, sezónnost, logistiku, regionální koncentraci a certifikovatelnost.

Druhým doporučením je sledovat dopady RED III a certifikačních pravidel. Regulační rámec může významně ovlivnit, které řetězce budou prakticky použitelné, které budou mít tržní výhodu a které mohou narazit na omezení. Foresight by proto měl sledovat vývoj pravidel pro udržitelnost, odpadní a zbytkové vstupy, ILUC, minimální úspory emisí, certifikační schémata a Union Database [4], [5], [10], [11].

Třetím doporučením je sledovat technologický vývoj v pokročilých biopalivech. Zvláštní pozornost by měla být věnována lignocelulózním cestám, pokročilým fermentačním procesům, využití odpadních a zbytkových surovin, HVO/HEFA, biologicky založeným SAF cestám a dalším bio-based produktům. Foresight by měl rozlišovat mezi technologiemi, které

jsou krátkodobě dostupné, a technologiemi, které mají dlouhodobý potenciál, ale vyžadují další VaV nebo demonstrační ověření.

Čtvrtým doporučením je hodnotit vliv cen energií, biomasy a emisních nákladů. LCA výsledky se sice primárně týkají emisí, ale praktická využitelnost řetězců bude záviset také na ekonomice. Cena tepla, elektřiny, vodíku, biomasy, odpadních vstupů a emisních nákladů může rozhodnout o tom, která opatření budou podniky schopny realizovat a které řetězce budou dlouhodobě konkurenceschopné.

Pátým doporučením je vyhodnocovat dopady digitalizace na reporting a auditovatelnost. Digitální nástroje mohou zásadně zlepšit sledovatelnost surovin, kvalitu dat, schopnost certifikace a rychlost reportingu. Foresight by proto měl sledovat, jak se vyvíjí požadavky na digitální reporting, jaké nástroje se uplatňují v hodnotových řetězcích a jak digitalizace ovlivňuje schopnost podniků doložit emisní přínos.

**Tabulka 30: Doporučení pro Technologický foresight**

Oblast sledování	Proč je důležitá	Využití pro ČTP Bio
Surovinová dostupnost	určuje potenciál a škálovatelnost řetězců	aktualizace priorit a identifikace rizik
RED III a certifikační pravidla	ovlivňují regulatorní použitelnost	příprava doporučení pro podniky a veřejnou správu
Pokročilá biopaliva	mohou být dlouhodobě významná	sledování technologické připravenosti a demonstračních příležitostí
Ceny energií a biomasy	ovlivňují ekonomiku i realizovatelnost opatření	propojení LCA s investičním rozhodováním
Emisní náklady	zvyšují význam nízkoemisních řešení	posouzení konkurenceschopnosti řetězců
Digitalizace reportingu	zvyšuje auditovatelnost a transparentnost	podpora datové infrastruktury sektoru
Trh s nízkoemisními produkty	určuje obchodní hodnotu emisních úspor	identifikace příležitostí pro podniky

Technologický foresight by měl být pravidelně aktualizován, protože surovinové, technologické i regulatorní podmínky se budou měnit. Výsledky této LCA studie mohou sloužit jako výchozí referenční bod, vůči němuž bude možné sledovat, zda se jednotlivé řetězce zlepšují, zda roste jejich datová jistota, zda se zlepšuje jejich certifikační použitelnost a zda se zvyšuje jejich význam pro českou bioekonomiku.

## 12.4 Doporučení pro Road Map

Road Map by měla převést výsledky LCA studie do časově strukturovaných priorit. Zatímco Akční plán určuje konkrétní opatření, Strategická výzkumná agenda formuluje VaV témata a Technologický foresight sleduje budoucí vývoj, Road Map má ukázat, jak se jednotlivé řetězce, technologie a opatření mohou rozvíjet v čase.

Prvním doporučením je promítnout LCA výsledky do priorit do roku 2030, 2040 a 2050. Do roku 2030 by měly být prioritou zejména řetězce, které jsou již dnes relativně dobře dostupné, mají datovou oporu a umožňují konkrétní opatření ke snížení emisní intenzity. Do roku 2040 by měla Road Map zahrnout řetězce vyžadující technologickou optimalizaci, lepší datovou infrastrukturu a rozvoj stabilních surovinových toků. Do roku 2050 by měla pracovat s dlouhodobě perspektivními technologiemi, pokročilými biopalivy, bio-based chemickými vstupy a širším využitím biogenního uhlíku.

Druhým doporučením je rozlišit krátkodobě dostupné řetězce a dlouhodobě perspektivní technologie. Krátkodobě dostupné řetězce mohou zahrnovat ty, u nichž je možné relativně rychle pracovat s provozní optimalizací, zlepšením datové kvality, certifikací a snížením emisí. Dlouhodobě perspektivní technologie mohou vyžadovat VaV, pilotní ověření, investice do infrastruktury nebo změnu regulatorních a tržních podmínek.

Třetím doporučením je určit, kde je největší potenciál snížení uhlíkové stopy. Road Map by neměla vycházet pouze z toho, které technologie jsou mediálně nebo strategicky atraktivní. Měla by se opírat o emisní hotspoty, datovou jistotu a reálnou schopnost opatření snížit uhlíkovou stopu. Tam, kde je hlavním problémem zemědělská fáze, bude Road Map směřovat k zemědělským a datovým opatřením. Tam, kde je hlavním problémem výrobní energie, bude směřovat k energetické účinnosti a nízkoemisním vstupům. Tam, kde je problémem datová kvalita, bude směřovat k digitalizaci a certifikaci.

Čtvrtým doporučením je navázat LCA výsledky na investiční, výzkumné a regulatorní kroky. LCA výsledky samy o sobě nezmění hodnotový řetězec, pokud nebudou převedeny do konkrétních kroků. Road Map by proto měla pro jednotlivé časové horizonty rozlišovat, kde jsou potřebná podniková opatření, kde VaV projekty, kde demonstrační ověření, kde zlepšení datové infrastruktury a kde regulatorní nebo certifikační doporučení.

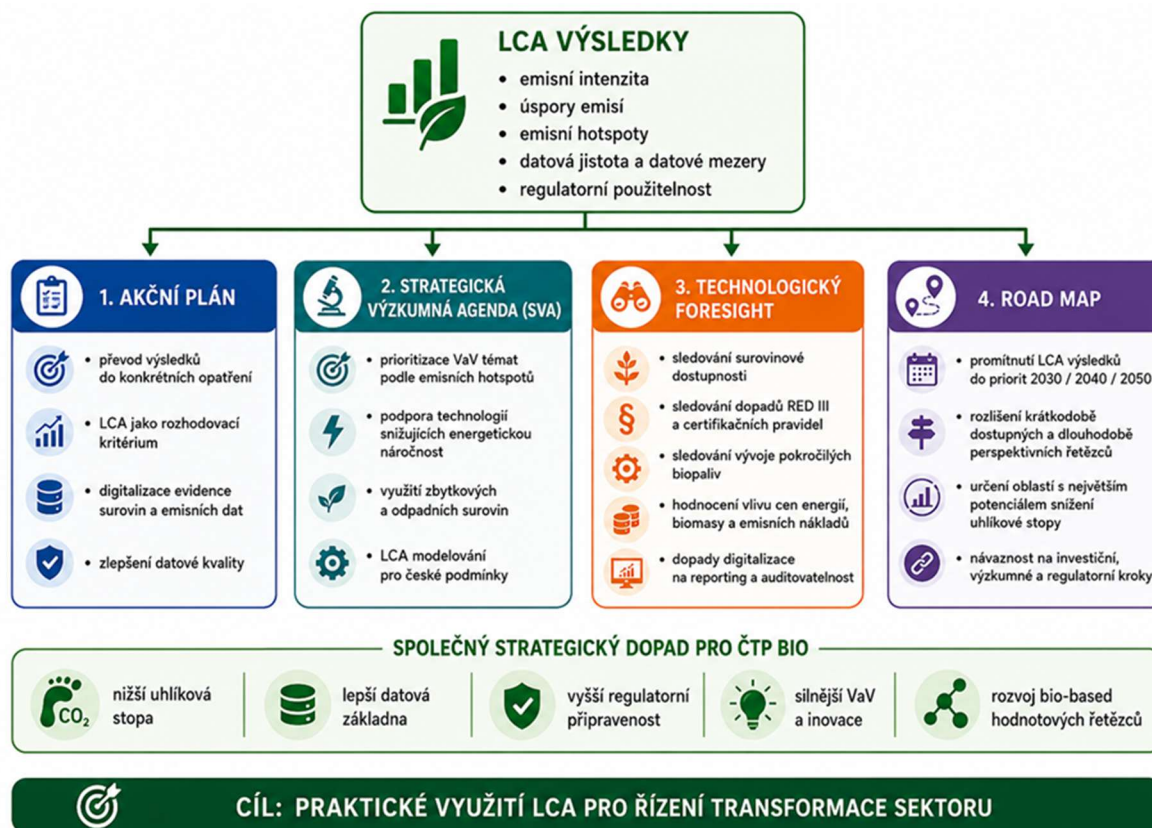
**Tabulka 31: Doporučení pro Road Map podle časových horizontů**

Časový horizont	Prioritní zaměření	Typické kroky	Vazba na LCA výsledky
Do roku 2030	krátkodobě dostupné a datově lépe podložené řetězce	zlepšení dat, energetická účinnost, certifikace, provozní optimalizace	využití řetězců s vyšší rozhodovací jistotou
Do roku 2040	rozvoj pokročilejších řetězců a stabilizace surovinových toků	VaV, pilotní projekty, logistika, digitalizace evidence	řešení emisních hotspotů a datových mezer
Do roku 2050	dlouhodobá transformace bio-based hodnotových řetězců	pokročilá biopaliva, materiálové využití biosložek, biogenní CO <sub>2</sub> , propojení s chemií	využití strategických a scénářových výsledků

Road Map by měla výsledky studie využívat jako dynamický podklad. To znamená, že LCA výsledky by neměly být jednorázově převzaty a uzavřeny, ale pravidelně aktualizovány podle nových dat, změn v surovinové dostupnosti, technologickém vývoji, energetickém mixu,

cenách a regulatorních pravidlech. Tím se z Road Map stane nástroj průběžného řízení transformace, nikoliv pouze statický strategický dokument.

Obrázek 18: Převod LCA výsledků do Akčního plánu, SVA, foresightu a Road Map



Obrázek 18 znázorňuje, že LCA studie poskytuje společný analytický základ pro čtyři navazující dokumenty ČTP Bio. Akční plán převádí výsledky do opatření, Strategická výzkumná agenda do VaV priorit, Technologický foresight do sledování budoucích trendů a Road Map do časově strukturovaného rozvoje do roku 2030, 2040 a 2050.

Výsledky studie tak umožňují, aby navazující dokumenty ČTP Bio nebyly oddělenými texty, ale vzájemně propojeným strategickým rámcem. LCA určuje, kde vznikají emise a kde jsou datové mezery. Akční plán navrhuje opatření. Strategická výzkumná agenda určuje, jaký výzkum je potřebný. Technologický foresight sleduje budoucí vývoj. Road Map stanovuje časové priority a návaznost na investiční, výzkumné a regulatorní kroky.

Doporučení uvedená v této kapitole převádějí výsledky LCA do čtyř oblastí další práce ČTP Bio: aktualizace Akčního plánu, formulace VaV priorit, sledování technologických a regulatorních trendů a přípravy Road Map. Tím kapitola uzavírá praktickou část studie a vytváří podklad pro její využití v navazujících strategických dokumentech.

## 13. Závěr

Studie potvrzuje, že rozhodující není samotný název paliva ani obecná deklarace jeho biologického původu, ale konkrétní emisní bilance celého řetězce. Praktický význam mají zejména původ suroviny, výrobní proces, využití vedlejších produktů, logistika, certifikace, regulatorní použitelnost a kvalita dat [7], [16], [17].

Z tohoto důvodu studie nevychází z předpokladu, že všechna biopaliva jsou automaticky nízkoemisní. Naopak ukazuje, že jednotlivé palivové a biosložkové řetězce se mohou výrazně lišit z hlediska emisní intenzity, datové spolehlivosti, regulatorní použitelnosti i praktického významu pro české prostředí. Stejný typ paliva může dosahovat odlišných výsledků podle původu suroviny, energetického mixu, výrobní účinnosti, dopravních vzdáleností, alokace vedlejších produktů a schopnosti doložit skutečné hodnoty [5], [7], [16], [17].

Pro český kontext jsou pro podrobnější hodnocení nejlépe připravené zejména řetězce **MĚŘO/RME, UCOME, bioetanol z kukuřice a bioetanol z kukuřičných zbytků**. U těchto řetězců existuje dostatečná relevance pro české surovinové, výrobní a hodnotové prostředí a zároveň je možné pracovat s konkrétnějšími LCA výsledky, emisními hotspoty, opatřeními ke snížení uhlíkové stopy a doporučeními pro podniky, VaV a navazující dokumenty ČTP Bio [2], [6], [12], [13], [18].

Z hlediska dalšího zpracování je však nutné rozlišit, že jednotlivé řetězce nemají stejnou datovou oporu ani stejnou míru praktické připravenosti. Studie proto doporučuje pracovat se čtyřmi úrovněmi hloubky hodnocení [5], [6], [7].

**Tabulka 32: Doporučené zařazení řetězců podle hloubky zpracování**

Kategorie	Řetězce	Doporučený způsob zpracování
A – prioritní detailní hodnocení	MĚŘO/RME, UCOME, bioetanol z kukuřice, bioetanol z kukuřičných zbytků	detailní LCA vyhodnocení, emisní hotspoty, opatření ke snížení emisí, doporučení pro podniky a VaV
B – rešeršně- kvantitativní hodnocení	HVO/HEFA, SAF biologického původu, vybraná pokročilá biopaliva	dostupná data, orientační emisní pásma, limity, citlivosti a datové mezery
C – kontextové hodnocení	bio-butan, bio-propan, bio-LPG, vybrané biosložky pro chemický průmysl	stručné hodnocení podle datové dostupnosti, regulatorní relevance a vazby na české hodnotové řetězce
D – návazné téma	syntetická paliva	pouze vymezení vazby na navazující samostatnou studii, zejména ve vztahu k biogennímu CO <sub>2</sub> a vodíku

Toto rozdělení je důležité proto, aby studie nevytvářela falešnou přesnost. Řetězce zařazené do kategorie A lze hodnotit podrobněji, protože jsou pro české prostředí relevantní a existuje pro ně silnější datová a praktická opora. Řetězce v kategorii B mohou mít významný budoucí

potenciál, ale jejich hodnocení musí pracovat s dostupností dat, orientačními pásmy, metodickými limity a jasně označenými datovými mezerami. Řetězce v kategorii C mají být posouzeny zejména z hlediska relevance pro české hodnotové řetězce, chemický průmysl a možné budoucí aplikace. Syntetická paliva by měla být v této studii chápána pouze jako návazné téma, nikoliv jako hlavní předmět hodnocení [2], [6].

Praktická hodnota studie spočívá především v tom, že převádí LCA z obecného environmentálního pojmu do rozhodovacího nástroje. Studie neříká pouze, zda má daný řetězec vyšší nebo nižší emisní intenzitu. Ukazuje také, **kde** tato emisní intenzita vzniká, **proč** vzniká, **jaká data jsou k dispozici**, **jaká opatření mohou emise snížit** a **jakou váhu lze jednotlivým výsledkům přiřadit** [5], [6], [7], [16], [17].

Nejdůležitějšími výstupy studie jsou proto identifikace emisních hotspotů, rozlišení úrovní datové jistoty, určení možností snížení uhlíkové stopy a formulace doporučení pro podniky, výzkum, regulaci a strategické dokumenty ČTP Bio. Studie ukazuje, že u některých řetězců bude hlavní výzvou zemědělská fáze, zejména hnojiva, N<sub>2</sub>O emise, výnosy a hospodaření s půdou. U jiných řetězců bude rozhodující logistika, původ suroviny, skladování a certifikace. U technologicky náročnějších cest bude klíčová výrobní energie, účinnost konverze, nízkoemisní teplo, elektřina, vodík nebo využití vedlejších proudů [5], [7], [16], [17].

Z pohledu podniků studie ukazuje, že největší přínos budou mít opatření zaměřená na skutečné emisní hotspoty, nikoliv obecná deklarace „zelenosti“ určitého paliva. Podniky by proto měly pracovat s LCA jako s nástrojem pro rozhodování o investicích, provozních opatřeních, energetické účinnosti, certifikaci, reportingu a obchodní komunikaci. Konkurenční výhodu budou mít zejména ty řetězce a podniky, které dokáží doložit nejen nižší uhlíkovou stopu, ale také kvalitu dat, původ surovin, splnění kritérií udržitelnosti a regulatorní použitelnost výsledků [4], [5], [7], [10], [11].

Z pohledu výzkumu a vývoje studie ukazuje, že VaV priority by měly být odvozeny od skutečných emisních a datových slabin hodnotových řetězců. Výzkum by se měl zaměřit zejména na snižování emisí v zemědělské fázi, efektivnější využití zbytkové a odpadní biomasy, předúpravu lignocelulóзовých surovin, energetickou integraci výrobních procesů, optimalizaci fermentace a destilace, využití vedlejších produktů, využití biogenního CO<sub>2</sub>, digitální evidenci a pokročilé LCA modely pro české podmínky [2], [6], [14], [16], [17].

Z pohledu hodnotových řetězců studie potvrzuje, že emisní přínos biopaliv a biosložek je úzce spojen se stabilitou surovinových toků, logistikou, certifikací, datovou infrastrukturou a návazností na zpracovatelský a chemický průmysl. Udržitelný rozvoj bio-based řešení v České republice nebude záviset pouze na dostupnosti jednotlivých technologií, ale také na schopnosti propojit zemědělství, odpadové hospodářství, palivářství, chemický průmysl, výzkum, certifikaci a digitální reporting [2], [6], [10], [11], [19].

Z pohledu regulatorní použitelnosti studie zdůrazňuje, že LCA výsledky musí být čteny společně s požadavky RED III, kritérii udržitelnosti, minimálními úsporami emisí, pravidly pro odpadní a

zbytkové suroviny, certifikací a reportingem [4], [5], [7], [10], [11]. Nízká emisní intenzita má praktický význam pouze tehdy, pokud je doložitelná, auditovatelná a použitelná v příslušném regulačním rámci. Stejně tak nelze považovat orientační nebo scénářové hodnoty za plnohodnotnou náhradu skutečných dat konkrétního řetězce nebo provozu.

Z pohledu ČTP Bio studie poskytuje metodický a obsahový základ pro navazující strategické dokumenty [2], [6]. Pro **Akční plán digitální a zelené transformace** přináší doporučení, jak zařadit LCA mezi standardní rozhodovací kritéria, jak posílit digitalizaci evidence surovin a emisních dat a jak navrhnout opatření ke zlepšení datové kvality. Pro **Strategickou výzkumnou agendu** přináší podklad pro prioritizaci VaV témat podle emisních hotspotů a technologických bariér. Pro **Technologický foresight** poskytuje rámec pro sledování vývoje surovin, technologií, certifikace, energetických cen a regulačních pravidel. Pro **Road Map** umožňuje převést LCA výsledky do časových priorit do roku 2030, 2040 a 2050.

Biopaliva a biosložky mohou být významnou součástí dekarbonizace dopravy, chemického průmyslu a širší bio-based ekonomiky pouze tehdy, pokud jejich přínos obstojí v konkrétním řetězci. Rozhodující je doložitelná emisní úspora, splnění kritérií udržitelnosti, zvládnutá logistika, efektivní výroba, metodicky správná práce s vedlejšími produkty a auditovatelná datová základna [4], [5], [7], [10], [11], [16], [17].

Hlavním závěrem studie proto je, že pro český kontext má největší význam soustředit se na takové biopalivové a biosložkové řetězce, které kombinují **reálnou surovinovou a průmyslovou relevanci, doložitelný emisní přínos, možnost technologického zlepšení, regulační použitelnost a dostatečnou datovou jistotu**. Právě tyto řetězce by měly tvořit základ pro další práci ČTP Bio, pro podniková opatření, pro výzkumné priority a pro aktualizaci strategických dokumentů směřujících k dlouhodobě konkurenceschopné, nízkoemisní a udržitelné bio-based ekonomice v České republice [2], [6].

## Příloha A – Zdroje studie

[1] **OP TAK – Technologické platformy – výzva II**, oficiální informace k výzvě. Výzva podporuje koordinační činnosti technologických platforem při vytváření a implementaci strategií směřujících k digitální a zelené transformaci průmyslu.

[2] **ČTP Bio: Podnikatelský záměr projektu ČTP Biosložky V**, OP TAK 2024–2027 – Technologické platformy – výzva II. Dokument vymezuje zaměření projektu na biosložky pro dopravu a chemický průmysl, LCA dopady, strategické dokumenty a tematické studie včetně LCA analýzy biopaliv vyráběných a zpracovávaných v ČR.

[3] **European Commission – Biofuels**, oficiální tematická stránka Evropské komise k biopalivům a obnovitelné energii v dopravě. Uvádí rámec RED pro obnovitelnou energii v dopravě, včetně cíle 29 % obnovitelné energie v dopravě nebo 14,5% snížení emisní intenzity a kombinovaného podcíle 5,5 % pro obnovitelný vodík a pokročilá biopaliva.

[4] **Směrnice (EU) 2023/2413**, kterou se mění směrnice (EU) 2018/2001 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů; tzv. RED III.

[5] **Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996** ze dne 14. června 2022 o pravidlech pro ověřování kritérií udržitelnosti, úspor emisí skleníkových plynů a kritérií nízkého rizika nepřímé změny ve využívání půdy.

[6] **ČTP Bio: Akční plán digitální a zelené transformace**, projekt ČTP Biosložky V, Dokument vymezuje koordinační roli ČTP Bio, význam digitalizace, LCA/DDV/GHG reportingu, sledovatelnosti surovin, energetických vstupů a metodické stability pro zelenou a digitální transformaci sektoru.

[7] **Směrnice (EU) 2018/2001**, příloha V – pravidla pro výpočet dopadu biopaliv, biokapalin a jejich fosilních komparátorů na emise skleníkových plynů.

[8] **ISO 14040:2006 – Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework**. Norma popisuje principy a rámec hodnocení životního cyklu včetně cíle a rozsahu, inventarizační analýzy, hodnocení dopadů, interpretace, reportingu a kritického přezkoumání.

[9] **GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard**. Standard poskytuje požadavky a vodítka pro kvantifikaci a veřejné vykazování emisí skleníkových plynů a odstranění emisí spojených s životním cyklem výrobku.

[10] **European Commission – Voluntary schemes**. Oficiální stránka Evropské komise k dobrovolným schémátům pro udržitelná biopaliva, biokapaliny a paliva z biomasy, včetně ověřování původu surovin a dostatečných úspor emisí skleníkových plynů.

[11] **European Commission – Union Database for liquid and gaseous renewable and recycled carbon fuels.** Oficiální stránka Evropské komise k UDB jako nástroji sledovatelnosti obnovitelných a recyklovaných uhlíkových paliv.

[12] **Ministerstvo zemědělství ČR – Biopaliva.** Oficiální tematická stránka uvádí, že v ČR jsou nejrozšířenějšími biopalivy metylester řepkového oleje a bioethanol.

[13] **Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR – Kapalná biopaliva.** Oficiální statistická stránka k produkci, dovozům, vývozům, zásobám a hrubé domácí spotřebě kapalných biopaliv v ČR, včetně časových řad pro methylestery mastných kyselin a bioethanol.

[14] **European Commission Knowledge for Policy – Advanced biofuels.** Oficiální znalostní zdroj Evropské komise vymezuje pokročilá biopaliva jako paliva vyráběná ze specifických vstupních surovin uvedených v příloze IX směrnice o obnovitelných zdrojích, včetně odpadů, zbytků a lignocelulózových materiálů.

[15] **European Commission – ReFuelEU Aviation.** Oficiální stránka Evropské komise k ReFuelEU Aviation, která uvádí podporu zvyšování podílu udržitelných leteckých paliv v letecké dopravě a požadavky na jejich postupné navyšování na letištích EU.

[16] **JRC / JEC Well-to-Wheels report v5.** Společná referenční studie JRC, EUCAR a Concawe k energetické bilanci a emisím skleníkových plynů u různých palivových a pohonných cest v evropském kontextu.

[17] **European Commission, JRC and DG MOVE: State of the Art on Alternative Fuels Transport Systems in the European Union, update 2020.** Zpráva shrnuje stav alternativních paliv v EU, jejich GHG výkonnost, dostupnost dat, hranice hodnocení a vazbu na JEC Well-to-Wheels metodiku.

[18] **Český statistický úřad – Definitivní údaje o sklizni zemědělských plodin 2024.** Publikace obsahuje údaje a grafické přehledy vývoje ploch, sklizní a výnosů zemědělských plodin včetně plodin relevantních pro biopalivové a biosložkové řetězce.

[19] **Ministerstvo životního prostředí ČR – Biologicky rozložitelné odpady.** Oficiální tematická stránka k biologicky rozložitelným odpadům, jejich zpracování, kompostování a návratu organické hmoty do půdy.

## Příloha B – Seznam obrázků

Č.	Název obrázku	Strana
Obrázek 1	Metodická logika studie – od RED rámce k rozhodování	11
Obrázek 2	Zjednodušené hranice LCA biopalivového řetězce	13
Obrázek 3	Rozhodovací logika pro určení úrovně datové jistoty	20
Obrázek 4	Mapa biopalivových a biosložkových řetězců pro hodnocení ve studii	23
Obrázek 5	Vazba relevance řetězce na český kontext	28
Obrázek 6	Jednotná analytická šablona pro každý palivový řetězec	29
Obrázek 7	Vazba mezi vstupní surovinou, výrobní energií a výslednou emisní intenzitou	38
Obrázek 8	Matice interpretace výsledků – emisní přínos vs. datová jistota	42
Obrázek 9	Emisní hotspoty v hodnotovém řetězci biopaliv	45
Obrázek 10	Emise skleníkových plynů pocházející z pěstování řepky olejky v českých regionech úrovně NUTS 2	47
Obrázek 11	Emise skleníkových plynů pocházející z pěstování kukuřice na zrno v českých regionech úrovně NUTS 2	47
Obrázek 12	Od emisního faktoru k opatření	54
Obrázek 13	Český surovinový a výrobní kontext biopaliv a biosložek	56
Obrázek 14	Vazba LCA výsledku na regulatorní uznatelnost a reporting	62
Obrázek 15	Převod LCA výsledků do podnikových, VaV a hodnotových dopadů	69
Obrázek 16	Dopady LCA výsledků na podniky, VaV a hodnotové řetězce	76
Obrázek 17	Využití LCA studie v navazujících dokumentech ČTP Bio	77
Obrázek 18	Převod LCA výsledků do Akčního plánu, SVA, foresightu a Road Map	84

## Příloha C – Seznam tabulek

Č.	Název tabulky	Strana
Tabulka 1	Přehled prioritních řetězců pro manažerské shrnutí	5
Tabulka 2	Srovnání metodických rámců použitelných pro hodnocení biopaliv	14
Tabulka 3	Fosilní komparátor dle segmentů	15
Tabulka 4	Přehled základních pojmů použitých ve studii	17
Tabulka 5	Hranice systému použité ve studii	19
Tabulka 6	Úrovně datové jistoty a způsob práce s výsledky	21
Tabulka 7	Rozdíl mezi detailním, rešeršním a scénářovým hodnocením	21
Tabulka 8	Přehled prioritních řetězců pro detailní hodnocení	25
Tabulka 9	Řetězce pro rešeršní nebo orientační hodnocení	26
Tabulka 10	Souhrn hodnocených palivových cest podle typu vstupu, datové dostupnosti a charakteru hodnocení	37
Tabulka 11	Přehled hlavních emisních hotspotů podle palivových cest	37
Tabulka 12	Srovnání emisní intenzity, emisních úspor a datové spolehlivosti	43
Tabulka 13	Použitelnost výsledků pro rozhodování	43
Tabulka 14	Hlavní emisní faktory podle části hodnotového řetězce	45
Tabulka 15	Rozložené standardizované hodnoty pro přepravu a distribuci: „etd“	49
Tabulka 16	Opatření ke snížení emisní intenzity podle emisního faktoru	54
Tabulka 17	Hlavní surovinové skupiny relevantní pro český kontext	56
Tabulka 18	Český kontext a jeho dopad na interpretaci LCA výsledků	61
Tabulka 19	Vazba mezi LCA výsledkem, udržitelností a reportingem	62
Tabulka 20	Typy emisních hodnot a jejich využití	64
Tabulka 21	Praktické požadavky na data pro reporting a certifikaci	67
Tabulka 22	Praktické dopady RED, LCA a reportingu pro podniky	68
Tabulka 23	Přehled praktických dopadů LCA výsledků	70
Tabulka 24	Dopady LCA výsledků pro podniky	71

<b>Č.</b>	<b>Název tabulky</b>	<b>Strana</b>
Tabulka 25	Doporučená VaV témata odvozená z LCA výsledků	73
Tabulka 26	Dopady LCA výsledků pro hodnotové řetězce	75
Tabulka 27	Využití výsledků LCA studie v navazujících dokumentech ČTP Bio	78
Tabulka 28	Doporučení pro Akční plán digitální a zelené transformace	79
Tabulka 29	Doporučení pro Strategickou výzkumnou agendu	80
Tabulka 30	Doporučení pro Technologický foresight	82
Tabulka 31	Doporučení pro Road Map podle časových horizontů	83
Tabulka 32	Doporučené zařazení řetězců podle hloubky zpracování	85

## Příloha D – Seznam zkratk

Zkratka	Význam
CCU	Carbon Capture and Utilisation; zachycování a využití uhlíku
CO <sub>2</sub>	oxid uhličitý
CO <sub>2</sub> ekv	ekvivalent oxidu uhličitého
ČR	Česká republika
ČSÚ	Český statistický úřad
ČTP Bio	Česká technologická platforma pro užití biosložek v dopravě a chemickém průmyslu
DDGS	Dried Distillers Grains with Solubles; sušené lihovarské výpalky s rozpustnými látkami
DDV	Disaggregated Default Values; rozložené standardní hodnoty podle RED
DG MOVE	Directorate-General for Mobility and Transport; Generální ředitelství Evropské komise pro mobilitu a dopravu
EB	emisní intenzita biopaliva nebo hodnoceného palivového řetězce
ECCR	emission saving from carbon capture and replacement; úspora emisí ze zachycování a náhrady CO <sub>2</sub>
ECCS	emission saving from carbon capture and geological storage; úspora emisí ze zachycování a geologického ukládání CO <sub>2</sub>
eec	emise ze získání nebo pěstování suroviny
EF	emisní intenzita fosilního komparátoru
el	anualizované emise ze změny zásob uhlíku v důsledku změny využití půdy
ep	emise ze zpracování
esca	úspory emisí z akumulace uhlíku v půdě díky lepšímu zemědělskému hospodaření
etd	emise z dopravy a distribuce
EU	Evropská unie
eu	emise z konečného užití paliva
EUCAR	European Council for Automotive R&D
FAME	Fatty Acid Methyl Esters; methylestery mastných kyselin

Zkratka	Význam
GHG	Greenhouse Gas; skleníkové plyny
GHG Protocol	mezinárodní metodický rámec pro vykazování emisí skleníkových plynů
HEFA	Hydroprocessed Esters and Fatty Acids; hydrogenačně zpracované estery a mastné kyseliny
HVO	Hydrotreated Vegetable Oil; hydrogenovaný rostlinný olej
HVO/HEFA	souhrnné označení hydrogenačně zpracovaných olejů, tuků a esterů pro palivové využití
ILUC	Indirect Land Use Change; nepřímá změna ve využívání půdy
ISO	International Organization for Standardization; Mezinárodní organizace pro normalizaci
JEC	JRC/EUCAR/Concawe spolupráce v oblasti paliv, vozidel a emisních analýz
JRC	Joint Research Centre; Společné výzkumné středisko Evropské komise
LCA	Life Cycle Assessment; hodnocení životního cyklu
LPG	Liquefied Petroleum Gas; zkapalněný ropný plyn
MJ	megajoule
MEŘO / MĚŘO	methylester řepkového oleje
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
N <sub>2</sub> O	oxid dusný
NUTS2	úroveň statistických územních jednotek EU používaná pro regionální členění
OP TAK	Operační program Technologie a aplikace pro konkurenceschopnost
PHM	pohonné hmoty
POR	přípravky na ochranu rostlin
PPP	Plant Protection Products; přípravky na ochranu rostlin
RED	Renewable Energy Directive; směrnice o obnovitelných zdrojích energie
RED II	směrnice (EU) 2018/2001 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů
RED III	revize směrnice o obnovitelných zdrojích energie, zejména směrnice (EU) 2023/2413
RFNBO	Renewable Fuels of Non-Biological Origin; obnovitelná paliva nebiologického původu
RME	Rapeseed Methyl Ester; methylester řepkového oleje

<b>Zkratka</b>	<b>Význam</b>
SAF	Sustainable Aviation Fuel; udržitelné letecké palivo
SVA	Strategická výzkumná agenda
UCOME	Used Cooking Oil Methyl Ester; methylester z použitého kuchyňského oleje
UDB	Union Database; unijní databáze pro sledovatelnost obnovitelných a recyklovaných uhlíkových paliv
VaV	výzkum a vývoj
WDGS	Wet Distillers Grains with Solubles; vlhké lihovarské výpalky s rozpustnými látkami