



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



EKONOMICKY RENTABILNÍ ZPRACOVÁNÍ ODPADŮ V KONCEPTU BIORAFINERIE: FIKCE NEBO SKUTEČNOST?

L. KRÁTKÝ, P. SEGHMAN, R. FORMÁNEK, T. JIROUT

Ústav procesní a zpracovatelské techniky
Fakulta strojní, ČVUT v Praze



FAKULTA
STROJNÍ
ČVUT V PRAZE

8.3.2018, Odpadové fórum TVIP2018, Hustopeče



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

ZPRACOVÁNÍ ODPADŮ V BIORAFINERII

- **ODPADNÍ BIOMASA = ENERGETICKY BOHATÝ A NEVYUŽITÝ ZDROJ OBNOVITELNÝCH SUROVIN PRO VÝROBU ALTERNATIVNÍCH ZDROJŮ ENERGIÍ (*BIOMETAN, BIOVODÍK, BIOETANOL, PYROLÝZNÍ OLEJ, SYNTÉZNÍ PLYN*) A CHEMICKÝCH LÁTEK (*OLIGOSACHARIDY, FURANY, ALKOHOLY, KYSELINY, VLÁKNA,...*)**



VELKÁ PROPAST MEZI PROJEKTOVANÝMI A SKUTEČNÝMI PRŮMYSLOVÝMI VÝROBAMI



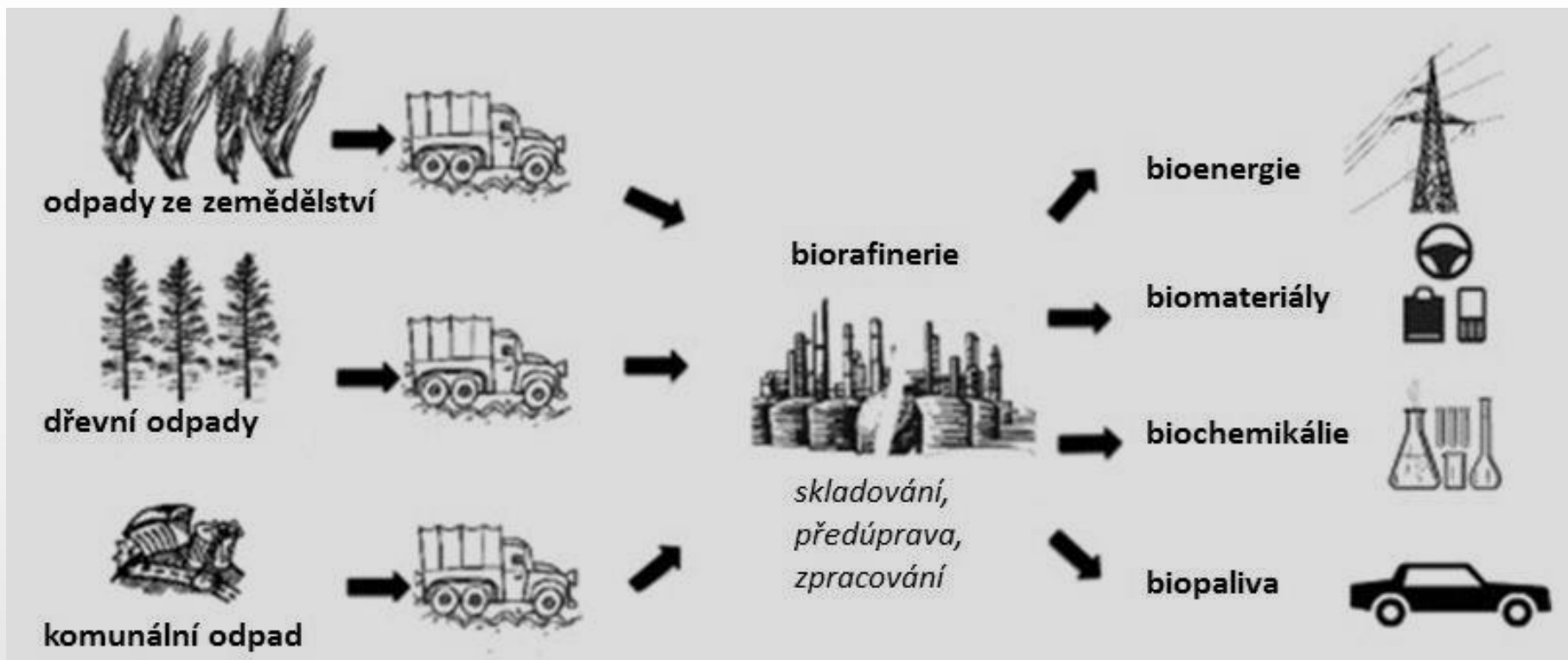
VŽDYŤ SE TO NEVYPLATÍ -> ? BIORAFINERIE ?



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

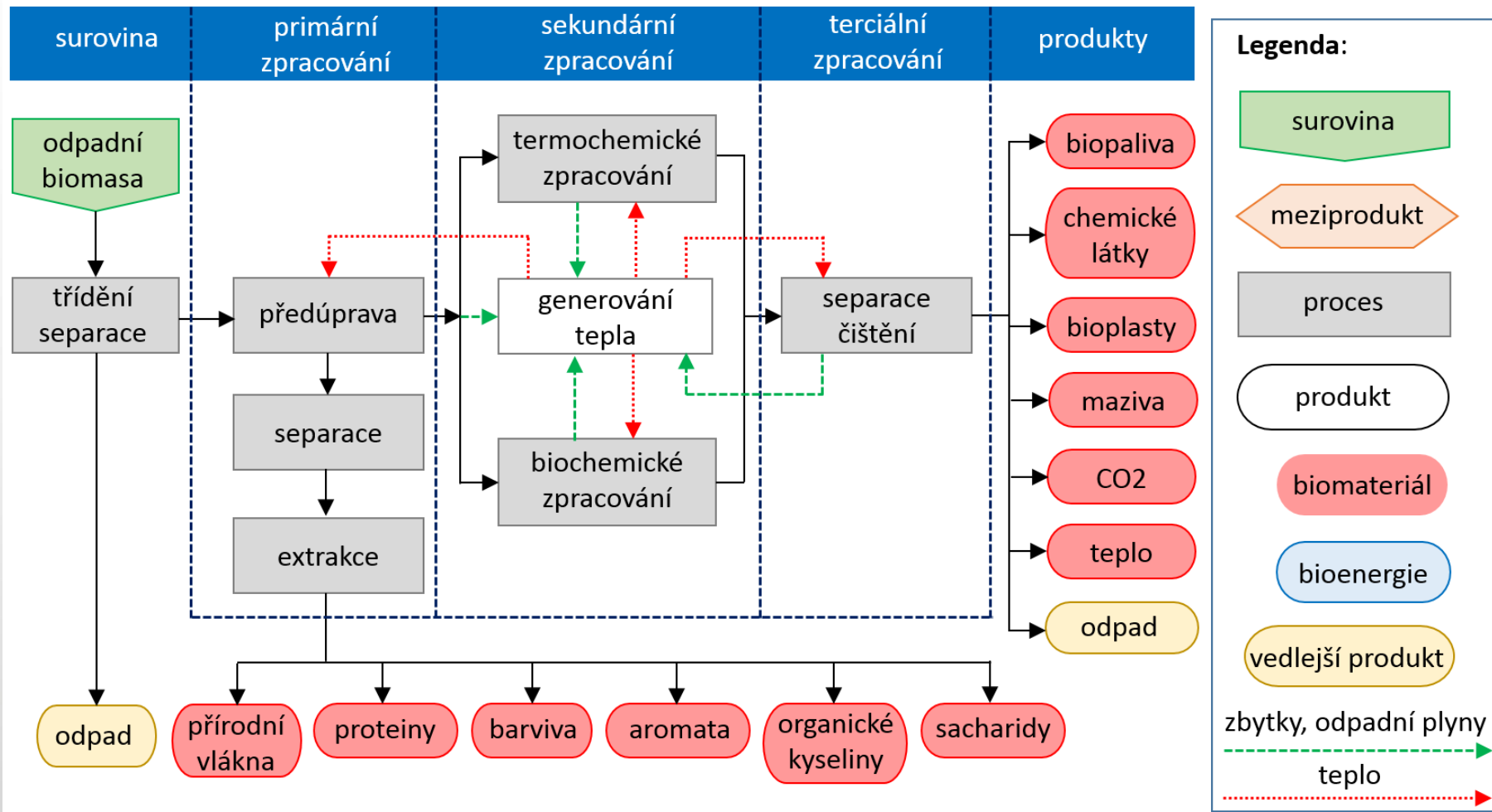
ZPRACOVÁNÍ ODPADŮ V BIORAFINERII



BIORAFINERIE = TAKOVÁ TECHNOLOGIE, KDE DOCHÁZÍ K PARALELNÍ KONVERZI ODPADNÍ BIOMASY NA BIOMATERIÁLY, BIOCHEMIKÁLIE A BIOPALIVA SOUBĚŽNĚ S VÝROBOU ELEKTRICKÉ ENERGIE ČI TEPLA



BLOKOVÉ SCHÉMA BIORAFINERIE

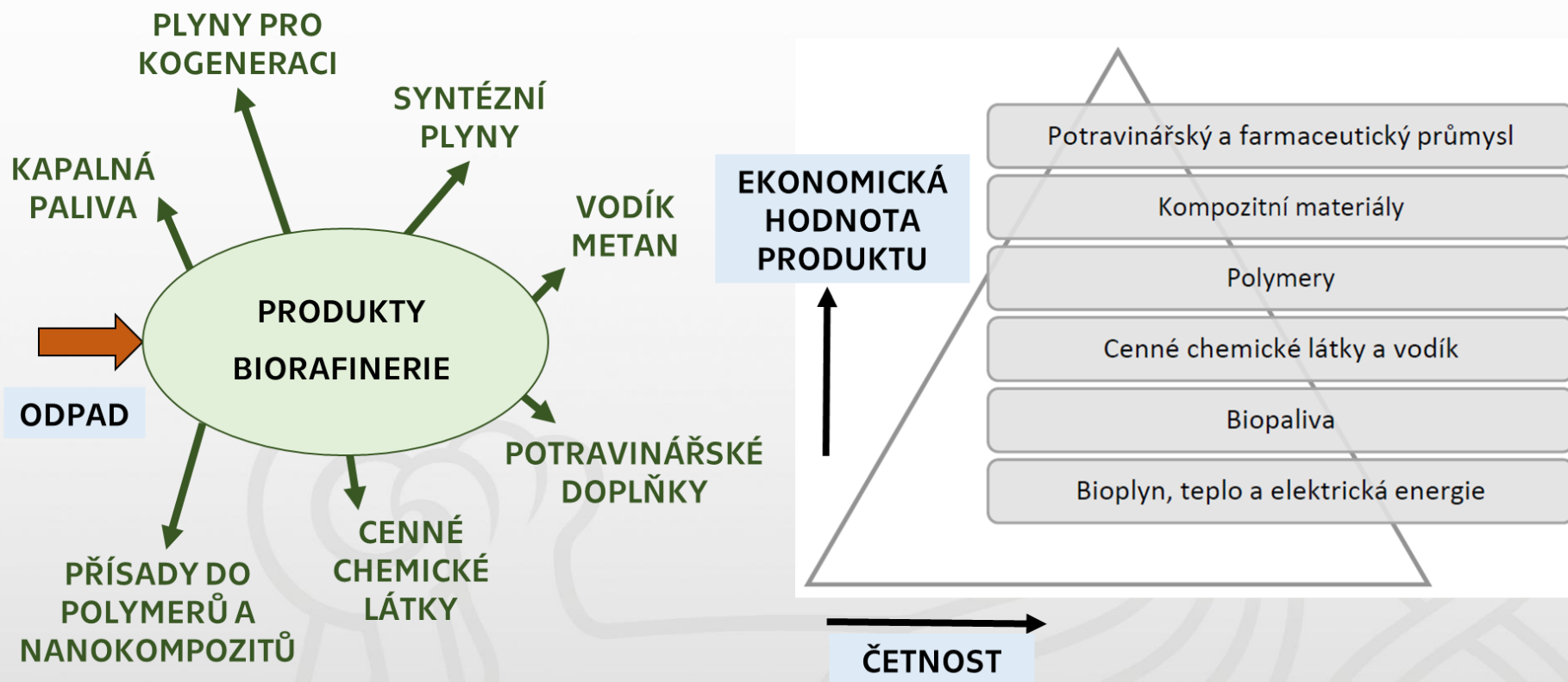




ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

ZPRACOVÁNÍ ODPADŮ V BIORAFINERII





ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

VIZE ZPRACOVÁNÍ ODPADŮ V BIORAFINERII

**POKUD BIORAFINERIE BUDE PŘEMĚŇOVAT ODPAD NA
PORTFOLIO PRODUKTŮ S VYSOKOU EKONOMICKOU
HODNOTOU SOUBĚŽNĚ S ALTERNATIVNÍMI ZDROJI
ENERGIÍ, PAK JE MOŽNÉ VÝRAZNĚ ZLEPŠIT EKONOMIKU
PROVOZU.**

POTVRZENÍ/VYVRÁCENÍ HYPOTÉZY:

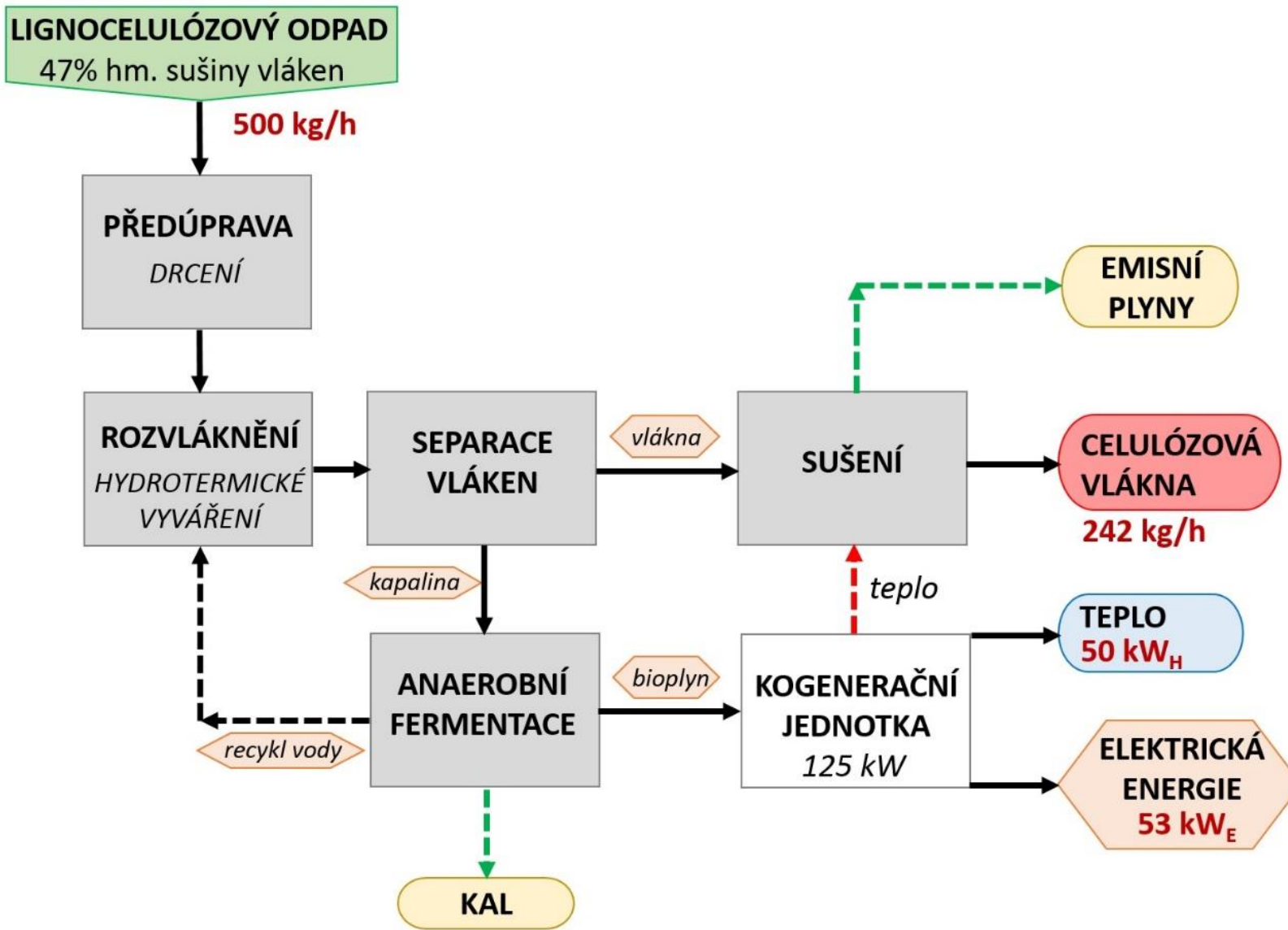
- **BIOPLYNOVÁ STANICE V KONCEPTU BIORAFINERIE**
- **VÝROBA ETANOLU 2.GENERACE**
- **VÝROBA LIPIDŮ Z ODPADNÍHO CO₂ POMOCÍ MIKROŘAS**



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

BIOPLYNOVÁ STANICE V KONCEPTU BIORAFINERIE





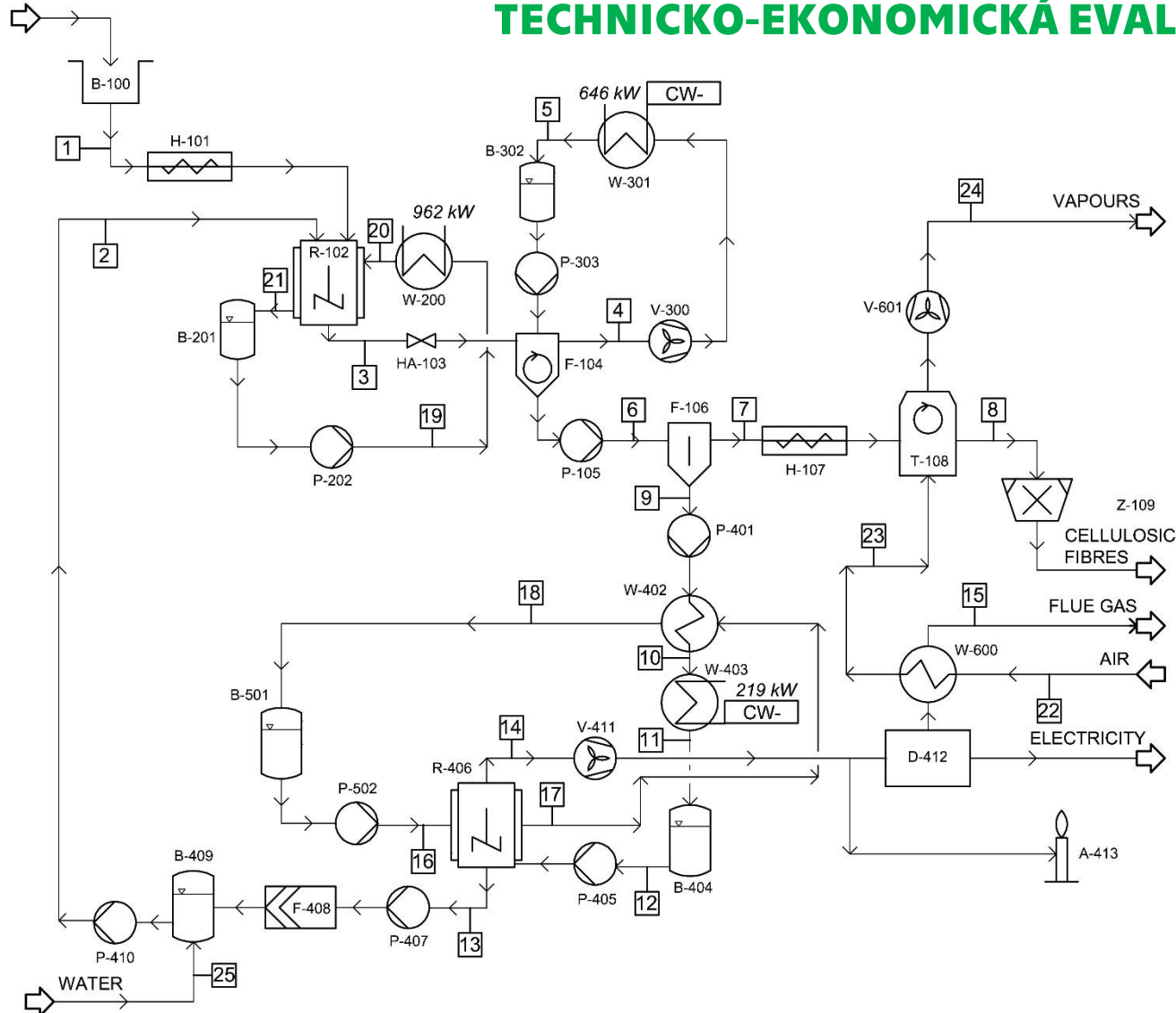
ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

BIOPLYNOVÁ STANICE V KONCEPTU BIORAFINERIE

TECHNICKO-EKONOMICKÁ EVALUACE TECHNOLOGIE

WOODEN CHIPS



- **PFD SCHÉMA**
- **BILANCE**
- **CAPEX**
- **OPEX**
- **RENTABILITA**
- **ANALÝZA MODELU**



**ČVUT**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

BIOPLYNOVÁ STANICE V KONCEPTU BIORAFINERIE

Celkové investiční náklady CAPEX		58 000 000 Kč
Investice do zařízení		32 000 000 Kč
Investice na konstrukce, strojní montáže, MaR		12 500 000 Kč
Projekce, výroba, realizace		9 000 000 Kč
Rezerva pro kolísání cen		4 500 000 Kč
Provozní náklady OPEX		82 000 000 Kč r⁻¹
Přímé provozní náklady		46 400 000 Kč r ⁻¹
<i>nákup surovin, spotřební materiál, energie</i>		40 000 000 Kč r ⁻¹
<i>servis a údržba</i>		3 400 000 Kč r ⁻¹
<i>ostatní</i>	<i>mzdy, dozor, laboratoř</i>	3 000 000 Kč r ⁻¹
Nepřímé provozní náklady	<i>režie, pojištění</i>	2 000 000 Kč r ⁻¹
Doprava surovin, produktů a odpadu		33 600 000 Kč r ⁻¹
Ekonomická bilance procesu		
produkce celulósových vláken	<i>provoz 8000 hodin</i>	1 936 400 kg r ⁻¹
výkupní cena celulósových vláken		45 Kč kg ⁻¹
roční příjem z prodeje lipidů		87 500 000 Kč r ⁻¹
zdanitelný zisk		5 500 000 Kč r ⁻¹
odpisy s dobou odepisování 20 let		2 900 000 Kč r ⁻¹
prostá doba návratnosti		22,3 let



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

BIOPLYNOVÁ STANICE V KONCEPTU BIORAFINERIE

ENVIRONMENTÁLNÍ BENEFITY

- **ÚČINNÁ MATERIÁLOVĚ-ENERGETICKÁ RECYKLACE VLÁKNITÉHO ODPADU**
- **2X SNÍŽENÍ PRODUKCE CO₂ VŮČI KLASICKÉ BPS**

VYSOKÉ INVESTIČNÍ NÁKLADY

- **LZE SNÍŽIT INTENZIFIKACÍ PROCESU PŘEDÚPRAVY**

VYSOKÉ PROVOZNÍ NÁKLADY NA ENERGIE

- **LZE SNÍŽIT INTENZIFIKACÍ PROCESU PŘEDÚPRAVY**

VÝKUPNÍ CENA VLÁKEN VE VZTAHU K ČISTOTĚ A POPTÁVCE

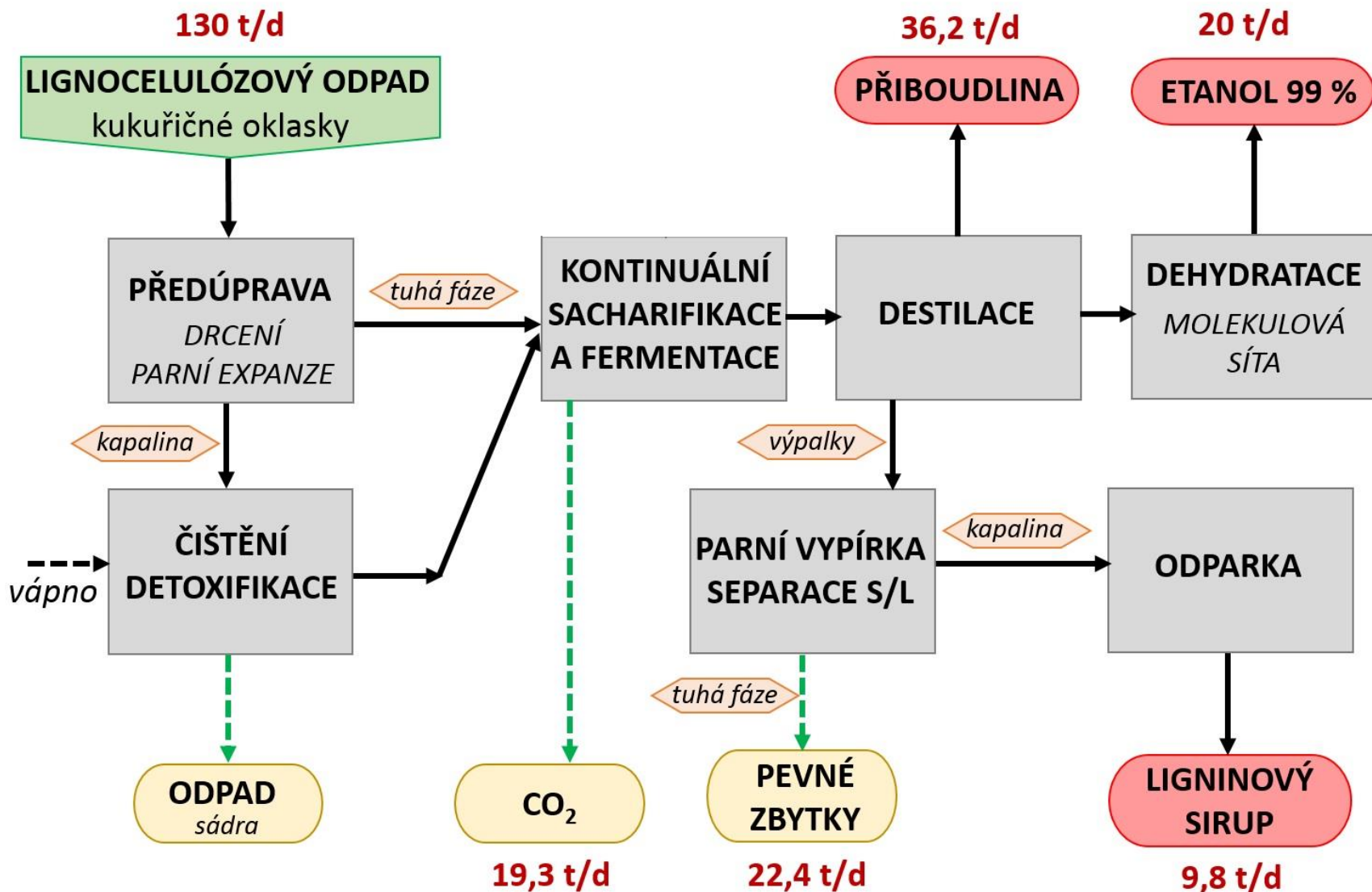
- **MINIMÁLNÍ VÝKUPNÍ CENA 50 KČ/KG <-> CENA ŠTĚPEK 2000 KČ/T**



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

VÝROBA ETANOLU 2.GENERACE



**ČVUT**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

VÝROBA ETANOLU 2.GENERACE

Celkové investiční náklady CAPEX		244 000 000 Kč
Investice do zařízení		144 000 000 Kč
Investice na konstrukce, strojní montáže, MaR		58 000 000 Kč
Projekce, výroba, realizace		28 000 000 Kč
Rezerva pro kolísání cen		14 000 000 Kč
Provozní náklady OPEX		273 500 000 Kč r⁻¹
Přímé provozní náklady		262 000 000 Kč r ⁻¹
<i>nákup surovin, spotřební materiál, energie</i>		235 000 000 Kč r ⁻¹
<i>servis a údržba</i>		13 000 000 Kč r ⁻¹
<i>ostatní</i>	<i>mzdy, dozor, laboratoř</i>	14 000 000 Kč r ⁻¹
Nepřímé provozní náklady	<i>režie, pojištění</i>	8 000 000 Kč r ⁻¹
Doprava surovin, produktů a odpadu		3 500 000 Kč r ⁻¹
Ekonomická bilance procesu		
roční produkce etanolu 99 %	<i>provoz 8000 hodin</i>	6 660 t r ⁻¹
výkupní cena etanolu 99 %		31 000 Kč t ⁻¹
roční příjem z prodeje etanolu 99 %		206 500 000 Kč r ⁻¹
roční produkce ligninového sirupu	<i>provoz 8000 hodin</i>	10 800 t r ⁻¹
výkupní cena ligninového sirupu		10 000 Kč t ⁻¹
roční příjem z prodeje ligninového sirupu		108 000 000 Kč r ⁻¹
zdanitelný zisk		73 000 000 Kč r ⁻¹
odpisy s dobou odepisování 10 let (technologie, stavba)		24 400 000 Kč r ⁻¹
prostá doba návratnosti		5,1 let



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

VÝROBA ETANOLU 2.GENERACE

EKONOMICKY ATRAKTIVNÍ TECHNOLOGIE

- **VÝKUPNÍ CENA BIOETANOLU POD 26 000 Kč T⁻¹ (ET 1. GENERACE)**
= DOBA NÁVRATNOSTI PRUDCE ROSTE
- **BĚŽNÁ VÝKUPNÍ CENA ETANOLU 9 000 Kč T⁻¹ = NÁVRATNOST 30 LET**

VYSOKÉ INVESTIČNÍ A PROVOZNÍ NÁKLADY

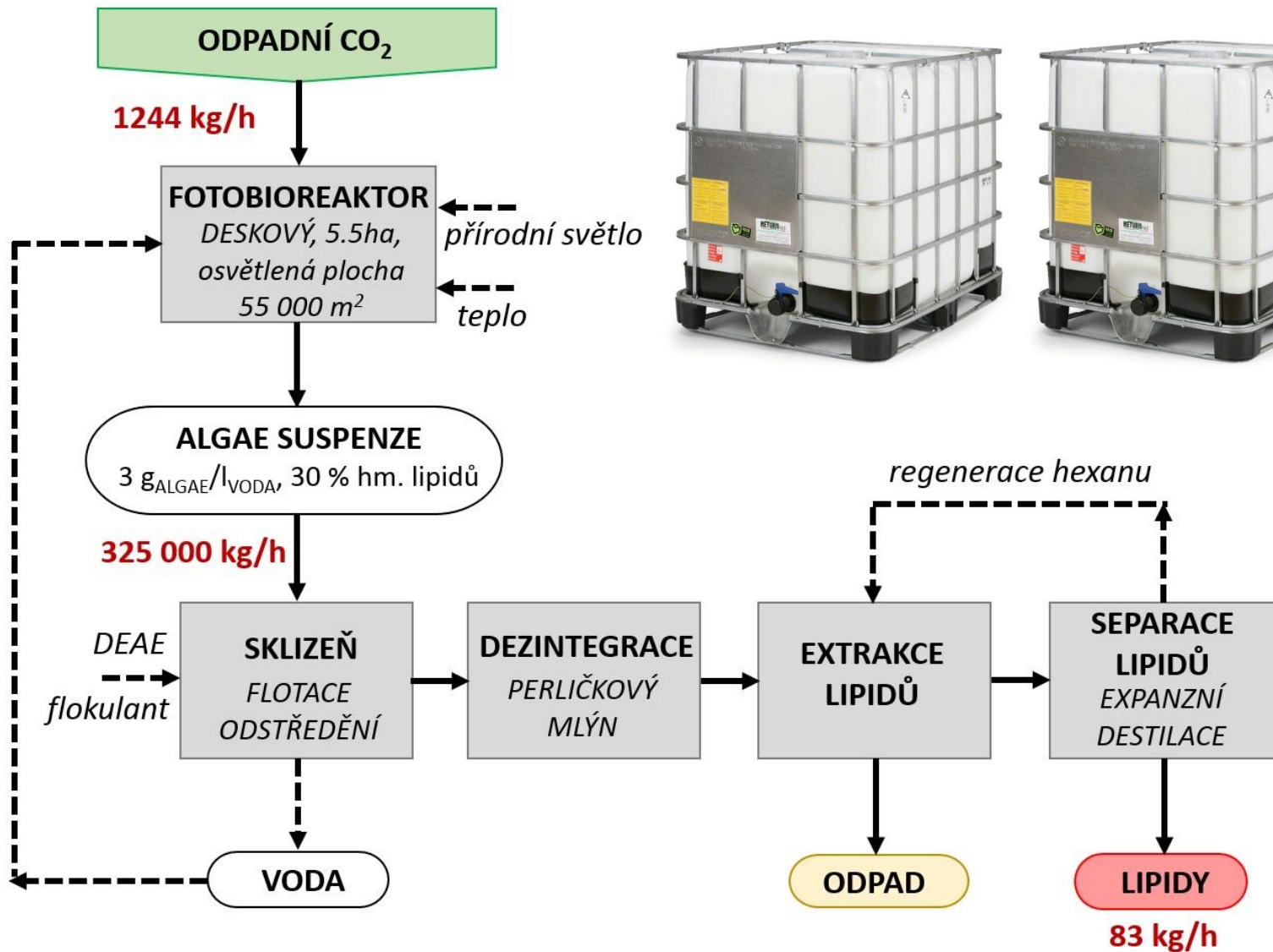
- **nejedná se o technologicky ani technicky vyspělý proces**
- **předúprava suroviny (biodegradabilita suroviny 30-50 %)**
- **přenos hybnosti, hmoty a tepla v mechanicky míchaných fermentorech a nádržích**
- **čerpatelnost a míchatelnost vsádky**
- **SSF proces**



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

VÝROBA LIPIDŮ Z ODPADNÍHO CO₂



**ČVUT**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

VÝROBA LIPIDŮ Z ODPADNÍHO CO₂

Celkové investiční náklady CAPEX		474 000 000 Kč
Investice do kultivace		176 000 000 Kč
Investice do sběru, dezintegrace, extrakce, separace		95 000 000 Kč
Investice na konstrukce, strojní montáže, MaR		108 000 000 Kč
Projekce, výroba, realizace		57 000 000 Kč
Rezerva pro kolísání cen		38 000 000 Kč
Provozní náklady OPEX		502 000 000 Kč r⁻¹
Přímé provozní náklady		493 000 000 Kč r ⁻¹
<i>suroviny, energie, spotřební materiál kultivace</i>		321 000 000 Kč r ⁻¹
<i>nákup surovin, spotřební materiál, energie</i>		140 000 000 Kč r ⁻¹
<i>servis a údržba</i>		28 500 000 Kč r ⁻¹
<i>ostatní</i>	<i>mzdy, dozor, laboratoř</i>	3 500 000 Kč r ⁻¹
Nepřímé provozní náklady	<i>režie, pojištění</i>	9 000 000 Kč r ⁻¹
Doprava surovin, produktů a odpadu		0 Kč r ⁻¹
Ekonomická bilance procesu		
roční produkce lipidů	<i>provoz 8000 hodin</i>	666 667 kg r ⁻¹
výkupní cena lipidů		900 Kč kg ⁻¹
roční příjem z prodeje lipidů		600 000 000 Kč r ⁻¹
zdanitelný zisk		98 000 000 Kč r ⁻¹
odpisy s dobou odepisování 10 let (technologie, stavba)		47 400 000 Kč r ⁻¹
prostá doba návratnosti		9,0 let



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

VÝROBA LIPIDŮ Z ODPADNÍHO CO₂

EKONOMICKY ATRAKTIVNÍ TECHNOLOGIE

- rentabilní pouze při výkupních cenách lipidů nad 800 Kč kg⁻¹

VYSOKÉ INVESTIČNÍ A PROVOZNÍ NÁKLADY

- **Fotobioreaktory**
 - K výrobě 1 kg lipidů je tedy zapotřebí 1 t kultivačního média, tj. vody s řasami, při 100 % účinnosti extrakce.
- **Extrakce lipidů**
 - účinnost 10-50 % v závislosti na metodě dizintegrace buněčných stěn mikrořas
 - hexan 200 ml g_{TS}řas⁻¹ s dobou zpracování 2 h



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

ZPRACOVÁNÍ ODPADU V BIORAFINERII

? FIKCE NEBO SKUTEČNOST? <-> ? VYPLATÍ SE TO TEDY ?

silné stránky	slabiny
<ul style="list-style-type: none">• možnost dosáhnout maximální konverze velkoobjemového zpracování odpadní biomasy• produkce velkého množství různých produktů pro různá odvětví (zemědělský, potravinářský, chemický, energetický průmysl)• nová technologie vycházející ze známých a v průmyslovém měřítku fungujících provozů (výroba papíru, alkoholu a potravin)• možnost efektivního decentralizovaného zpracování odpadů	<ul style="list-style-type: none">• snaha prorazit s novými výrobky do uzavřeného trhu (chemická, energetický, spotřební a potravinářský průmysl, doprava)• konkurenceschopnost s tradičními produkty kvůli kvalitě• ekonomická rentabilita (zvláště u složitějších produktů)• vývoj velkoobjemové technologie zpracování vyžaduje nutnost testování v laboratorním, čtvrt- a poloprovozním měřítku• silná závislost na množství a složení odpadů
příležitosti	nebezpečí
<ul style="list-style-type: none">• minimalizace množství skládkovaných odpadů• produkce ekoinovativních materiálů• snížení zátěže na životní prostředí• tvorba významného příspěvku v oblasti udržitelného rozvoje• dodržení cílů světových politik o omezení využívání fosilních zdrojů energie	<ul style="list-style-type: none">• poptávka versus nabídka produktů a jejich kvality• nerovnoměrné rozložení množství a složení odpadů (možnost politických a logistických změn)• vysoké počáteční investiční náklady (problém najít investory)• silná závislost na legislativě



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

CENTRUM VÝZKUMU NÍZKOUHLÍKOVÝCH ENERGETICKÝCH TECHNOLOGIÍ

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STROJNÍ

Projekt reg. číslo CZ.02.1.01/0.0/0.0/16_019/0000753



FAKULTA
STROJNÍ
ČVUT V PRAZE