



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Biopaliva – jejích výhody a nevýhody

Název projektu:
Věda pro život, život pro vědu

Registrační číslo:
CZ.1.07/2.3.00/45.0029



Ing. Viktorie Weiss, Ph.D.
Ing. Jaroslava Svobodová

V Ústí n. L., červen 2014

Biopaliva

Produkty vyrobené z biomasy určené jako zdroje energie.

- Jako suroviny se k jejich výrobě využívají nejrůznější druhy biomasy pěstované cíleně
- Obilí
- Olejniný
- Cukrová řepa
- Třtina
- Brambory
- Olejniný
- Kukuřice
- trávy a odpadní biomasa jako jsou zbytky z rostlinné výroby, hlavně sláma, odpady z živočišné výroby, hlavně exkrementy, odpady komunální, odpady potravinářského a dřevozpracujícího průmyslu a lesní odpady.



Tuhá:

(palivové dřevo, štěpka, piliny, sláma, pelety, brikety) - lze je spalovat pouze v roštových či fluidních ohništích

- dřevo
- seno
- sláma

Kapalná:

- alkoholová (bioethanol, biomethanol, biobutanol, bioMTBE, bioETBE, bioDME)
- biooleje, bionafta (transesterifikované oleje a tuky – FAME, FAEE)
- zkapalněná plynná biopaliva (F-T syntéza)

Plynná:

- bioplyn ($\text{CH}_4 + \text{CO}_2$) – obvykle vzniká přirozeným rozkladem
- dřevoplyn ($\text{CO} + \text{H}_2$) – získává se zplyňováním biomasy
- vodík – vzniká štěpením jakéhokoliv uhlovodíkového biopaliva.

Biomasa

dle definice dané **Směrnicí 2001/77/EC**

- **biologicky rozložitelná část** výrobků, odpadů a zbytků ze zemědělství (včetně rostlinných a živočišných látek), lesnictví a souvisejících průmyslových odvětví, a rovněž biologicky rozložitelná část průmyslového a komunálního odpadu.

dle definice v **Nařízení vlády č. 352/2002 Sb.** se biomasou (v kontextu materiálu vhodného pro spalování) rozumí rostlinný materiál, který lze použít jako palivo pro účely využití jeho energetického obsahu, pokud pochází ze zemědělství, lesnictví, nebo z potravinářského průmyslu, z výroby surové buničiny a z výroby papíru z buničiny, ze zpracování korku, ze zpracování dřeva s výjimkou dřevního odpadu, který obsahuje halogenované organické sloučeniny nebo těžké kovy v důsledku ošetření látkami na ochranu dřeva nebo nátěrovými hmotami, a dřevní odpad pocházející ze stavebnictví.

Biomasa - organická hmota rostlinného nebo živočišného původu

- je biologicky rozložitelná a může být využita pro spalování či jiné přeměny s následným energetickým využitím.

Biomasa – zbytky ze:

- zemědělství (sláma, zvířecí exkrementy)
- zbytky dřevní hmoty z lesnictví (větve, kůra, pařezy)
- dřevozpracujícího průmyslu (odřezky, piliny, hobliny, třísky)
- produkty záměrné výrobní činnosti a pěstování v zemědělství a lesnictví (palivové dřevo, energetické rostliny a plodiny)
- různým způsobem separovanou biologicky rozložitelnou složku odpadu z potravinářské výroby a komunálního odpadu a dále vedlejší produkty z komunálního hospodářství (čistírenské kaly, skládkový plyn).

Alternativní paliva v dopravě

- bioetanol - vyrobený z biomasy nebo biologického rozkladu odpadů
- bionafta -(m)ethylester vyrobený z rostlinného nebo živočišného oleje, s kvalitou nafty
- bioplyn - vyrobený z biomasy nebo biologického rozkladu odpadů,
- bio-ETBE (ethyl-tercio-butyl-ether) – ETBE vyrobený z bioetanolu.

- syntetická biopaliva – syntetické uhlovodíky nebo směsi syntetických uhlovodíků vyrobené z biomasy;
- čistý rostlinný olej – vyrobený z olejin

- Ostatní alternativní paliva:
- CNG – stlačený zemní plyn
- LPG – zkapalněné ropné plyny
- LNG – zkapalněný zemní plyn

Nabídka biopaliv na čerpacích stanicích

- **CNG** - stlačený zemní plyn, v ČR už 47 CNG stanic plus přes 100 domácích stanic.
- **E10** - směs 90 % benzínu a 10 % biolíhu pro zážehové motory
- **E85** - směs 85 % biolíhu a 15 % benzín do zážehových motorů, v zimním období obsahuje až 30 % benzínu kvůli studeným startům
- **E95** - směs min 92,5 % biolíhu a vyšších nasycených alkoholů s kompletní aditivací pro vznětové motory (především městské autobusy) s upraveným vstřikovacím čerpadlem a tryskami.
- **Ekodiesel** - směs motorové nafty a MEŘO použitelný celoročně
- **FAME** -(Fatty Acid Methyl Esthers) čistá bionafta, netoxická, biologicky odbouratelná bez obsahu síry a aromatických látek
- **LPG** - propan butan

Generace biopaliv

I. generace:

z **polysacharidů a olejnin** - mohou konkurovat výrobě potravin (zabírají polní pozemky)

- **Metylester mastných kyselin** (FAME), vyrobený z vylisovaných olejnatých rostlin (palmový olej, slunečnicový olej, aj.)
- **Metylester řepkového oleje** (MEŘO, RME), vyrobený z vylisované řepky olejné esterifikací, resp. jeho modifikace etylester řepkového oleje (EEŘO)
- **Bioetanol** - vyrobený z obilí, cukrové řepy, cukrové třtiny, kukuřice, škrobu, rostlinných odpadů **kvašením** a **rafinaci**.
- **Biobutanol** vyrobený katalytickou konverzí bioetanolu.

Bionafta z olejin

FAME - fatty acid methyl ester

Rostlinné oleje - při výrobě se ze suchých semen lisuje olej. Odpadem při lisování olejin jsou výlisky (šrot), které se dále využívají pro výrobu krmných směsí a přírodních hnojiv -bezodpadová technologie.

Zdroj:

- Řepkový olej - ČR
- Slunečnicový olej - jih EU
- Soyový olej - USA
- Palmový olej - Asie

Zvířecí tuk (problémy s kvalitou):

- hovězí lůj
- ovčí lůj
- drůbeží olej
- olej z kafilerii

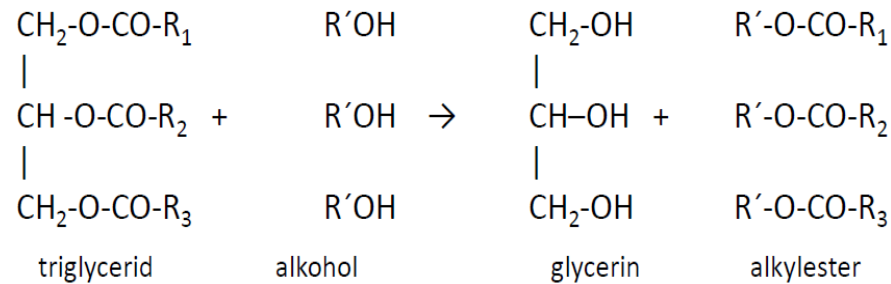
- **RME** (Raps-Methyl-Ester) metylester řepkového oleje **MEŘO – světova produkce 80%**
- **SME** (Sunflower-Methyl-Ester) metylester slunečnicového oleje
- **SOME** (Soya-Methyl-Ester) methylester ze soji
- **FAME** (Falty-Acid-Methyl-Ester) metylester z živočišných tuků
- **VUOME** (Vaste-Used-Oil-Methyl-Ester) metylester z použitých fritovacích olejů
- **REE** (Raps-Ethyl-Ester) ethylester řepkového oleje

Biodiesel - bionafta - Transesterifikační reakce

Biodiesel - bionafta jsou označovány nízkomolekulární estery vyšších mastných kyselin s nízkomolekulárním alkoholem: FAME (Fatty Acid Methyl Ester).

Podmínky reakce: 50 - 80°C 1 - 8hod.

Reakce musí být katalyzovaná hydroxidem.

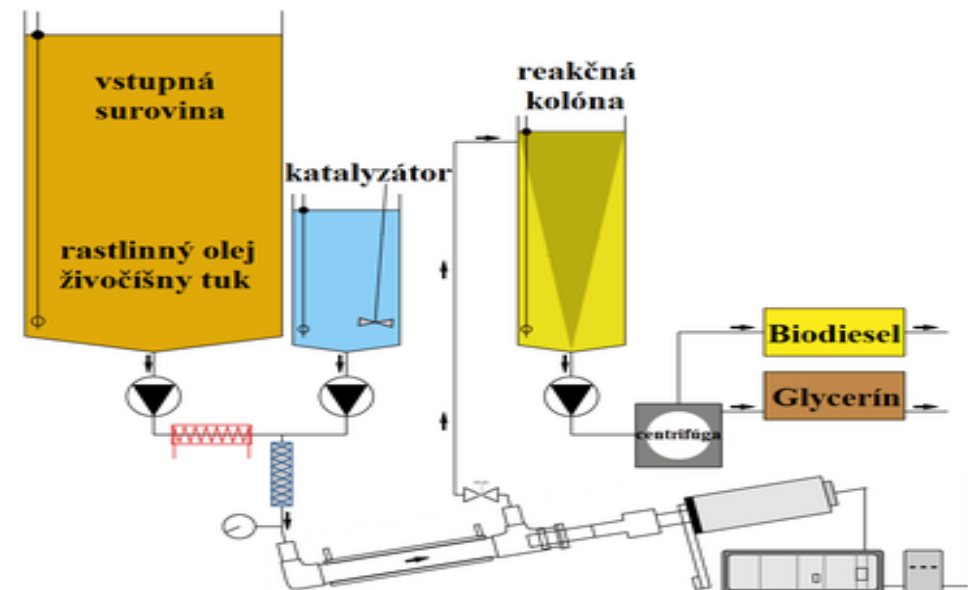


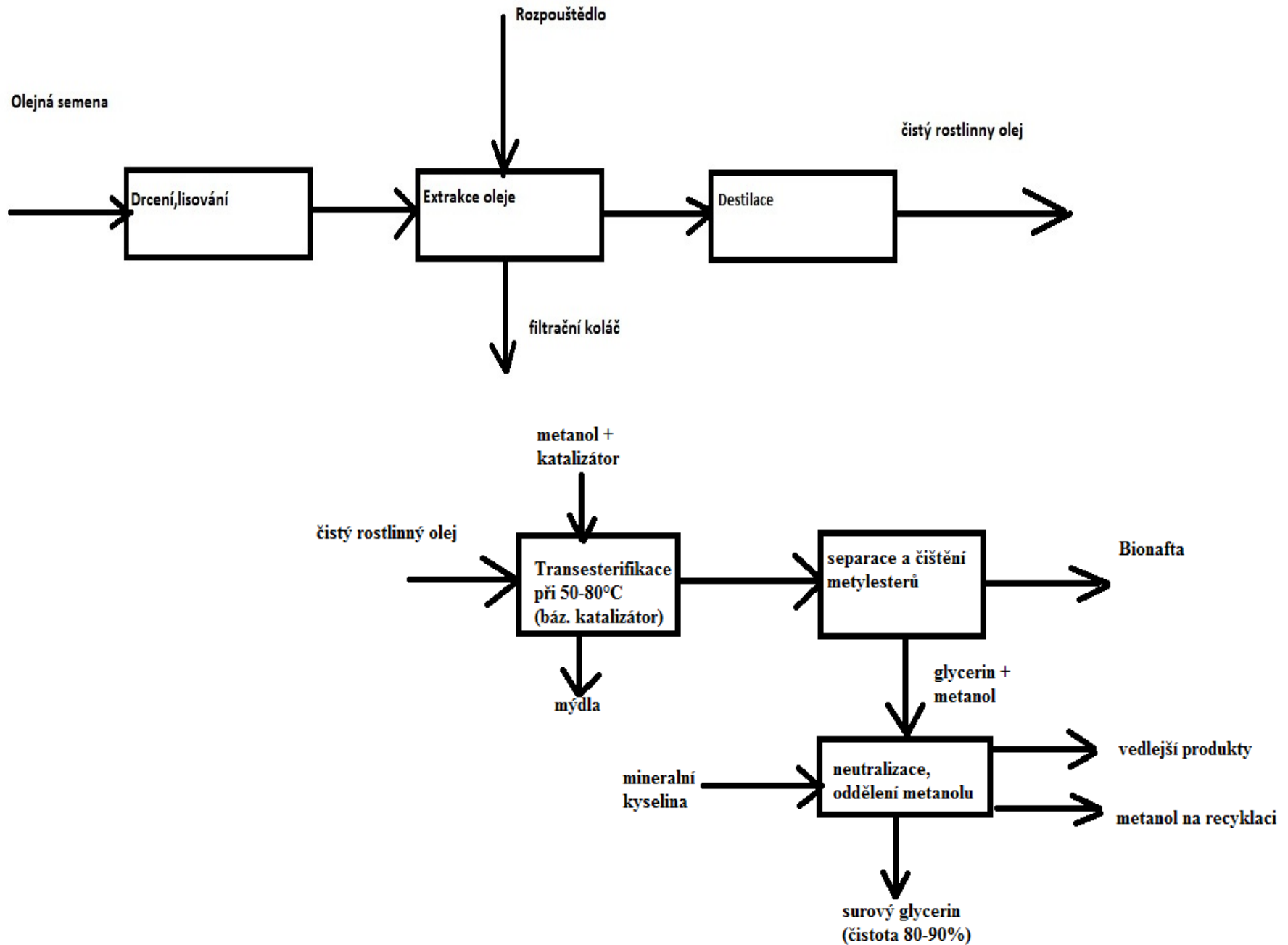
Reagujícími látkami jsou

- **rostlinný olej** získaný z olejnatých rostlin (sója, řepka olejná, slunečnice)

- **živočišný tuk** (např. hovězí lůj, drůbeží a vepřové sádlo, rybí tuk)

- **metanol**





Výhody bionafty



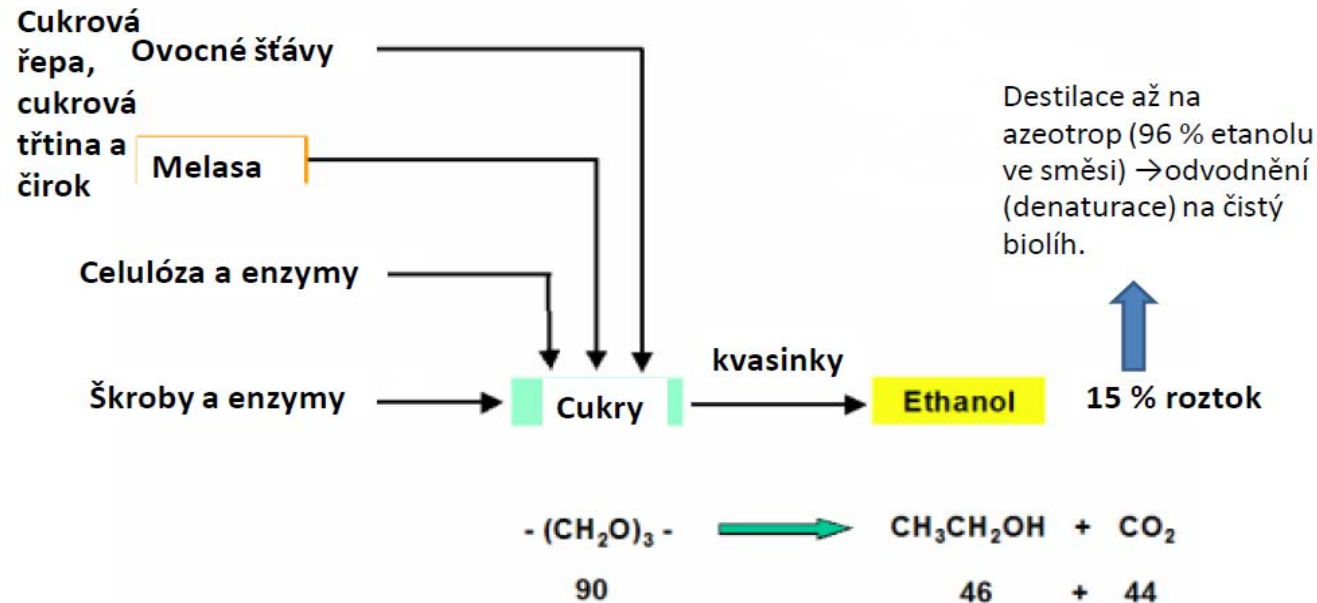
- **Obnovitelnost.**
- Vynikající biologická **odbouratelnost**
- (za 28 dnů je degradováno 95% bionafty oproti 40 % ropné nafty).
- **Nízký obsah emisí.**
- Vysoká **mazací schopnost**. Bionafta je mastnější nežli motorová nafta, přídavek bionafty do motorové nafty **snižuje opotřebení motoru**.
- Čistá bionafta je **netoxické ekologické palivo**, které neobsahuje síru, polyaromatické látky ani halogeny.
- Poskytuje **nulový efekt oxidu uhličitého**, protože všechny uhlík obsažený v biomase byl do ní vázán fotosynteticky při růstu rostlin.
- Lze bionaftu vyrábět z **vlastních zdrojů státu** (pěstování olejnin), který je pak méně závislý na importu ropy.
- Bionafta je sama o sobě směs MĚRO (produkty získané z vypěstovaných rostlin) a ropné nafty, není proto problém obě látky mísit.
- **Zvyšuje cetanové číslo** směsi.

Nevýhody bionafty

- **Ekonomicky náročná výroba.**
- Při kontaktu s vodou vznikají mastné kyseliny, ty pak způsobují **korozí** palivového systému.
- Bionafta uvolňuje **organické usazeniny**, které zanášejí palivový filtr.
- Při jízdě na tradiční naftu vzniká jejím spalováním v motoru množství skleníkových plynů. Bionafta je v tomto ohledu výrazně šetrnější. Ale když se **započítají i skleníkové plyny vyprodukované při pěstování** např. řepky, je situace rázem jiná. Dvě třetiny skleníkových plynů produkuje řepka na poli.
- Bionafta má **nižší výkon** o cca 5% než klasická motorová nafta.
- **Horší oxidační stabilita** – může vytvářet nánosy na vstřikovači, vnitřku čerpadla a pístových kroužcích.
- **Vyšší viskozita** - větší tryska vstřikovače, větší kapky paliva
- **Lépe solvatuje** - může napadat materiál (gumové hadice, nádrž paliva)



Biolíh jako směsná paliva

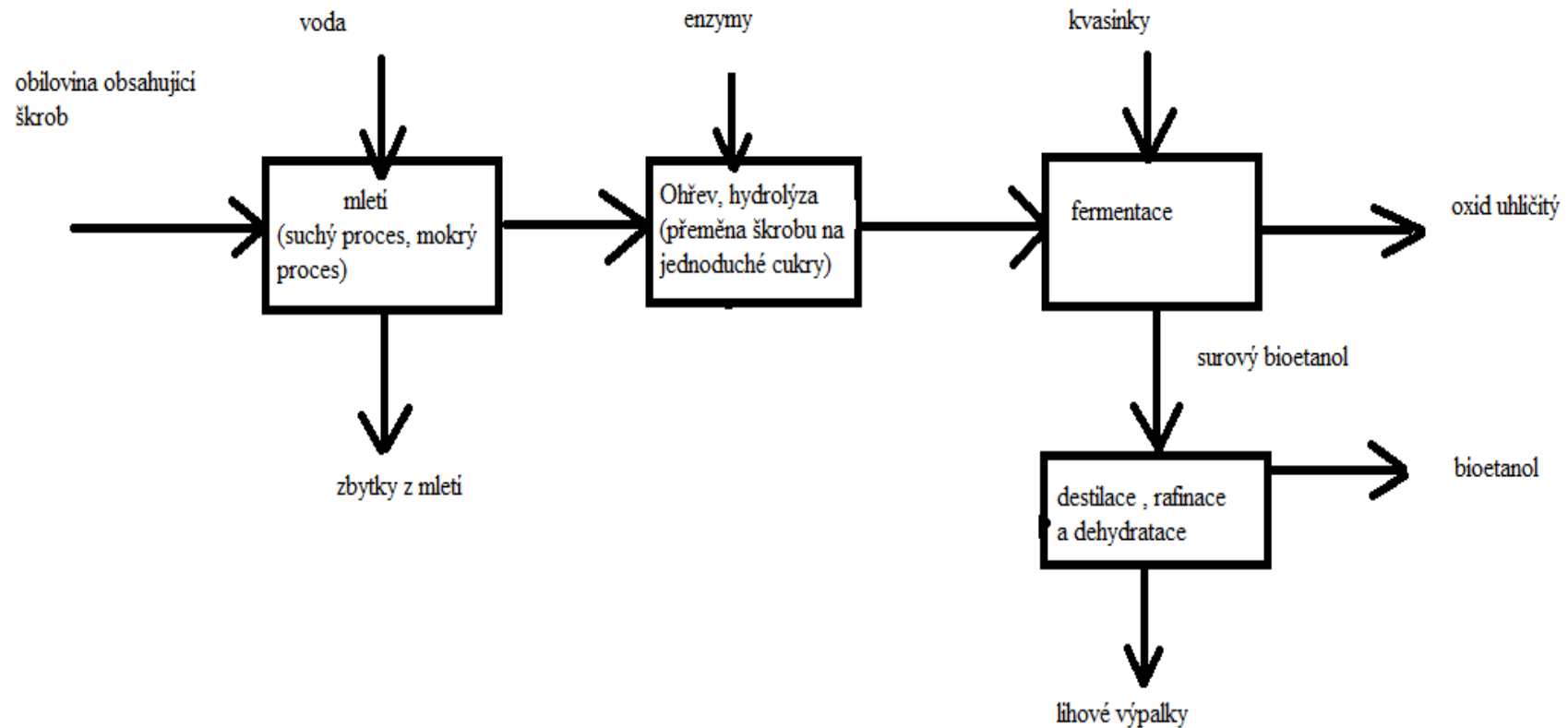


Z plodin obsahujících cukry a škrob, jako je obilí, řepa a brambory (ale i zelená travina, kukuřice) je možno biologickou fermentací a následným odstředěním a destilací získat vysokoprocentní ethanol, který může být použit jako doplněk do motorových pohonných hmot v poměru do 5% – 10% bez problémů.

Ethanol E85, tj. biolíh, zvaný též bioethanol je směs tvořena z 85% etanolem a 15% benzínem natural 95.

Energetická návratnost alkoholu vzhledem k energetickým vstupům (zemní plyn a elektřina) je zatím velmi malá.

Technologie výroby bioethanolu



Biolih jako směsná paliva

Výhody:

- snižuje benzen a síru v benzínu
- zvyšuje účinnost a kompresní poměr v motoru
- čistí spalovací systém
- redukuje CO ve spalinách - snížení emisí výfukových plynů
- pomocí ethanolu se zvyšuje oktanové číslo a snižuje se množství emisí CO₂ (používá se i v motorsportu)

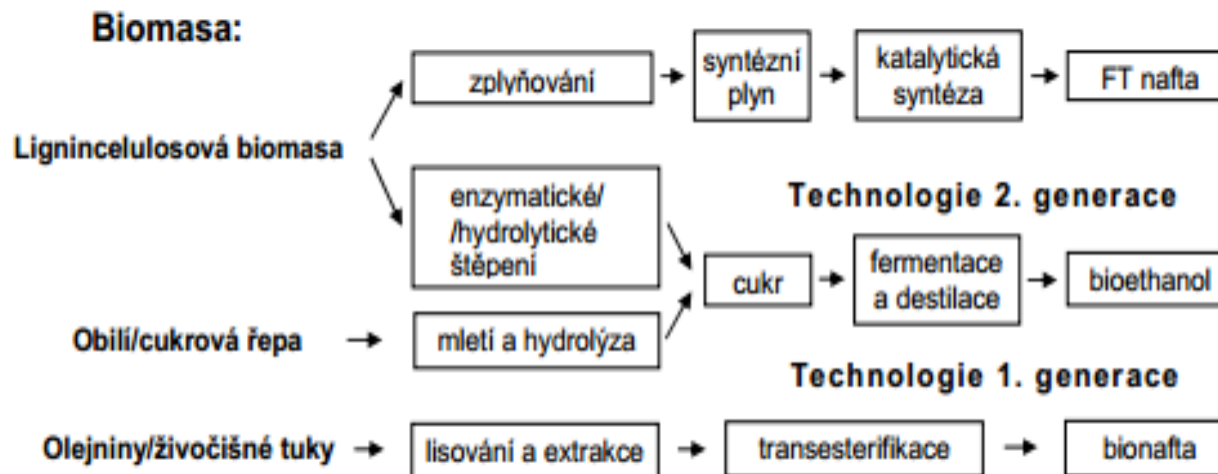
Nevýhody:

- dotovaná výroba,
- méně energie v litru paliva - větší nádrž - mírně vyšší spotřeba oproti klasickým palivům
- zvyšuje volatilitu benzínů

Biobutanolové palivo

- diskutuje se o problémech spojených s přidavkem bioethanolu do automobilového benzínu – lepší je **biobutanolové palivo** pro automobily vyrobené fermentačním procesem
- Biobutanol - o benzínu přidávat ve vyšších koncentracích než bioethanol
 - oproti bioethanolu o cca 30 % vyšší energetický obsah
 - méně se odpařuje a nezpůsobuje problémy s enormním nárůstem tlaku par
 - nepohlcuje vodu a může být bez rizika koroze
 - nevyžaduje ani při vyšších koncentracích žádné úpravy stávajících motorů
 - výroba biobutanolu je podobná výrobě biolihu

Technologické postupy výroby biopaliv první a druhé generace



Biopaliva II. generace

1. z lignocelulózových zbytků (dendromasa a zbytková biomasa) zplyněním
2. syntézou kapalných paliv a CxHy nebo kompostováním s výrobou CH₄ - - nekonkurují výrobě potravin, ale pouze sezonní sklizeň

Surovinou je tzv. nepotravinářská biomasa.

- **lesní biomasa** včetně těžebních zbytků, zemědělský odpad (sláma, seno, kukuřičné, řepkové a jiné zbytky),
 - **energetické rostliny** (křídlatka, čirok, štovík apod)
 - **biologický odpad** z domácností
-
- bioetanol,
 - motorová nafta jako syntetický produkt Fischer-Tropschovy syntézy,
 - methanol, resp. benzin jako produkt katalytické konverze syntézního plynu,
 - biobutanol z bioetanolu aj.

Technologický proces - mnohem složitější a náročnější než fermentační výroba etanolu či esterifikace olejů.

Konverzní poměr je obvykle 5:1 (z 5 tun biomasy lze vyrobit 1 tunu biopaliva).

Nasazení druhé generace - následujících deseti let.

Bioplyn

vyrobený z biomasy nebo biologického rozkladu odpadů

- používán pro plyný produkt anaerobní metanové fermentace organických látek,
- rozklad bez přístupu vzduchu - **anaerobní digesce, biometanizace** nebo **biogasifikace**

Bioplyn - plynná směs metanu a oxidu uhličitého
Stlačený zemní plyn - CNG

- přirozených prostředích, jako jsou mokřady, sedimenty, trávící ústrojí (zejména u přežvýkavců),
- zemědělských prostředích, jako jsou rýžová pole, uskladnění hnoje a kejdy,
- odpadovém hospodářství na skládkách odpadů (zde je označován jako skládkový plyn), na anaerobních čistírnách odpadních vod (ČOV), v bioplynových stanicích.

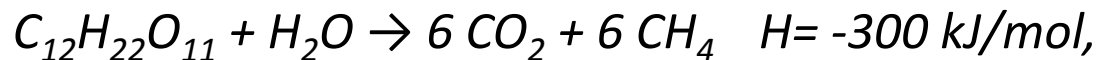
Výroba bioplynu

- Anaerobní fermentace v reaktoru

Surovina pro fermentaci musí obsahovat dostatečné množství biologicky rozložitelných látek a vodu obvykle v množství 60%, případně i více.

Anaerobní prostředí, složení substrátu a jeho pH (6,5 - 7,5), fermentační teplota, míchání, živiny.

Anaerobní mikroorganismy si všechny kyslík berou ze zásobních látek a získávají energii například reakcí



kterou vzniká směs označovaná jako bioplyn

Bioplyn z bioplynových stanic

- k výrobě tepla,
- k výrobě tepla a elektřiny (kogenerace) - toto je nejčastější případ,
- k výrobě tepla, elektřiny a chladu (trigenerace) - trigenerace je využívána jen výjimečně.
- k pohonu dopravních prostředků (automobily, autobusy, zemědělská technika, vlaky)

Výhody a nevýhody bioplynu

- Výhody bioplynu jsou obdobné jako při použití zemního plynu.
- Výhoda nízké emise a 30% úspora nákladů oproti benzínu.
- Nevýhoda je omezená produkce a nedostupnost.

Negativa II.generace biopaliv

- Největším negativem je, že nadměrným odběrem „odpadní“ biomasy, sloužící na výrobu těchto biopaliv, se **rychle vyčerpává půda**.
- **Pokácení tropického pralesa kvůli pěstování rostlin** na výrobu biopaliv druhé generace!
- **Britská ropná společnost BP** – půda, kterou nelze využít na pěstování potravinářských plodin.

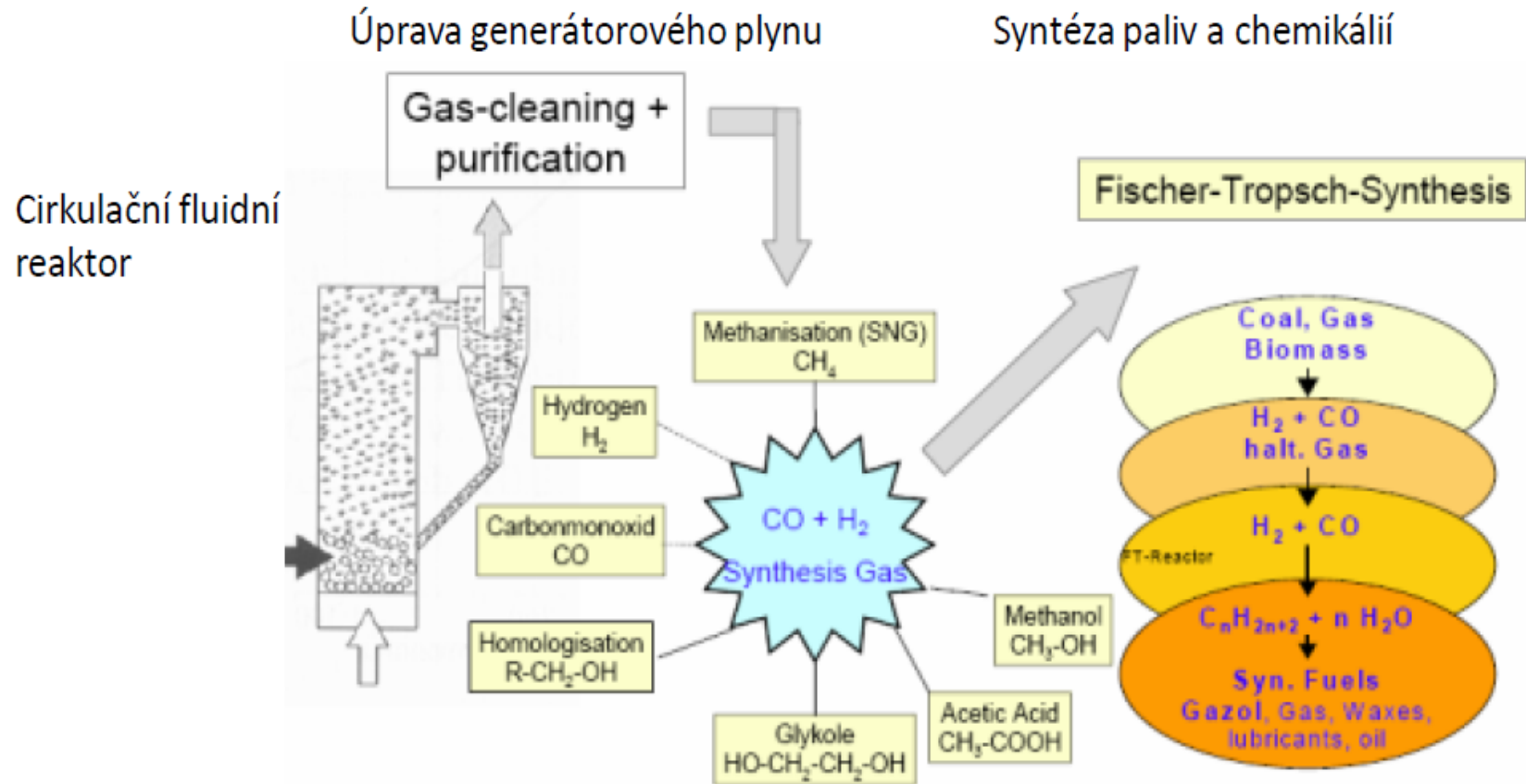
Parciální oxidace biomasy → generátorový plyn

- při zplynění kyslíkem a vodní parou a vypírce CO₂ v alkalické pračce je produktem směs CO : H₂ ≈ 1:1 zvaná **syngas**.
- surovina pro výrobu celé škály produktů od **syntetické ropy** přes **komponenty motorových paliv** až po **methanol** nebo **dimethylether**.

Syngas slouží jako výchozí surovina pro syntézy kapalných paliv:

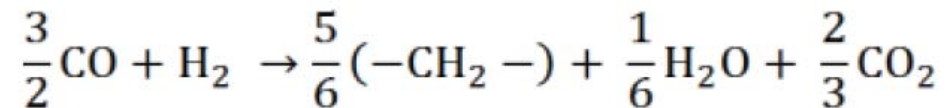
- chemickou syntézou včetně FT syntézy (Fischer-Tropsch)
- mikrobiální syntézou v probublávaném reaktoru (na metanol a etanol)

Konverze syngasu

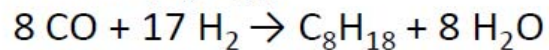


Chemické reakce při syntéze paliv

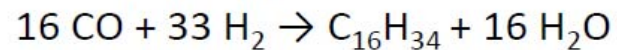
- kapalná paliva pomocí Fischer-Tropsch syntézy:



Benzín (C₅-C₁₁):



Diesel (C₁₂-C₁₈):



- Tvorbu dlouhých řetězců při F-T syntéze podporuje:
- Vhodný katalyzátor (Fe, Co)
- Vyšší teplota – až 350°C
- Vysoký tlak
- poměr H₂/CO = 2

Fischer-Tropsch syntéza

- používaly země **s nedostatkem ropy**, zejména Japonsko a nacistické Německo, během druhé světové války
- Jihoafrická republika - vyspělé státy na dovoz paliv do této země uvalily **embargo**.
- Nevýhodou jsou vysoké náklady na zajištění nutných podmínek pro spuštění reakce – **velký tlak a vysoká teplota**.
- **Jihoafrická** energetická společnost Sasol v Jižní Africe - petrochemické produkty
- Ropná firma Shell v **Malajsii** - nízkosirnou naftu (tzv. technologie GTL – Gas to liquid).

Metanol

- Metanol byl dříve označován jako dřevní líh, protože vznikal jako vedlejší produkt při výrobě dřevěného uhlí.
- Význam dřevěného uhlí postupem času značně poklesl, zatím co metanol dnes patří k významným chemickým látkám.
- V dopravě ho lze použít přímo jako palivo, k výrobě paliv nebo k výrobě aditiv (MTBE).

- Pro výrobu methanolu je třeba nejdříve vyrobit syntézní plyn, tzv. **synplyn**
- Výroba syntézního plynu z biomasy se provádí jejím zplyňováním.
- Zplyňování je proces, při kterém reaguje kyslík s biomasou za **vysokých teplot (okolo 900°C)**.
- Hlavními složkami výsledného synplynu jsou **CO a H₂**, dále jsou v něm obsaženy CO₂, CH₄, H₂O, N₂ a také některé nečistoty (např. síra, dehet, částičky polokóksu atd.), které je třeba odstranit v závislosti na tom, k čemu bude získaný synplyn použit.

- $\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$
- $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$

Tyto reakce probíhají při teplotě 220 - 280°C a při tlacích 5 – 10MPa.
Katalyzátorem může být Cu, ZnO.



Výhody a nevýhody při použití metanolu

Výhody

- snížení emisí při nahrazení benzínu tímto palivem- emise všech škodlivin klesají v průměru o 20 - 70 %.
- vyšší oktanové číslo, což umožňuje vyšší kompresní poměr a tím i vyšší účinnost.
- méně prchlivý než benzin a lze ho lépe hasit.

Nevýhody

- zejména jeho toxicita
- jako etanol způsobuje korozi kovových materiálů
- má negativní vliv na plastické hmoty
- čistý metanol hoří neviditelným plamenem
- má vyšší zápalnou teplotu než benzin a za nízkých teplot může způsobit potíže při startování



III. generace: z řas a mikroorganismů přímá výroba paliv H₂, a C_xH_y -průběžná sklizeň, bez potřeby polních pozemků- ve vývoji

Biopaliva **vyráběná z řas** za použití velmi pokročilé technologie, často genetických modifikací apod. Zatím jde spíše o **výzkumnou fázi** – v budoucnu se očekává masivní využití.

Třetí generace říkáme někdy řasám proto, že je možné je **levně pěstovat** i třeba v průmyslových areálech, kde k jejich růstu využijeme odpadních dušičnanů nebo fosfátů plus odpadní oxid uhličitý, který se někde ve spalovnách fouká do komínů, nebo odpadní teplo.

<http://www.ceskatelevize.cz/ct24/ekonomika/129965-revoluce-v-biopalivech-morske-rasy/>

- na ploše dvou parkovacích míst lze získat tolik oleje jako ze sójového pole velikosti fotbalového hřiště
- některé druhy planktonních řas obsahují ve vhodných podmínkách až **40% oleje**
- **obrovská růstová rychlost**
- dají se využít ke zpracování **organických i anorganických ve vodě rozpustných odpadů**

Nevýhodou je **obtížnost zpracování** a také to, že řasové kultury jsou **velmi citlivé**.

Jediný podnik na světě – PetroSun – za rok vyrobí 4,4 miliónů galonů oleje z vodních řas

VYHODY BIOPALIV

Hlavní předností biopaliv je jejich cena.

Vysokoprocentní směsi a čistá biopaliva mají nižší spotřební daň.

Jeden litr E85 (směs skládající se z 85 procent bioetanolu a 15 procent Naturalu 95) je zhruba o osm až deset korun na litr levnější než klasický benzin, u nafty jde cca o tři koruny.



Oblibu biopaliv dokazují kromě rostoucí spotřeby také statistiky prodeje tzv. Flexi Fuel Vehicles (FFV), tedy automobilů na alternativní paliva.

V roce 2010 se prodalo v České republice 32 těchto vozů, o rok později to bylo již 345 aut. Pro rok 2012 se odhaduje prodej v rozmezí 600 – 800 kusů.



Klesající zásoba fosilních paliv

- Zásoby uhlí, ropy a zemního plynu nejsou nekonečné a vyžívání alternativních paliv dokáže využití těchto zdrojů kompenzovat.
- Předpokládá se, že do roku 2020 vzroste spotřeba pohonných hmot asi o 20 %.
- EU si klade za cíl nahradit až 20% z tohoto množství biosložkami, tj. biopalivy.

Jejich zavádění je zdůvodňováno třemi hlavními důvody:

- snížení závislosti na ropě
- zvyšování počtu motorových vozidel a tím i rostoucí spotřeba paliv



Úspora skleníkových plynů ve srovnání s fosilními palivy

- Šetrnost k životnímu prostředí je jedním z hlavních cílů využití biopaliv.
- Snižování emisí uvolněných do ovzduší při použití biopaliva je dáno zákonem – musí vzniknout o 35% méně emisí oxidu uhličitého než spalováním nafty a benzínu včetně výroby a distribuce.
- Plán počítá s tím, že v roce 2017 půjde již o 50% a o rok později dokonce 60%.



Podpora českého zemědělství

- Průmysl biopaliv ekonomicky pomáhá zemědělcům - generuje příjmy z pěstování řepky, udržuje zaměstnanost.
- Zdroje pro výrobu jako řepka lze považovat za ekonomicky stabilizační plodiny, které pomáhají českým zemědělcům v době krize.



- ČR je zavedené povinné přimíchávání biopaliv od roku 2007 a procento jejich podíl v běžných palivech stále roste.
- Výroba biopaliv je však v současné době dražší než u uhlovodíkových paliv a tak se jejich výroba řeší dotacemi nebo úlevami na daních.
- Biopaliv nejsou určena k dlouhodobému skladování, ale k okamžité spotřebě.
- Velmi negativně se na kvalitě projevuje působení světla, slunečního záření, velkého kolísání teplot nebo intenzivního kontaktu se vzduchem a vzdušnou vlhkostí.
- **Nenasycené mastné kyseliny vlivem kyslíku a kovových iontů v naftě polymerují** na nerozpustnou plastickou vazelinovitou hmotu - je **lepkavá** a snadno zapříčiní ucpávání trubek, vstřikovacích trysek, filtrů a ničí vstřikovací čerpadla.
- alespoň jednou za měsíc nastartovat a spálit cca půl litru nafty!