



# Горива и индустријска вода

предавања, школска 2022/23

др Владимир Јовановић, ван.проф.



# Биогорива зашто?

---

- обновљива,
- доступна свуда,
- не доприноси ефекту стаклене баште,
- већа запосленост...



Обновљива или алтернативна горива...  
преклапање појмова.  
Вода може да буде обновљиво гориво... кад се  
користи за производњу водоника хидролизом...



# Обновљива/Био горива

Горива из обновљивих извора (доминантно биомасе):

- Дрвна биомаса
- Пољопривредна биомаса
- Алге
- Сточни измет



# Произведена биогорива

- Чврста:
  - дрвени угаљ (ћумур)
  - брикети
  - пелети
  - торификована (блага пиролиза – на 200 до 320 °C)



# Произведена биогорива

---

- Течна:
  - биоетанол
  - биометанол
  - биодизел
  - биотечности



# Произведена биогорива

## ■ Гасовита:

- биогас (добијен ферментацијом сточног измета, или биомасе)
- водоник (добијен пиролизом, торефакцијом, из алги, бактерија и микроорганизама)



Директива 2001/77/ЕС



# Биомаса – појам

- Биомаса представља биоразградиви део производа, отпада или остатака из пољопривреде (укључујући материје биљног и животињског порекла), шумарства и сродних индустрија, као и биоразградиви део индустријског и градског отпада.



# Примери биомасе







# Биомаса – предности

- Обновљив извор енергије
- Смањење зависности од увоза горива
- Доприноси смањењу емисије ГХГ
- Доприноси смањењу загађења животне средине
- Доступност



# Биомаса – недостаци

- Може да доведе до дефорестације
- Неопходне велике површине земљишта
- Захтева развој нових технологија
- Висока цена (зависи од могућности продаје нуспроизвода)
- Производња зависи од великог броја утицајних фактора, временски услови нпр.
- Мала запреминска топлотна моћ

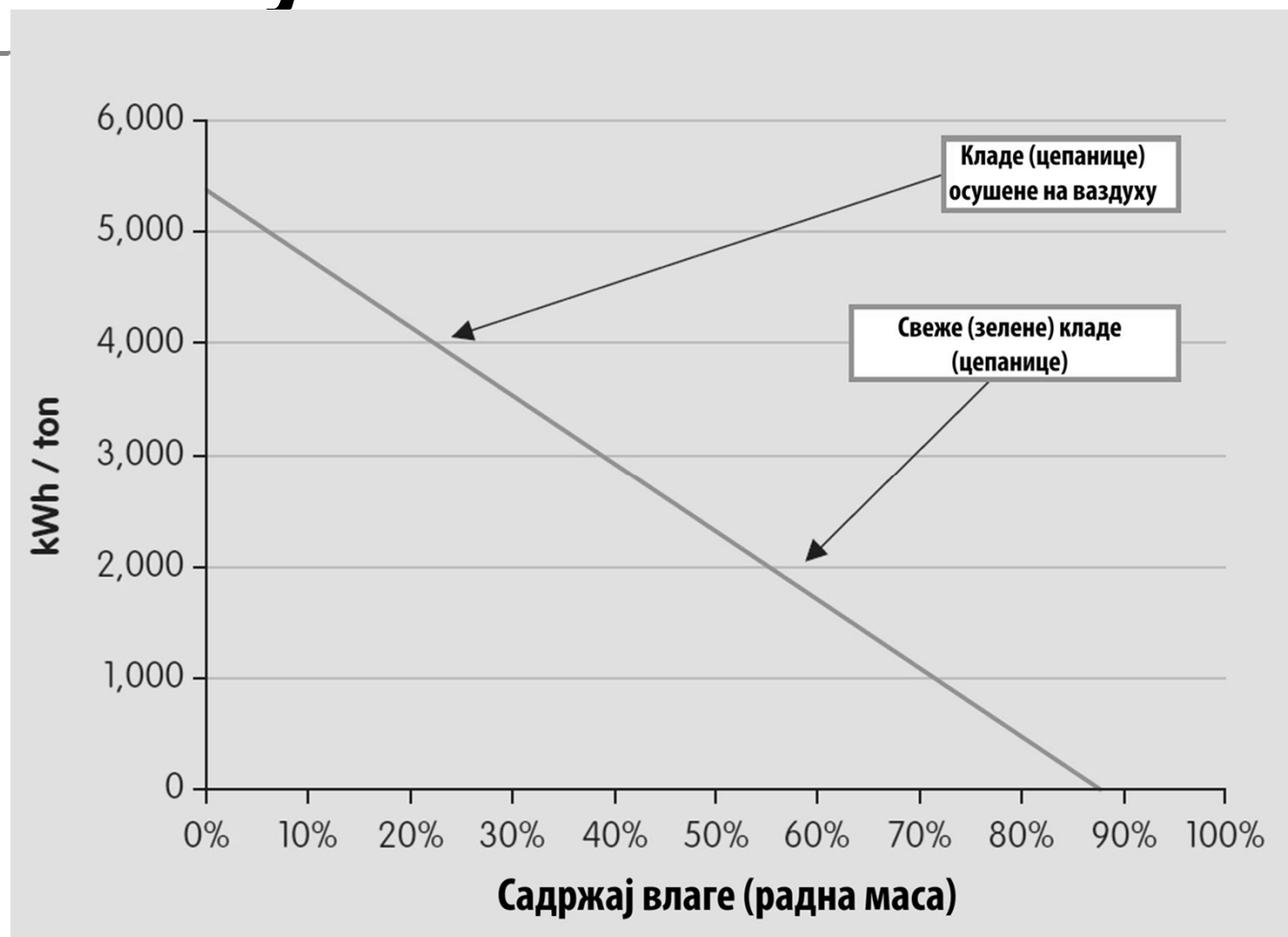


# Дрво – основна својства

- 75 % масе може да се користи као гориво
- Састоји се од целулозе ( $C_6H_{10}O_5$ ), лигнина и мале количине смоле, воска и масноће
- Практично нема сумпора
- Садржај пепела незнатан
- Лако топљив пепео
- Садржај влаге је од 45 – 65 %, а после 2 године складиштења на ваздуху смањује се на 18 – 20 %
- Лака упаљивост због високог садржаја волатила
- Доња топлотна моћ органске масе износи 18,4 MJ/kg



# Дрво – утицај влаге на топлотну моћ





# Дрво – основне врсте

---

- Тврдо дрво (листопадно)
- Меко дрво (четинари)



# Упоредна запремина различитих облика дрвета

$$1 \text{ m}^3 = 1,4 \text{ просторни m}^3 = 2 \text{ насипна m}^3 = 3,03 \text{ насипна m}^3$$



Компактно  
дрво  
(дебло)



Цепане облице  
(метарске)



Цепанице  
(насуते)



Дрвна сечка  
(насута)



# Пољопривредни остаци

---

- Остаци од пољопривредних усева:
  - слама
  - стабљике
  - кочанке кукуруза
  - љуске



# Пољопривредни остаци

- Остаци у воћарству, виноградарству и из прераде воћа:
  - лишће
  - грањевина
  - коштице





# Пољопривредни остаци

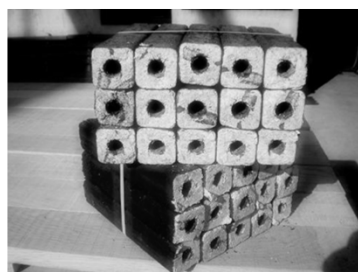
## ■ Проблеми:

- релативно велика запремина у односу на масу,
- мала запреминска топлотна моћ,
- пропадање кроз решетку ложишта.

## ■ Најпогоднији начин коришћења – превођење у погодније облике.

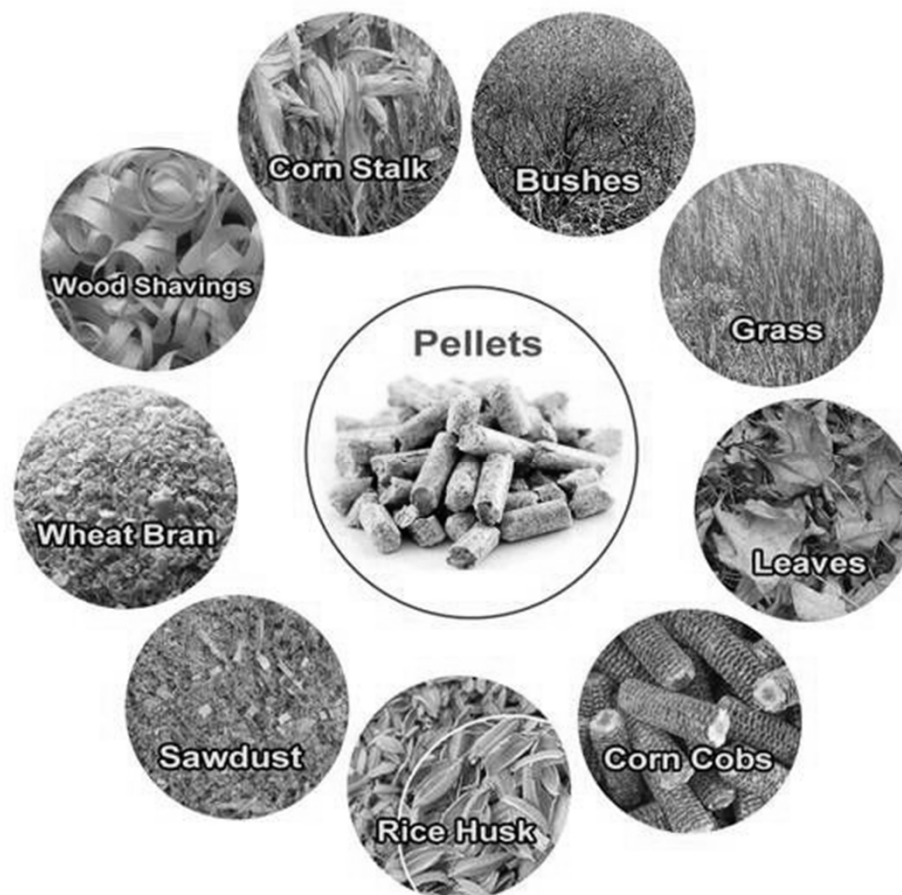


# Шта све може да се прави од остатака биомасе





# Шта све може да се прави од остатака биомасе





# Пелетирање из корака у корак

- **Корак 1: сецкање биомасе у сецкалици**
- **Корак 2: просејавање (да се одстрани нечистоће, страна тела)**
- **Корак 3: сушење сировине**
- **Корак 4: пелетирање**
- **Корак 5: хлађење**
- **Корак 6: паковање**
- **Корак 7: складиштење и дистрибуција**



# Од сировине до врхунског ложног уређаја





# Корак ближе угљу – торефакција



## Корак 1

### Пријем и складиштење

Дрвна сечка се скупља и складишти тако да може да се користи као горива биомаса



необрађена дрвна сечка

## Корак 2

### Сушење

Дрвна сечка се суши коришћењем тракастог сушача са затвореним циклусом пре подвргавања торефакцији.



осушена дрвна сечка

## Корак 3

### Торефакција

Дрвна сечка се греје коришћењем микроталасне технологије у обртном добошастом реактору, при чему се ствара материја слична дрвеном угљу.



торификована дрвна сечка

## Корак 4

### Млевење и пелетирање

Торификовано дрво се меље и претвара у пелете који дају 10 % више енергије од необрађеног дрвета.



коначни производ -  
торификовани пелет



# Производи торефакције





# Користи торефакције

✓...

Од биомасе добијемо  
| скоро угаљ...

|  | Дрвна сечка | Дрвени пелети | Торификова-<br>вани дрвени<br>пелети | Дрвени угаљ | Угаљ        |
|--|-------------|---------------|--------------------------------------|-------------|-------------|
| Садржај влаге (% <i>m/m</i> )                          | 30 – 45     | 7 – 10        | 1 – 5                                | 1 – 5       | 10 – 15     |
| Топлотна моћ (MJ/kg)                                   | 9 – 12      | 15 – 17       | 18 – 24                              | 30 – 32     | 23 – 28     |
| Садржај волатила (% <i>m/m</i> ) апс.сува<br>маса      | 70 – 75     | 70 – 75       | 55 – 65                              | 10 – 12     | 15 – 30     |
| Садржај фиксног угљеника % <i>m/m</i><br>апс.сува маса | 20 – 25     | 20 – 25       | 22 – 35                              | 85 – 87     | 50 – 55     |
| Насипна густина (kg/dm <sup>3</sup> )                  | 0,20 – 0,25 | 0,55 – 0,65   | 0,65 – 0,80                          | 0,18 – 0,24 | 0,80 – 0,85 |
| Запреминска густина енергије<br>(GJ/m <sup>3</sup> )   | 4,5 – 6,0   | 8 – 11        | 15 – 19                              | 6,0 – 6,4   | 18 – 24     |
| Хигроскопна својства                                   | Хидрофилна  | Хидрофилна    | Умерено<br>хидрофобна                | Хидрофобна  | Хидрофобна  |
| Биолошка разградња                                     | Брза        | Брза          | Спора                                | Нема        | Нема        |
| Захтеви за млевење                                     | Посебни     | Посебни       | Стандардни                           | Стандардни  | Стандардни  |
| Конзистенција производа                                | Ограничена  | Велика        | Велика                               | Велика      | Велика      |
| Трошкови превоза                                       | Велики      | Средњи        | Мали                                 | Средњи      | Мали        |





# Процес торефакције

## ■ ФИЛМОВИ:

- ENGR 3124 - Biomass Torrefaction.mp4
- 90.000 Tons BioCoal Torrefaction Plant - Stramproy Green - Steenwijk, The Netherlands.mp4



# Алге

- Примитивне биљке које конвертују сунчеву енергију.
- Гаје се у специјално конструисаним базенима.
- **Захтевају велике површине за узгајање и велике количине воде.**
- **Служе највише за производњу биодизела.**



# Алге - производња





# Преглед течних биогорива

| Врста биогорива | Назив   | Сировина   | Технологија конверзије   |
|-----------------|---|--|--|
| Чисто биљно уље | Чисто биљно уље,<br>Право биљно уље   | Уљарице (нпр. уљане репице, палмино уље, соја, уљана репица, Јатрофа, рицинусово, ...)                                     | Екстракција хладним цеђењем  |
| Биодизел        | - Биодизел од енергетских култура: метил и етил естри масних киселина<br>- Биодизел од отпада | - Уљарице (нпр. уљане репице, палмино уље, соја, уљана репица, Јатрофа, рицинусово, ...)<br>- Отпадно уље од кувања/пржења | - Екстракција, хладним и топлим цеђењем, пречишћавање и трансестерификација<br>- Хидрогенизација |
| Биоетанол       | Конвенционални биоетанол  | Шећерна репа, шећерна трска, житарице  | Хидролиза и ферментација   |
| Био-ЕТВЕ        |   | Биоетанол  | Хемијска синтеза   |



# Производња течних биогорива

- Биогорива 1. генерације – производе се од сировина које се користе за људску или сточну исхрану.
- Биогорива 2. генерације – производе се од сировина које се користе од остатака производње сировина које се користе за људску или сточну исхрану или наменских биљака за производњу енергије.
- Биогорива 3. генерације – производе се од алги.

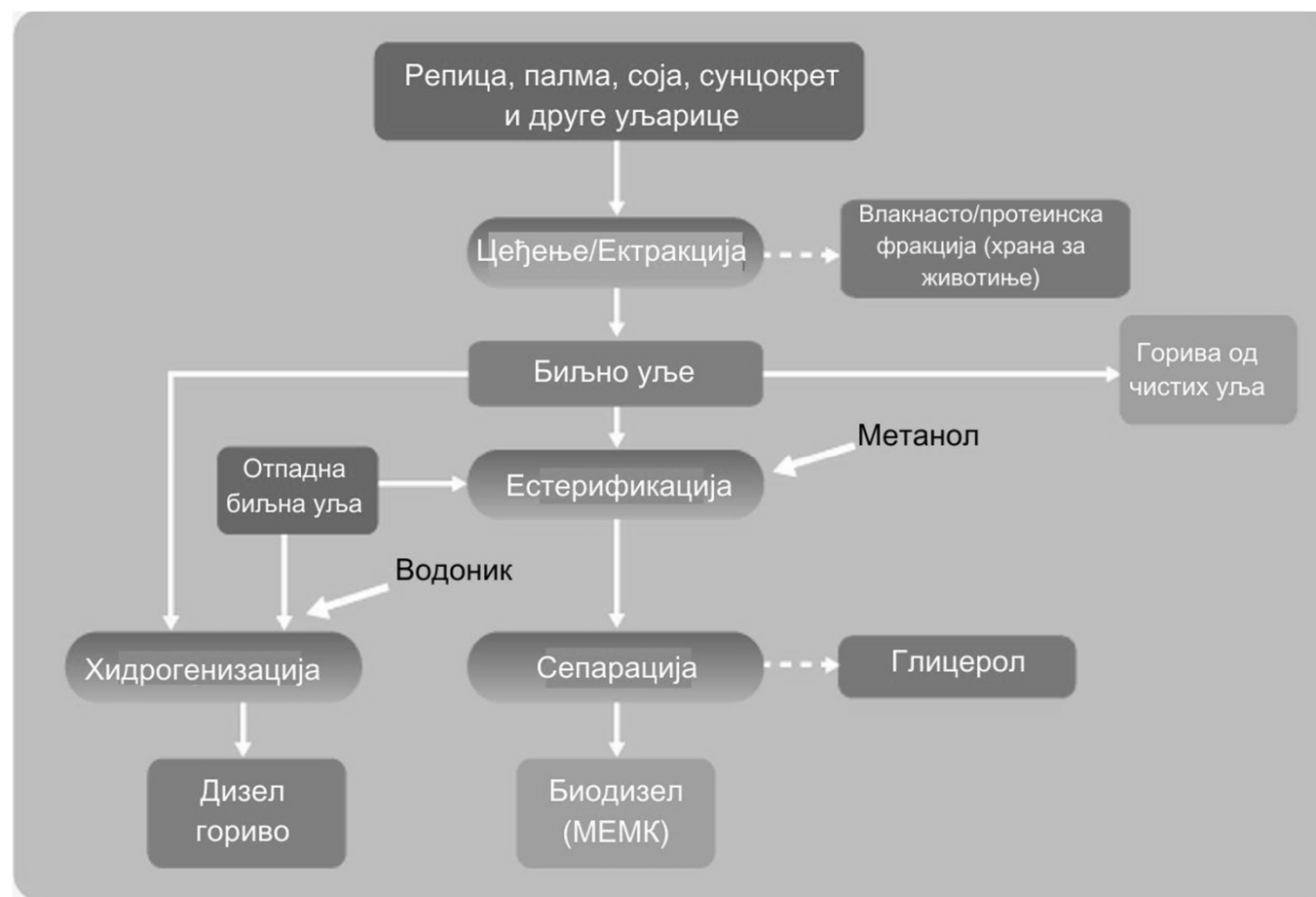


# Производња течних биогорива - приноси

| Усев          | Биогориво | Принос<br>(t/ha) | Ефикасност<br>претварања<br>(dm <sup>3</sup> /ton) | Принос<br>биогорива<br>(dm <sup>3</sup> /ha) |
|---------------|-----------|------------------|--|--|
| Шећерна репа  | Етанол    | 46,0             | 110  | 5060   |
| Шећерна трска | Етанол    | 65,0             | 70   | 4 550  |
| Маниока       | Етанол    | 12,0             | 180  | 2 070  |
| Кукуруз       | Етанол    | 4,9              | 400  | 1 960  |
| Пиринач       | Етанол    | 4,2              | 430  | 1 806  |
| Пшеница       | Етанол    | 2,8              | 340  | 952  |
| Сирак         | Етанол    | 1,3              | 380  | 494  |
| Уљана палма   | Биодизел  | 20,6             | 230  | 4736   |
| Соја          | Биодизел  | 2,7              | 205  | 552  |
| Сунцокрет     | Биодизел  | 3,0              | 320  | 952  |



# Производња биодизела





# Производња биоетанола

