



# Погонски материјали 2

## предавања



# Врсте горива

| Према агрегатном стању | Према степену прераде              |  |
|------------------------|------------------------------------|--|
|                        | Природна                           | Прерађена  |
| Чврсто                 | Дрво, тресет, угаљ, гориви шкриљци | Дрвени угаљ, брикети, пелети, полукокс, кокс     |
| Течно                  | Нафта                              | Бензин, петролеј, дизел, уља за ложење           |
| Гасовито               | Природни земни гас                 | Рафинеријски, дестилациони, генераторски, биогас |



# Чврста горива

- Кључне карактеристике – техничка анализа чврстих горива:
  - влага,
  - пепео,
  - гориве испарљиве материје (волатили),
  - коксни остатак.
  
- топлотна моћ,
- понашање пепела на повишеним температурама,
- дужина и боја пламена,
- изглед и структура коксног остатка.



✓...

# Пепео - понашање пепела на повишеним температурама

- Пепео се топи и лепи на грејне површине котла.
- Смањени пролаз топлоте.
- Критеријуми за оцену понашања пепела:
  - температура топљења,
  - индекс топлјивости,
  - метода промене геометрије узорка пепела.



# Гориве испарљиве материје

- Настају термичким разлагањем угља:
  - у процесима сагоревања
  - у различитим процесима трансформација угља – добијање кокса, течних и гасовитих горива.
- Садржај волатила утиче на процес сагоревања.
- Састав:
  - према елементарној анализи  $\rightarrow C_{isp}, H, O, N$
  - стварни састав  $\rightarrow CH_4, CO, CO_2$  (додатно  $H_2, C_mH_n, S, тер$ )
- **Количина и састав волатила зависе од:**
  - Врсте угља
  - Брзине загревања
  - Максималне температуре при загревању
  - Времена излагања максималној температури.



# Гориве испарљиве материје

- Са старошћу угља смањује се садржај волатила, а у волатилима опада садржај CO и CO<sub>2</sub>, а повећава C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>.
- Са повећањем садржаја волатила расте количина топлоте која се добија њиховим сагоревањем, процес сагоревања се лакше одвија.



# Значај података техничке анализе

- Свака од карактеристика има много шире значење и утиче на целокупан систем у коме се гориво користи:
  - складиштење угља,
  - транспортни уређаји,
  - млинови,
  - горионици,
  - ложиште,
  - прегрејач паре и загрејач воде,
  - загрејач ваздуха,
  - вентилатор димних гасова,
  - филтер,
  - димњак.



# Значај података техничке анализе

|                           | Складиште угља | Транспортни уређаји | Млин | Горлоник | Ложште | Прегрејач паре | Загрејач воде | Загрејач ваздуха | Дувачи чађи | Вентилатор за димне гасове | Вентилатор за ваздух | Електрофилтер | Димњак | Депонија пепела |
|---------------------------|----------------|---------------------|------|----------|--------|----------------|---------------|------------------|-------------|----------------------------|----------------------|---------------|--------|-----------------|
| Топлотна моћ              |                |                     |      |          |        |                |               |                  |             |                            |                      |               |        |                 |
| Гориве испарљиве материје |                |                     |      |          |        |                |               |                  |             |                            |                      |               |        |                 |
| Влага                     |                |                     |      |          |        |                |               |                  |             |                            |                      |               |        |                 |
| Пепео                     |                |                     |      |          |        |                |               |                  |             |                            |                      |               |        |                 |
| Састав пепела             |                |                     |      |          |        |                |               |                  |             |                            |                      |               |        |                 |
| Топљивост пепела          |                |                     |      |          |        |                |               |                  |             |                            |                      |               |        |                 |
| Сортиман сировог угља     |                |                     |      |          |        |                |               |                  |             |                            |                      |               |        |                 |
| Тврдоћа                   |                |                     |      |          |        |                |               |                  |             |                            |                      |               |        |                 |
| Сумпор                    |                |                     |      |          |        |                |               |                  |             |                            |                      |               |        |                 |

Погонски материјали 2, школска 2024/25  
2. предавање





# Значај података техничке анализе

- Свака од карактеристика (податак техничке анализе) има много шире значење и утиче на целокупан систем у коме се гориво користи (пример: термоелектране)

- Складиштење угља
- Транспортни уређаји
- Млинови
- Горионици
- Ложиште
- Прегрејач паре и загрејач воде
- Загрејач ваздуха
- Вентилатор димних гасова
- Филтер
- Димњак

пепео

сумпор



# Природна чврста горива

## ■ Обновљива:

- алге,
- дрво,
- пољопривредни остаци.

## ■ Необновљива:

- тресет,
- угаљ,
- гориви шкриљци.



# Тресет

- Прва фаза трансформације биљне праматерије.
- **Врсте:**
  - **влакнасти** – још увек се састоји од нераспаднутих остатака биљног растиња,
  - **земљасти** – највећи део се трансформисао у тресетну масу.
  - **смоласти** – хомогена тресетна маса.



# Угаљ

- Потиче од биљне праматерије и само делом од остатака живих организама.
- Органска теорија настанка угља, 19. век, Гимбел.
- **Подела према времену настанка** (од најстаријих до најмлађих):
  - антрацит,
  - камени угаљ,
  - мрки угаљ,
  - лигнит.



# Угаљ од најмлађег до најстаријег





# Подела (класификација) угљева



- Постоје више начина поделе угљева.
- **Међународна** (International Codification System) је усвојена 1956. године од стране Комитета за угаљ Европске економске комисије Организације уједињених нација (UN/ECE).
- **ISO** је 2005. године усвојио стандард 11760 под називом **Classification of coals** (Класификација угљева) који је на снази и у Србији.



# Поступци припреме чврстих горива



1. **Одстрањивање грубих механичких примеса – флотација**
2. **Уситњавање (дробљење и млевење)**
3. **Просејавање и раздвајање по величини**
4. **Делимично ослобађање од влаге**

Прва два (грубо дробљење код уситњавања) се обично изводе по вађењу угља, а остали зависно од намене.



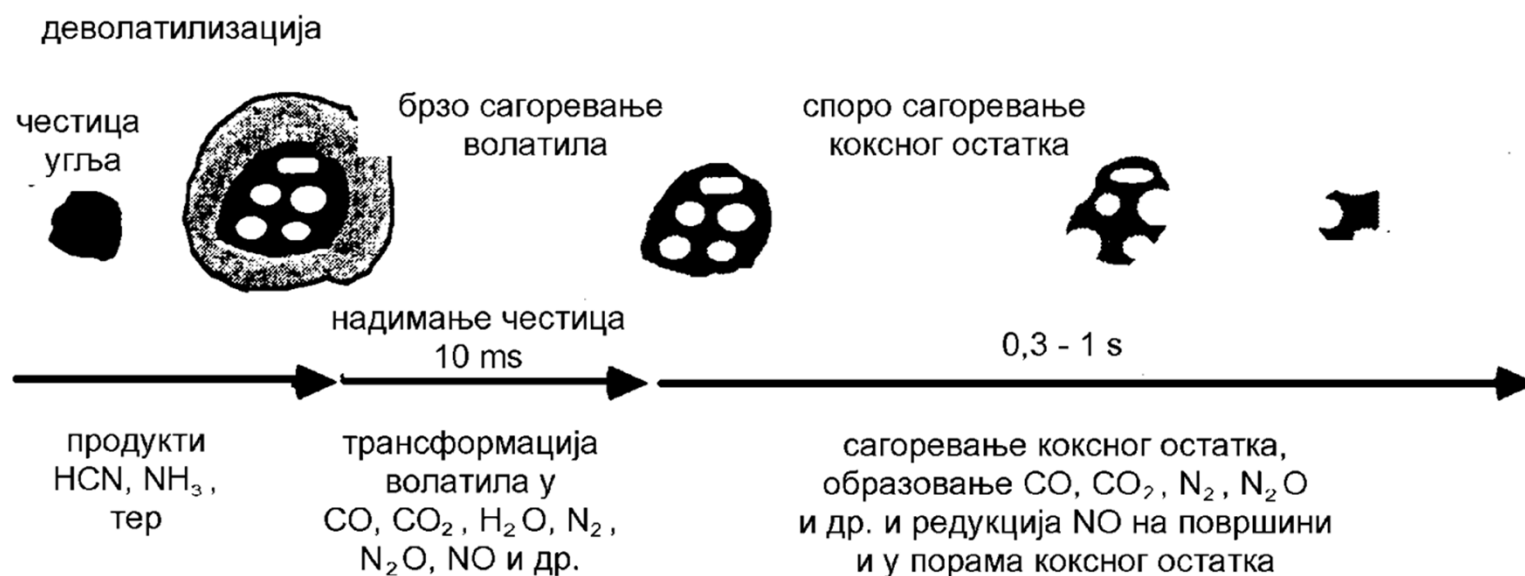
# Сагоревање честице угља

- **I фаза** – период закашњења паљења волатила – временски период од увођења честице угљеног праха у ложиште до појаве видног паљења волатила.
- **II фаза** – период сагоревања волатила – временски период од паљења волатила до краја сагоревања волатила.
- **III фаза** – период закашњења паљења коксног остатка.
- **IV фаза** – период сагоревања коксног остатка – временски период од почетка сагоревања па до краја сагоревања коксног остатка.



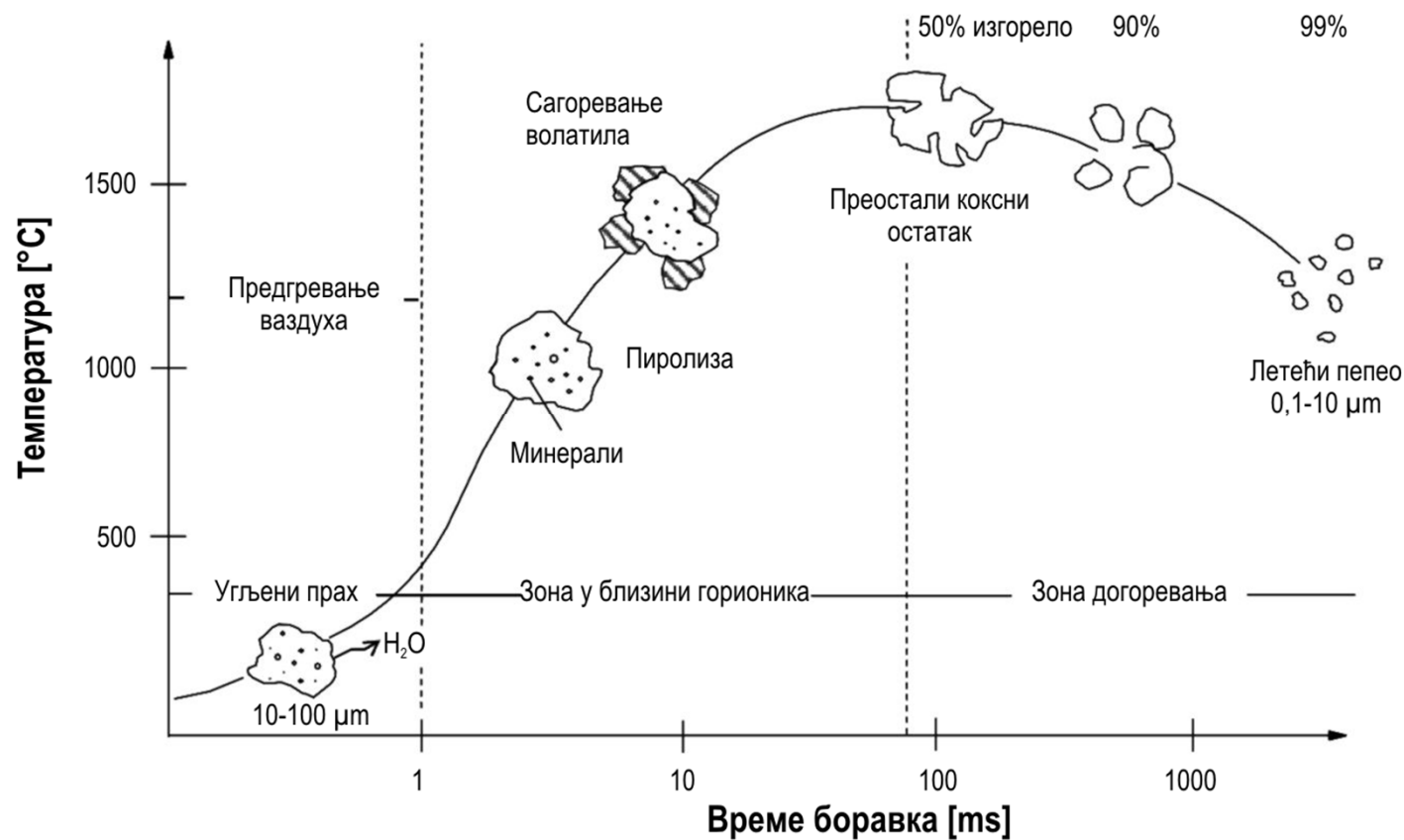


# Сагоревање честице угља (схематски приказ)





# Сагоревање честице угља





# Депонија угља

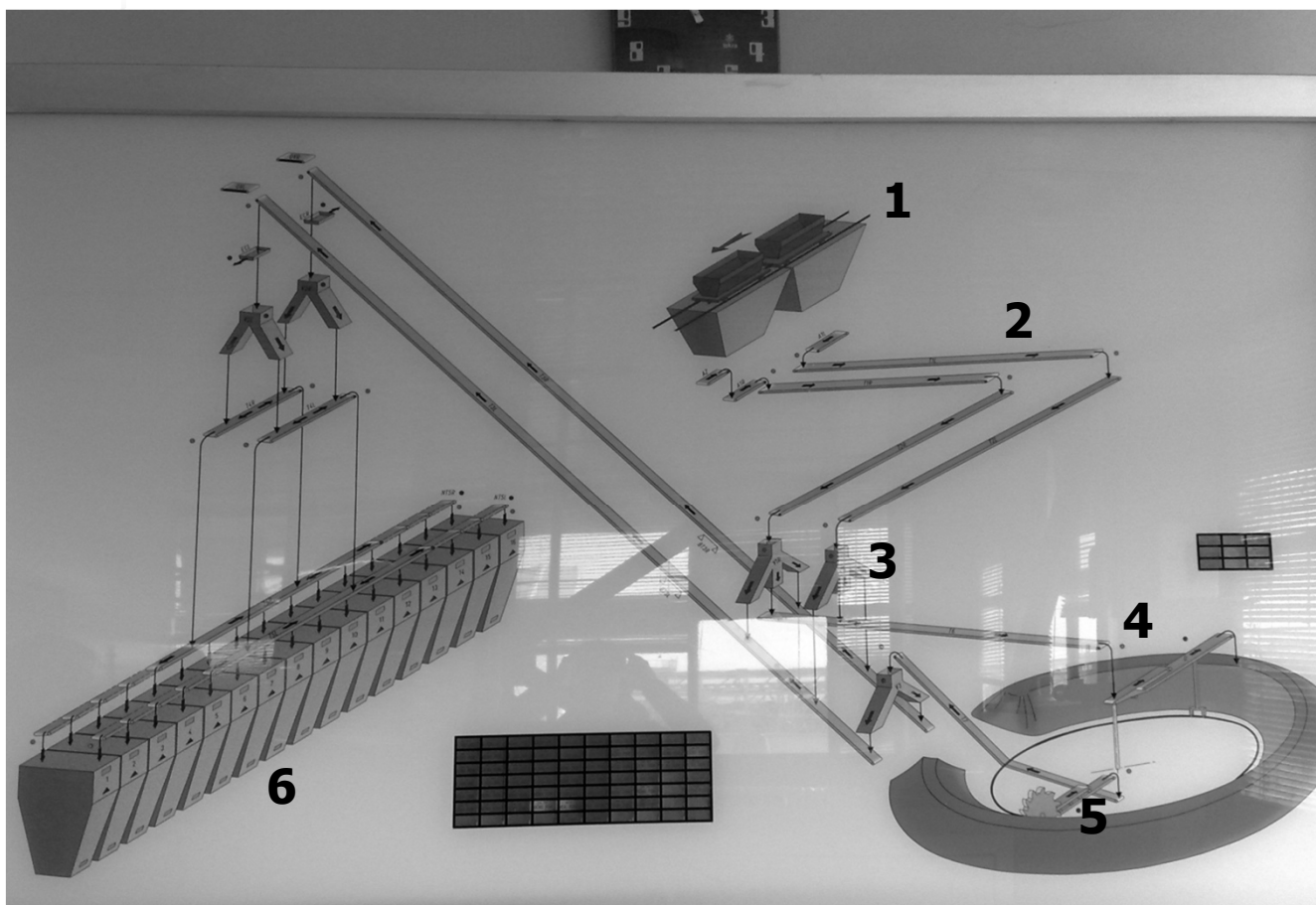


Погонски материјали 2, школска 2024/25  
2. предавање





# Допрема угља до постројења за сагоревање



- 1 – железничка композиција
- 2 – систем транспортних трака
- 3 – пресипни уређаји
- 4 – складиште угља
- 5 – роторски претоваривач
- 6 - бункери





# Произведена чврста горива

- Примарни процеси прераде – **брикетирање.**
- Секундарни процеси прераде – термохемијски:
  - **дубоко сушење и**
  - **сува дестилација.**



# Брикетирање

- Процес којим се од ситнијих комада чврстих горива, углавном прашине, под притиском добијају комади правилног облика – брикети.



# Брикетирање





# Поступци суве дестилације

- Заснивају се на тоplotној непостојаности чврстих горива, приликом загревања у условима недовољне количине или без ваздуха долази до распадања горива на низ нових горива – чврстих, течних и гасовитих.
- **Гасовити продукти – дестилациони гасови**
- **Течни продукти – тер и терна вода**
- **Чврсти продукти – кокс или полукокс.**





# Поступци суве дестилације

- Према максималној температури која се постиже у току процеса, сува дестилација може бити:
  - **Примарна или нискотемпературска** (процес се изводи на 450 до 550 °C);
  - **Сува дестилација на средњим температурама** (процес се изводи на 600 до 800 °C);
  - **Високотемпературска дестилација** (процес се изводи на 900 до 1000 °C, а ређе на 1300 до 1350 °C).



# Понашање угља на складишту

- На нижим температурама долази до његовог уситњавања – услед појаве леда, његовог ширења, долази до прскања и уситњавања.
- На повишеним температурама долази до испаравања влаге и дела горивих испарљивих материја, као и до оксидације – **САМОПАЉЕЊА**.
- Посебно је важна склоност угља ка самопаљењу
  - Мрки угљеви 150-160 °C
  - Антрацит > 220 °C



# Обновљива / Биогорива

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)



# 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.




# Сирова биомаса - врсте





# Прерађена биомаса - врсте

| Fraction            | > 3,15 – 8 | > 8 – 16 | > 16 – 45 | > 45 – 63 | > 63 | Total   |
|---------------------|------------|----------|-----------|-----------|------|---------|
| Total mass (g)      | 6,0        | 105,8    | 1 318,1   | 194,4     | 79,3 | 1 703,6 |
| Share of mass (%)   | 0,4        | 6,2      | 77,4      | 11,4      | 4,7  | 100,0   |
| Number of particles | 468        | 1 965    | 3 502     | 85        | 16   | 6 036   |

Погонски материјали 2, школска 2024/25  
2. предавање

31



# 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



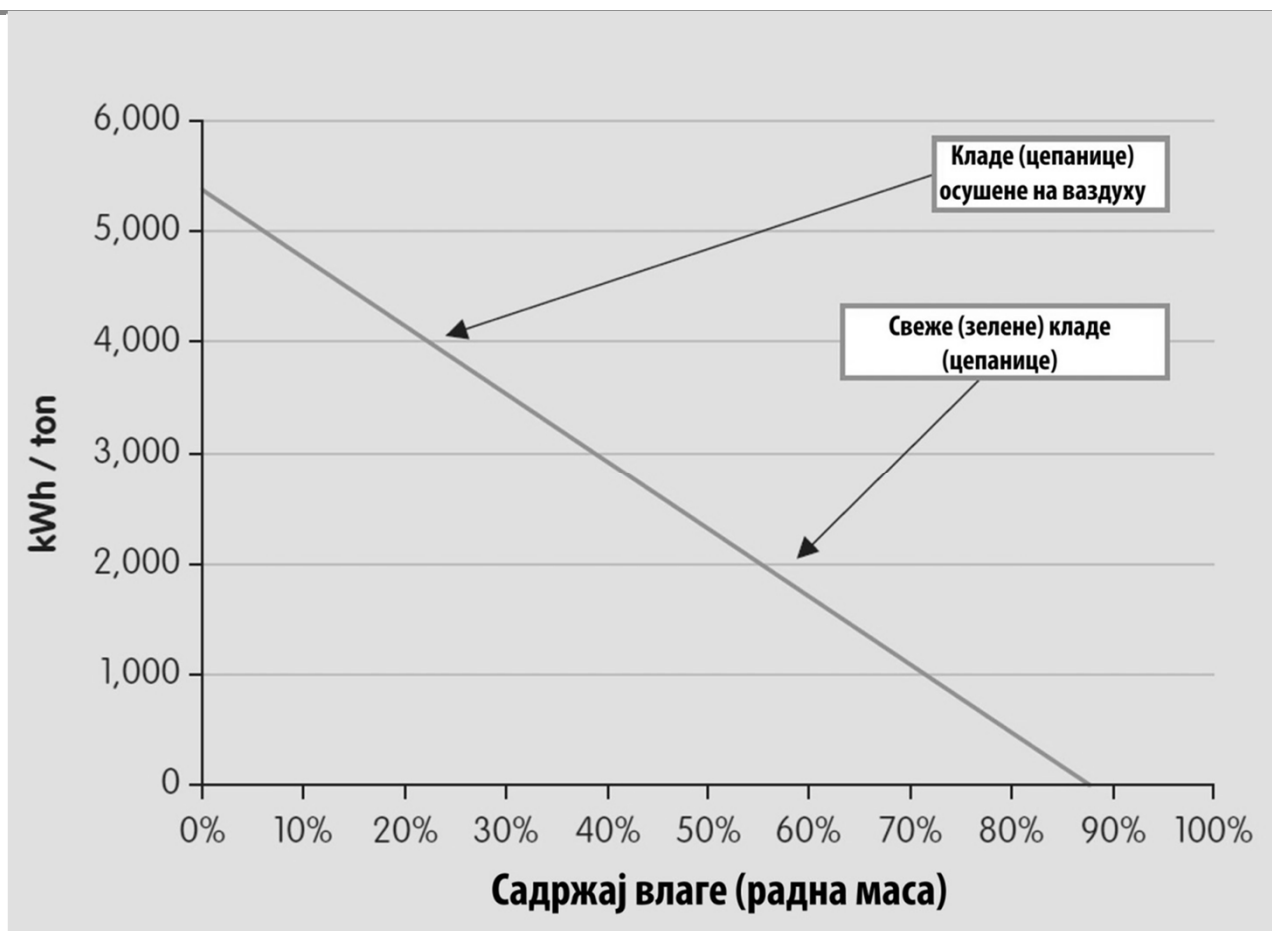
✓...

# Дрво

- 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 %.
- Доња топлотна моћ органске масе износи 18,4 MJ/kg.



# Дрво – утицај влаге на топлотну моћ





# 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
- **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.



# Бале

