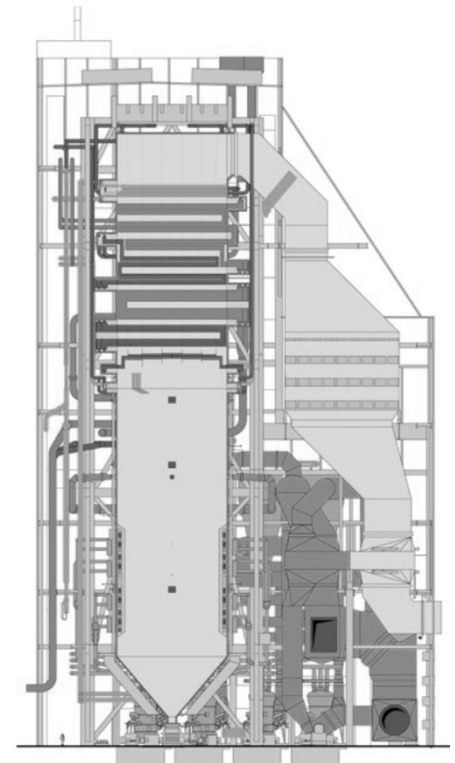




Гориве материје

Појам горива

- Материје које сагоревањем (бурним сједињавањем са кисеоником) поред материјалних продуката процеса (продуката сагоревања), **ослобађају одређену количину топлоте.**

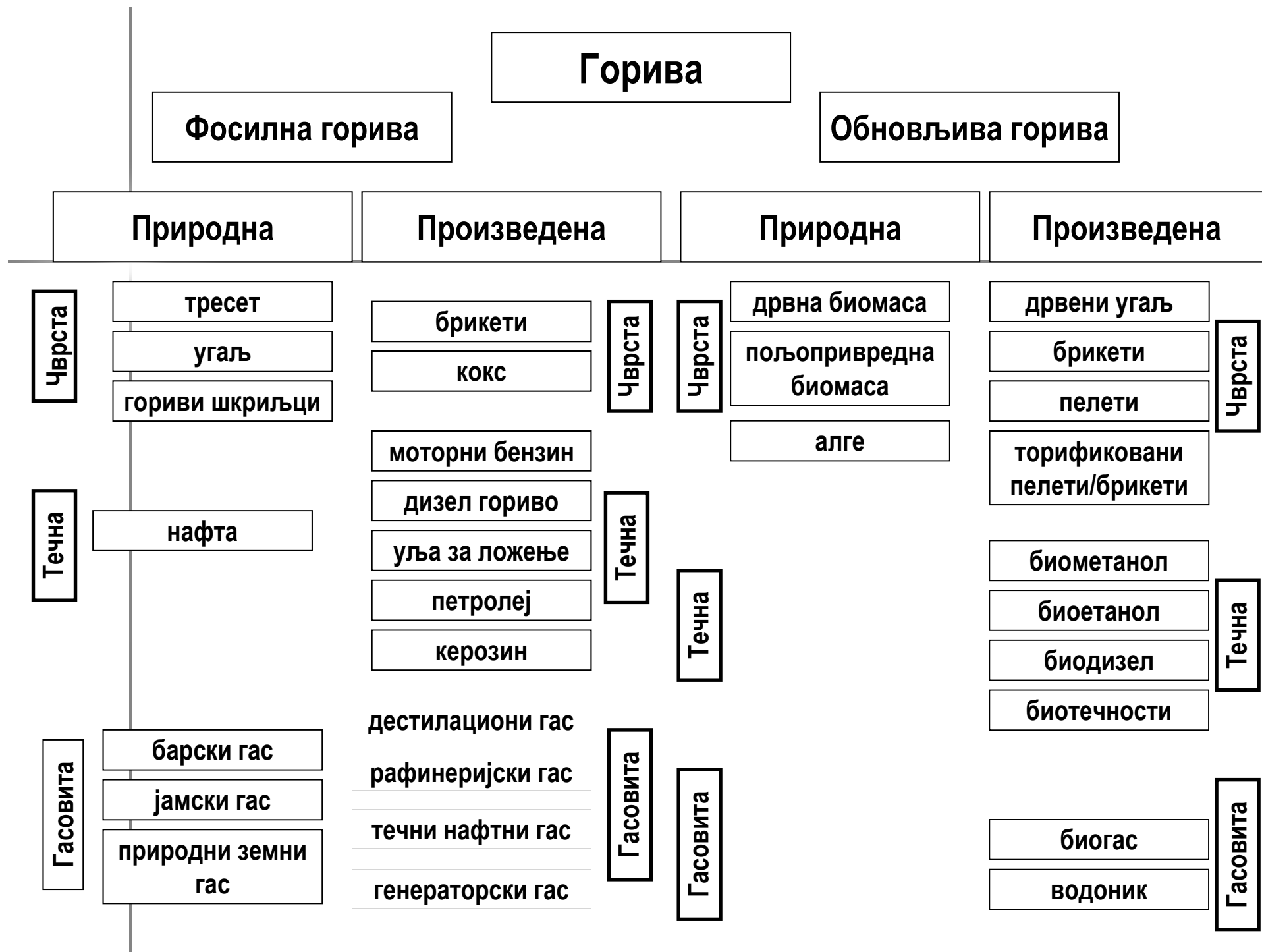


Материја као гориво - захтеви

- Да процесом сагоревања производи знатну количину топлоте у кратком временском периоду.
- Да се у природи налази у довољним количинама.
- Да је **експлоатација релативно лака и економична.**
- Да је производни процес технички остварљив и рентабилан.
- Да у себи не садржи велику количину негоривих материја.
- Да не мења битно свој састав при складиштењу, транспорту и руковању.
- ...

Подела (врсте) горива

Према агрегатном стању	Према степену прераде	
	Природна	Прерађена
Чврста	Дрво, тресет, угаљ, уљни шкриљци, пољопривредна биомаса	Дрвени угаљ, брикети, пелети, полукокс, кокс
Течна	Нафта	Бензин, петролеј, дизел, уља за ложење
Гасовита	Природни земни гас	Рафинеријски, дестилациони, генераторски, биогаз



Састав горива

- Гориви елементи:
 - C, H, S
- Баласт
 - Унутрашњи: O, N
 - Спољашњи: A, W

PERIODNI SASTAV ELEMENATA

Legend for metal/non-metal classification:

- Metali (Metals)
- Polumetali (Metalloids)
- Nemetali (Non-metals)
- Alkalni metali (Alkali metals)
- Zemnoalkalni metali (Alkaline earth metals)
- Prijelazni metali (Transition metals)
- Lantanoidi (Lanthanoids)
- Aktinoidi (Actinoids)
- Halogeni elementi (Halogens)
- Halogeni elementi (Halogens)
- Plemeniti plinovi (Noble gases)

AGREGATNO STANJE (100 °C, 101 kPa):

- Ne - plin (Gas)
- Fe - tekućina (Liquid)
- Ga - krutost (Solid)

Physical states at 100 °C, 101 kPa:

- Ne - plin (Gas)
- Fe - tekućina (Liquid)
- Ga - krutost (Solid)

Physical states at 100 °C, 101 kPa:

- Ne - plin (Gas)
- Fe - tekućina (Liquid)
- Ga - krutost (Solid)

$$g_C + g_H + g_S + g_O + g_N + g_A + g_W = 1$$

$$C + H + S + O + N + A + W = 100\%$$

Угљеник

- Најважнија компонента горива – има га највише у гориву. Његовим сагоревањем настаје највећи део количине топлоте коју гориво ослобађа.
- Налази се у следећим облицима:
 - слободан
 - везан у сложеним органским једињењима (везан са водоником, кисеоником, азотом и сумпором).
- Сагоревањем 1 kg настаје количина топлоте од 33,829 MJ.
- Максимална температура сагоревања угљеника износи 2240 °C.

Водоник

- Друга компонента горива по важности.
- Налази се у следећим облицима:
 - везан - код чврстих, течних и гасовитих горива
 - чист или у мешавини са другим горивим компонентама (код гасовитих горива).
- Сагоревањем 1 kg настаје количина топлоте од 142,014 MJ (4,2 пута више у односу на угљеник).
- Максимална температура сагоревања водоника износи 2235 °C.

Сумпор

- Јавља се у два облика:
 - негориви
 - гориви сумпор.
- Негориви - сулфатни (у облику сулфата гвожђа, калцијума и др.). Током процеса сагоревања прелази у пепео.
- Гориви се јавља као:
 - органски (у облику сложених органских једињења) и
 - пиритни (сједињен са гвожђем – FeS_2).
- Сагоревањем 1 kg настаје количина топлоте од 9,295 MJ. Сумпор је непожељан јер делује кородивно и утиче на загађење животне средине.

Кисеоник

- Није гориви елемент, али помаже и омогућава сагоревање.
- Налази се у следећим облицима:
 - везан са другим елементима
 - слободан - у гасовитим горивима у мањим количинама.
- Смањује потребну количину кисеоника за сагоревање.

Азот

- Јавља се у виду сложених органских једињења.
- У чврстим и течним горивима налази се у малим количинама (0-2 % m/m), а код гасовитих горива (нарочито произведених) може га бити знатно више.
- У процесу сагоревања највећим делом се понаша као инертан, а један део се везује са кисеоником образујући азотне оксиде (NO_x).

Минералне примесе

- Смањују удео горивих компоненти, па на тај начин и количину топлоте која се добија сагоревањем горива.
- Отежавају сагоревање.
- Повећавају трошкове одржавања постројења и смањују његов век трајања.
- Повећавају трошкове транспорта и складиштења.
- Садржај се мења у широким границама (биомаса 1-2 (9) % m/m , угљеви – до 30 % m/m).

Минералне примесе

■ Састоје се из:

- Примарних – потичу још из праматерије, соли алкалних и земноалкалних метала – калијума, калцијума, магнезијума
- Секундарних – доспеле су у гориво током његовог настајања
- Терцијарних – доспеле у гориво током његовог вађења и транспорта.

Пепео

- Представља смешу оксида минералних материја, који остају после потпуног процеса сагоревања свих горивих материја из горива и после завршетка свих трансформација минералних материја, које се дешавају на повишеним температурама.

Влага

- Смањује количину топлоте која се ослобађа при сагоревању горива, јер се део топлоте троши на њено испаравање.
- Снижава температуру продукта сагоревања.
- Јавља се у три вида
 - Груба W_g – спољашња, површинска, слободна
 - Хигоскопска W_h – унутрашња, капиларна
 - Конституциона (хидратна или кристализациона) – хемијски везана.

Кључни подаци о гориву

- Елементарна анализа – неопходна је за читав низ топлотних прорачуна.
- Техничка анализа – неопходна је за оцену могућности примене једног горива, а нарочито чврстих горива.

Техничка анализа горива

- Заснива се на термичком разлагању масе горива на испарљиве и неиспарљиве материје.
- С обзиром на сложеност ових материја, и једне и друге се даље деле на гориве и негориве компоненте.

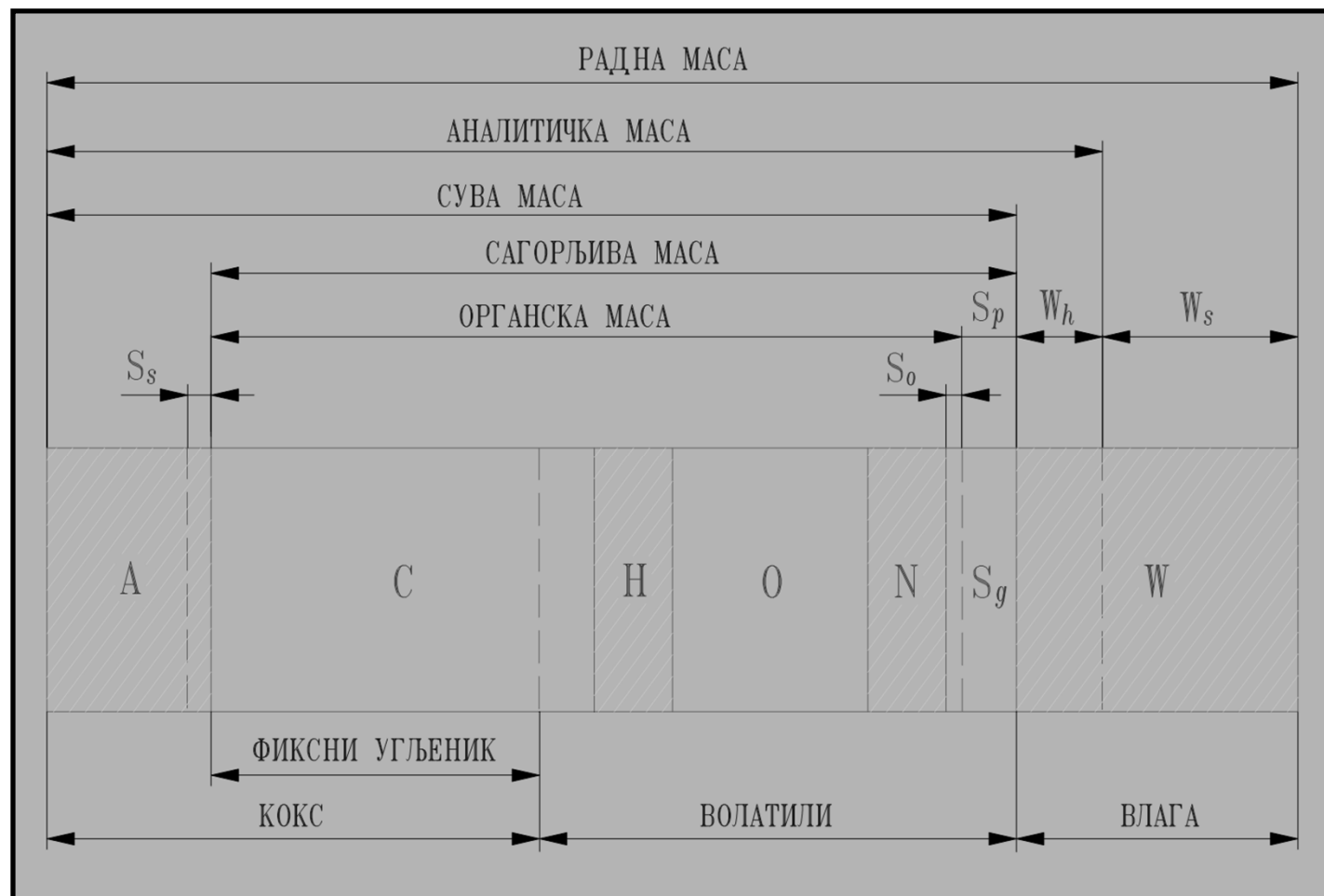
Техничка анализа горива

- Подаци техничке анализе су:
 - Садржај негоривих испарљивих материја – садржај грубе и хигроскопске влаге
 - Садржај горивих испарљивих материја – садржај волатила
 - Садржај негоривих неиспарљивих материја – садржај пепела
 - Садржај горивих и негоривих неиспарљивих материја – садржај коксног остатка

Условне масе горива

- У зависности од састава, гориво се условно дефинише различитим масама:
 - Радном масом
 - Аналитичком масом
 - Апсолутно сувом масом
 - Чистом горивом масом
 - Органском масом.

Условне масе горива



Условне масе горива – радна маса

- Гориво које се користи за сагоревање у котловима или пећима налази се у стању радне масе горива и његов састав се представља као

$$C^r + H^r + O^r + N^r + S_g^r + A^r + W^r = 100\%$$


$$W^r = W_g + W_h^r$$

Условне масе горива – аналитичка маса

- Испитивања у лабораторијским условима врше се на узорку који је сув на ваздуху (одстрањена груба влага) и то је аналитичка маса горива чији се елементарни састав изражава као

$$C^a + H^a + O^a + N^a + S_g^a + A^a + W^a = 100\%$$


$$W^a = W_h^a$$

Условне масе горива – сува маса (апсолутно сува маса)

- Гориво без влаге представља суву масу горива

$$C^s + H^s + O^s + N^s + S_g^s + A^s = 100\%$$

Условне масе горива – сагорљива маса (чиста горива маса)

- Гориво без влаге и пепела представља сагорљиву масу, без обзира што у њен састав улазе кисеоник и азот који нису гориви
- Састав чисте гориве масе је

$$C^g + H^g + O^g + N^g + S_g^g = 100\%$$

Условне масе горива – органска маса

- Угљеник, водоник, кисеоник, азот и органски сумпор су елементи који потичу из праматерије од које је гориво настало и чине органску масу горива

$$C^o + H^o + O^o + N^o + S^o = 100\%$$

Топлотна моћ - дефиниција

- Количина топлоте која се ослобађа при потпуном сагоревању јединице масе или запремине горива.

Топлотна моћ – калорична вредност – топлота сагоревања – топлотна вредност

Топлотна моћ горива - подела

- Према условима сагоревања
 - $p = \text{const}$
 - $V = \text{const}$
- Према топлотном нивоу продуката сагоревања
 - Горња топлотна моћ H_g
 - Доња топлотна моћ H_d

Горња топлотна моћ

- Количина топлоте која се добија потпуним сагоревањем јединице масе горива под следећим условима:
 - Угљеник и сумпор из гориве материје налазе се у облику својих диоксида (CO_2 и SO_2) у гасовитом стању, док до оксидације азота није дошло,
 - Продукти сагоревања доведени су на температуру коју је гориво имало пре почетка сагоревања (20°C),
 - Вода, која у продуктима сагоревања потиче од влаге из горива и сагорелог водоника, преведена је у течно стање.

Доња топлотна моћ

- Количина топлоте која се добија потпуним сагоревањем јединице масе горива под следећим условима:
 - Угљеник и сумпор из гориве материје налазе се у облику својих диоксида (CO_2 и SO_2) у гасовитом стању, док до оксидације азота није дошло,
 - Продукти сагоревања доведени су на температуру коју је гориво имало пре почетка сагоревања (20°C),
 - Вода, која у продуктима сагоревања потиче од влаге из горива и сагорелог водоника, остаје у парном стању.

Веза између горње и доње топлотне моћи

$$H_g = H_d + 25(W^r + 9H^r) \quad (\text{kJ/kg})$$

- Количина топлоте која се добија ако се вода, настала сагоревањем водоника и испаравањем влаге, преведе из парног у течно стање.
- Топлота испаравања воде на атмосферском притиску је око 2500 kJ/kg.
- При сагоревању 1 kg водоника, добија се 9 kg воде.

Одређивање топлотне моћи горива

- Експериментално:
 - Калориметар са бомбом
 - Јункерсов калориметар
- Рачунско

Рачунско одређивање топлотне моћи горива

- На бази елементарног састава

$$H_g = \frac{1}{100} \left[33900C^r + 142500 \left(H^r - \frac{O^r}{8} \right) + 10500S_g^r \right] \quad (\text{kJ/kg})$$

$$H_d = \frac{1}{100} \left[33900C^r + 119700 \left(H^r - \frac{O^r}{8} \right) + 10500S_g^r - 2500W^r \right] \quad (\text{kJ/kg})$$