



Горива и индустријска вода

предавања, школска 2022/23

др Владимир Јовановић, ван.проф.



Гасовита горива - дефиниција

- Гасовита горива су мешавине гасова **које се користе** за производњу топлотне енергије за бројне технолошке процесе у индустрији, рад термоелектрана, потребе домаћинства, погон мотора СУС и као сировине у хемијској индустрији.
- Горива **која су при** нормалним условима у парном/гасовитом агрегатном стању.



Гасовита горива

- **Природни/земни гас** једино технички искористиво природно гасовито гориво.
- **Произведени гасови:**
 - рафинеријски,
 - течни нафтни,
 - генераторски,
 - дестилациони,
 - биогаз.



Предности гасовитих горива

- Потпуније сагоревање.
- Мањи садржај баласта.
- Сагоревање с малим коефицијентом вишка ваздуха, блиском стехиометријском.
- Лака и прецизна регулација процеса сагоревања.
- Продукти сагоревања су чистији.
- Лако се транспортују.
- Производе се у централизованим постројењима великог капацитета, могу се паковати у боце (у течном стању).



Недостаци гасовитих горива

- Лака запаљивост.
- Експлозивност.
- Велика запремина резервоара за складиштење.
- Висока цена.



Подела гасовитих горива према саставу ✓

- Елементарна (водоник).
- Хомогена једињења (метан, бутан, пропан, ...).
- Смесе елемената и/или једињења.

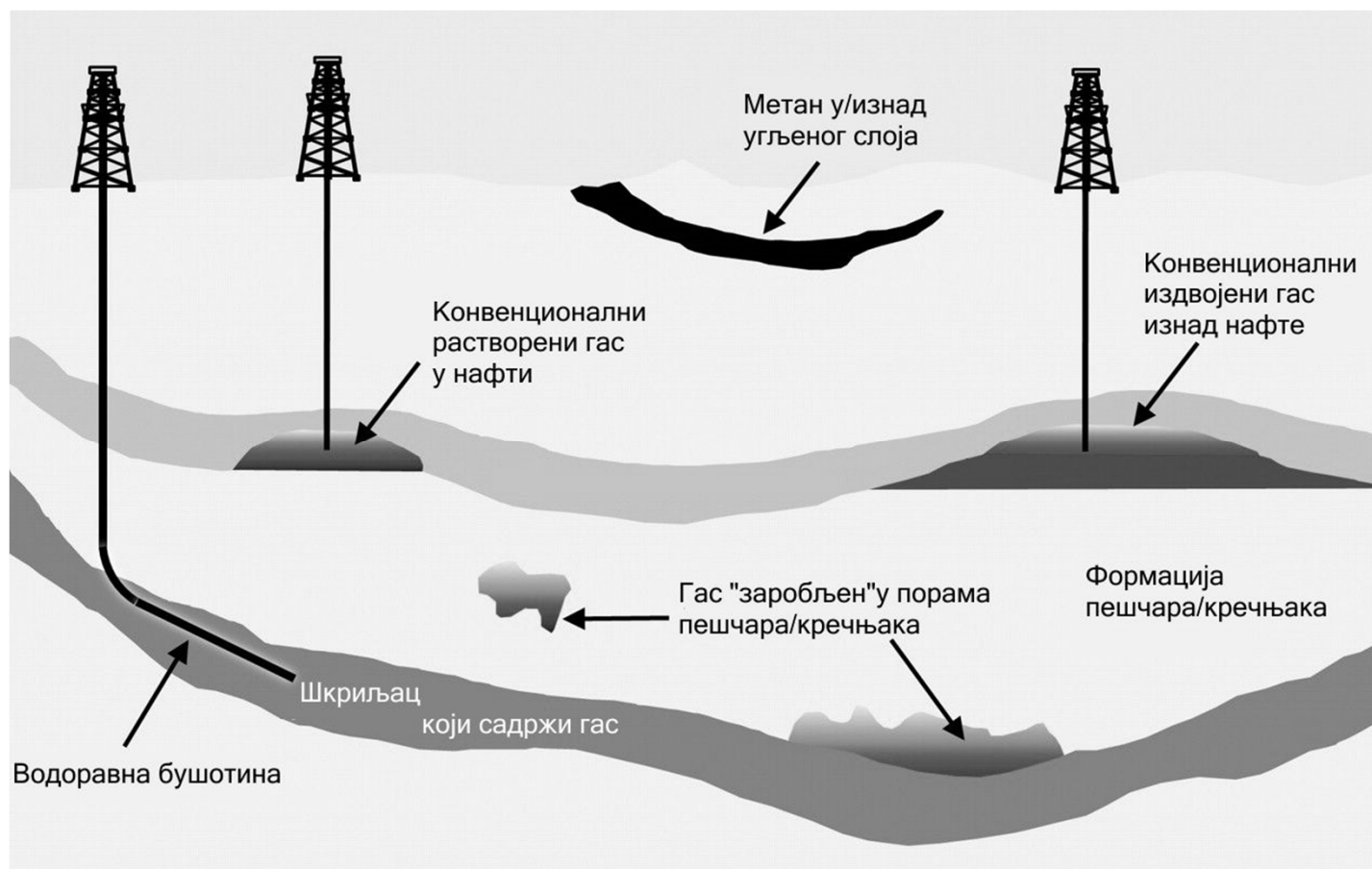


Природни/земни гас

- Земни или природни гас је **једино природно гасовито фосилно гориво.**
- У природи се налази у два облика:
 - самостално – **суви земни гас,**
 - заједно са нафтом – **влажни земни гас** (у гасној капи изнад нафте или растворен у нафти).
- Користи се за све могуће примене гасовитих горива.



Налазишта природног гаса





Природни/земни гас

- основна својства

■ Суви земни гас

- мања топлотна моћ ($36 - 36,5 \text{ MJ/m}^3$),
- већи садржај метана (и до $98 \% \text{ v/v}$).

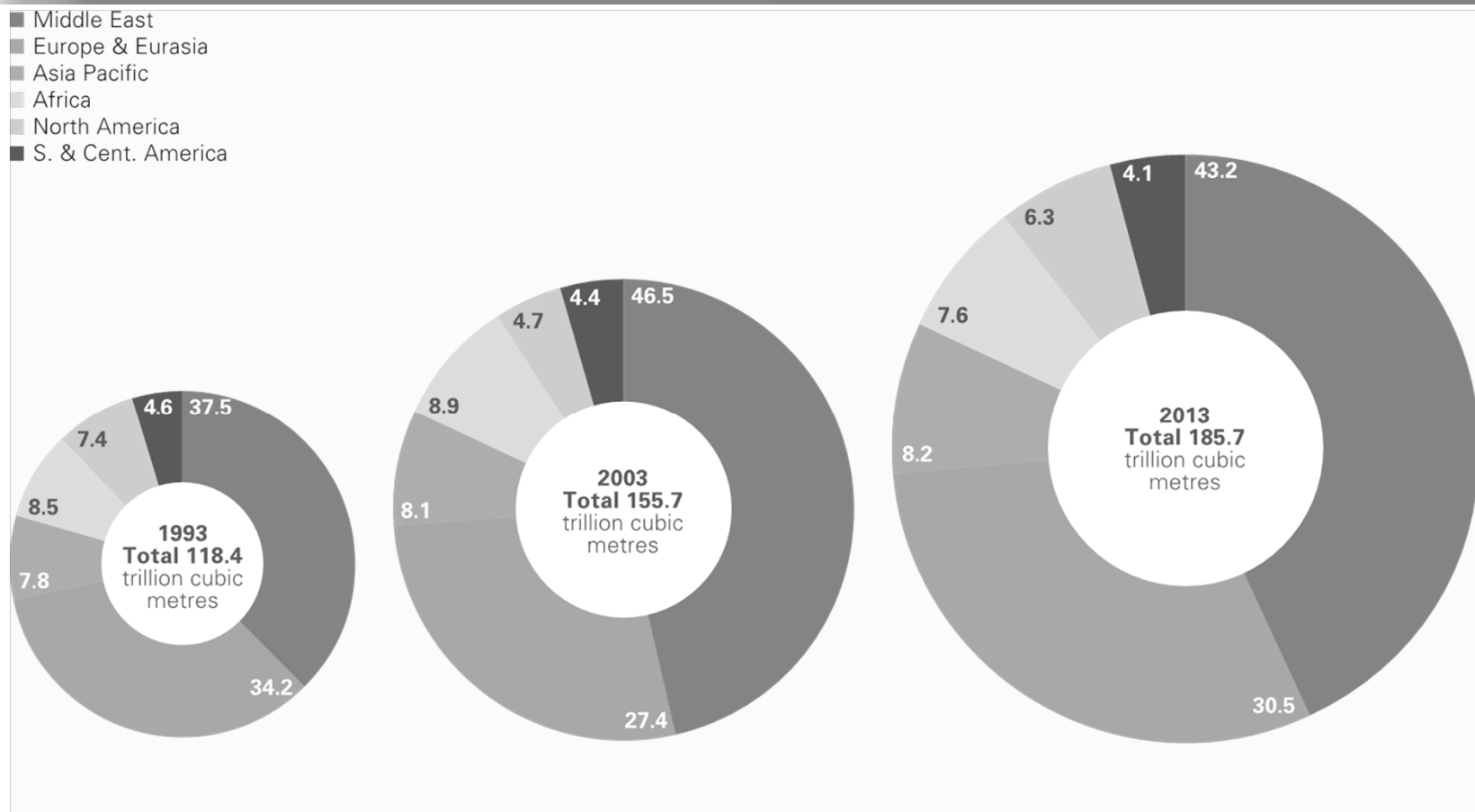
■ Влажни земни гас

- већа топлотна моћ ($37,7 - 41 \text{ MJ/m}^3$)
- већи садржај виших угљоводоника (етана – до 10% , пропана, бутана – до $7 \% \text{ v/v}$).

■ Садржај сумпорводоника (H_2S) – до $2 \% \text{ v/v}$.



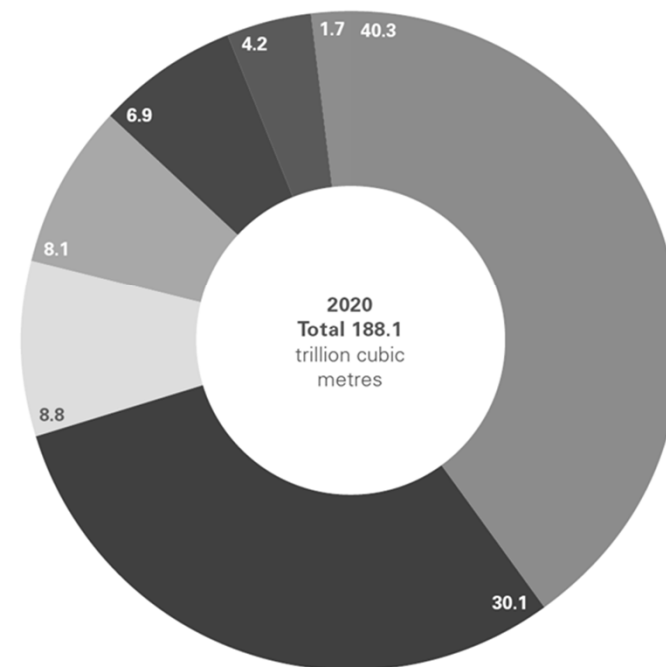
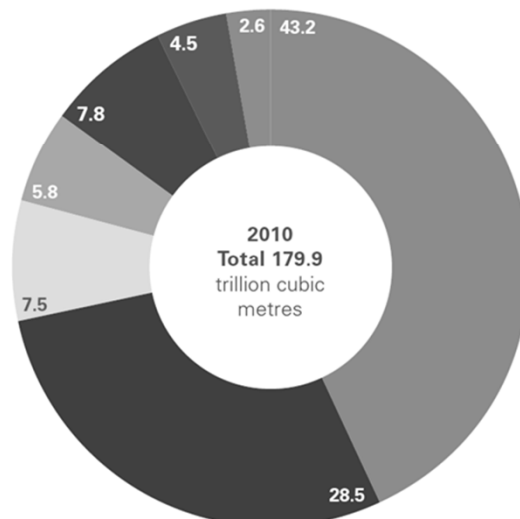
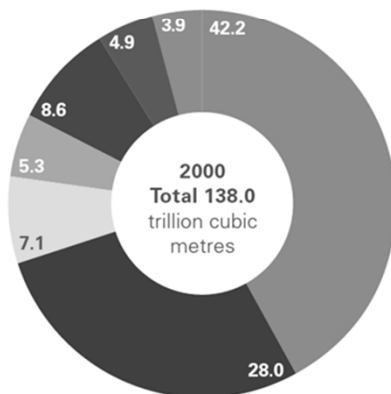
Расподела доказаних резерви гаса 1993.-2003.-2013. (у %)





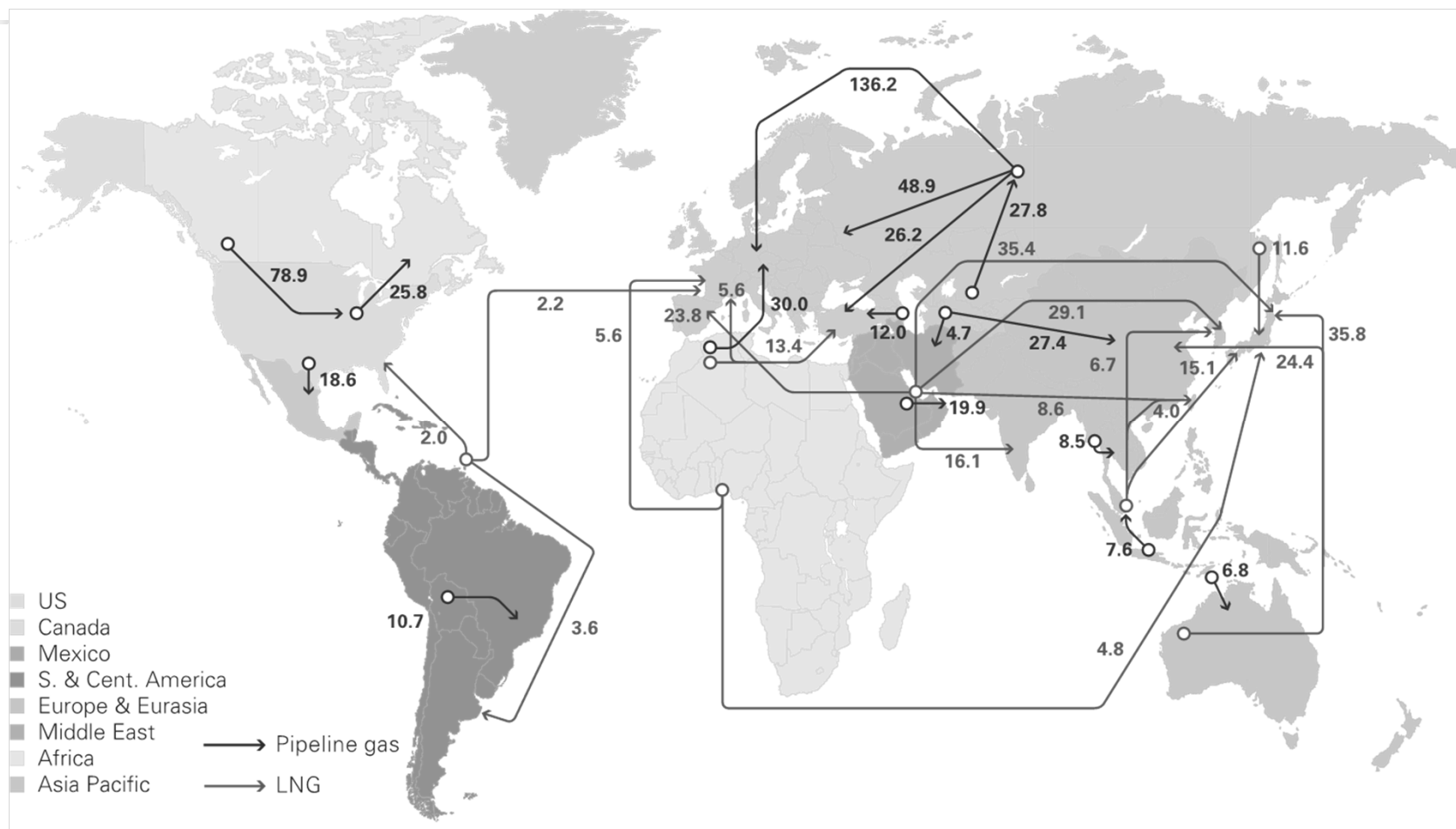
Расподела доказаних резерви гаса 2000.-2010.-2020. (у %)

- Middle East
- CIS
- Asia Pacific
- North America
- Africa
- S. & Cent. America
- Europe



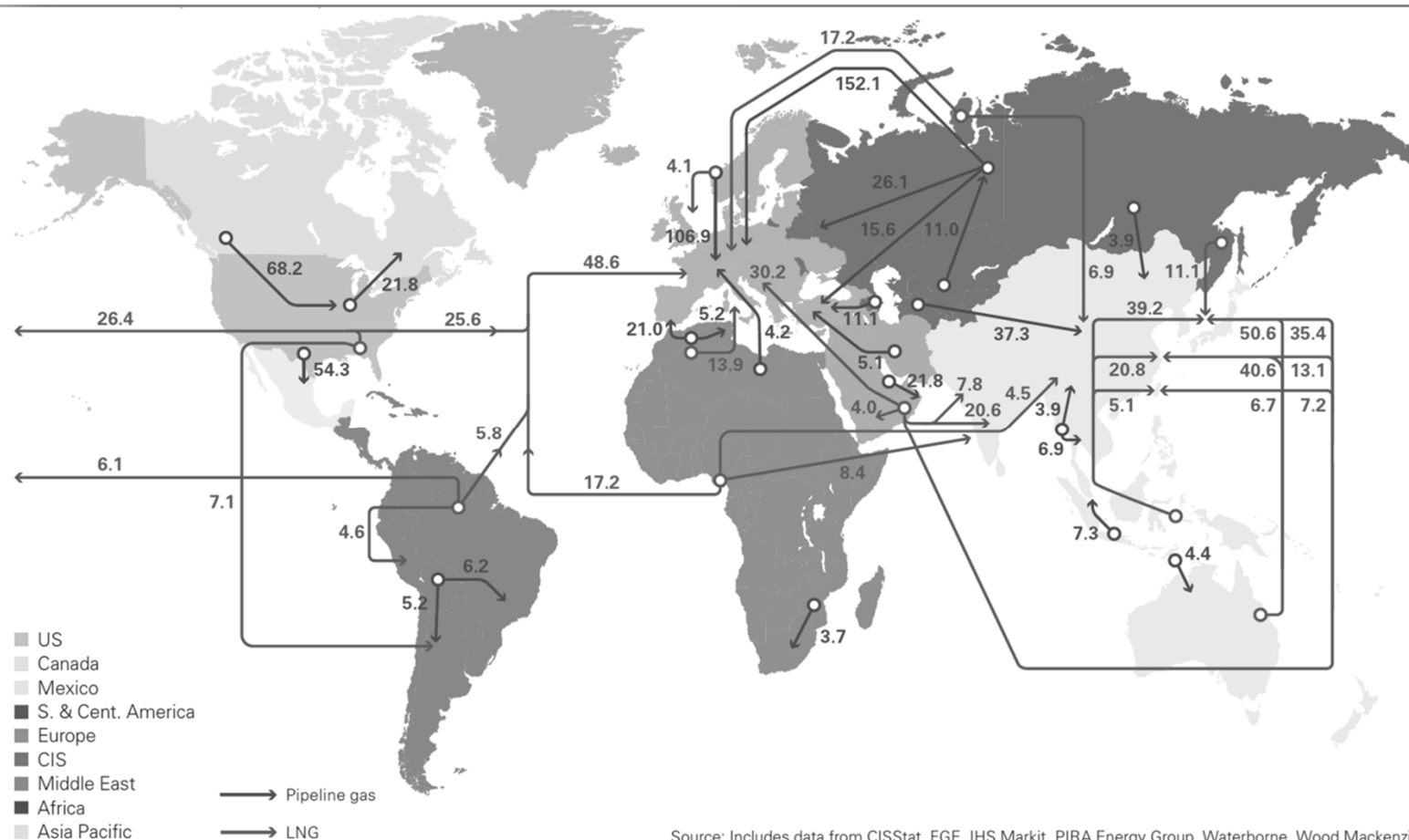


Главни токови трговине гасовитим горивима 2013. (милијарди кубних метара)





Главни токови трговине гасовитим горивима 2020. (милијарди кубних метара)





Потрошња гасовитих горива по становнику 2013. (toe)





Потрошња гасовитих горива по становнику 2020. (GJ/становнику)





Главни облици природног гаса за транспорт/употребу ✓

- Нормални/повишени притисак (транспорт гасоводима, употреба непосредно из гасовода).
- Компримовани природни гас (**Compressed Natural Gas**) КПГ (**CNG**) (транспорт/употреба у/из судовима под притиском – 20-25 MPa).
- Течни природни гас (**Liquefied Natural Gas**) ТПГ (**LNG**) (само за транспорт на -161,5 °C, притисак највише 250 kPa).



Произведена гасовита горива

- Подела према сировини/процесу производње:
 - **рафинеријски гасови** (од нафте и производа њене прераде),
 - **течни нафтни гасови** (од нафте и природног гаса),
 - **генераторски гасови** (од угља),
 - **дестилациони гасови** (од угља или дрвета).



Рафинеријски гасови

- **Производе се у току процеса прераде нафте** (од дестилације до пречишћавања од сумпора).
- **Врло променљив и разнолик састав** – углавном садрже метан, етан, пропан и пропилен уз присуство водоника.
- Раније су се користили само за погон цевних пећи у рафинеријама, али данас се користе и за погон котлова.



Течни нафтни гасови - опште

- Најлакше фракције прераде нафте.
- Обухватају гасове са 3 и 4 атома угљеника:
 - пропан (C_3H_8),
 - пропилен (C_3H_6),
 - бутан (C_4H_{10}),
 - бутилен (C_4H_8),
 - изобутан и изобутилен.
- Практично се користе само пропан, бутан и њихова смеша.



Течни нафтни гасови - основно

- На нормалним температурама и релативно ниском притиску прелазе у течно стање.
- На нормалној температури и притиску од 200-800 kPa налазе се у течном стању.
- Примена:
 - у домаћинствима (под називом бутан),
 - за погон моторних возила (под називом аутогас),
 - у индустрији.



Течни нафтни гасови – основна својства ✓...

- Тежи од ваздуха.
- У течном стању упола ређи од воде.
- Безбојни и као гас и као течност, немају мирис.
- Из безбедоносних разлога додаје им се јака ароматична супстанца.
- Лака запаљивост.



Течни нафтни гасови – производња

- Издвајањем из природног гаса (фракционисање), врши се у близини налазишта гаса у постројењима за дегазолинажу.
- У примарним или секундарним процесима прераде нафте (нпр. из рафинеријских гасова).



Течни нафтни гасови – својства ^{✓...} за примену

- Велика топлотна моћ.
- Сагоревају потпуно, без дима и мириса.
- Имају изванредну отпорност према детонативном сагоревању ($\text{ИОБ} \geq 100$).
- У односу на бензине садрже осетно мање токсичних компоненти у продуктима сагоревања.



Генераторски гасови

- Производња – поступком гасификације (процес непотпуног сагоревања/недостатак оксидатора) из чврстих горива (угља).
- Процес се може водити тако да се добије гас:
 - одређене топлотне моћи, или
 - одређеног састава.



Генераторски гасови

■ Предности:

- Добијање гасовитих горива из угља (велике резерве).
- Добијање гасовитог горива са мање сумпора у односу на садржај сумпора у угљу.
- Добијање синтезног или воденог гаса (састоји се од угљен монооксида и водоника) који је значајан за хемијску индустрију.



Дестилациони гасови

- Добијају се примарном или високотемпературном сувом дестилацијом дрвета, тресета, мрких и камених угљева.

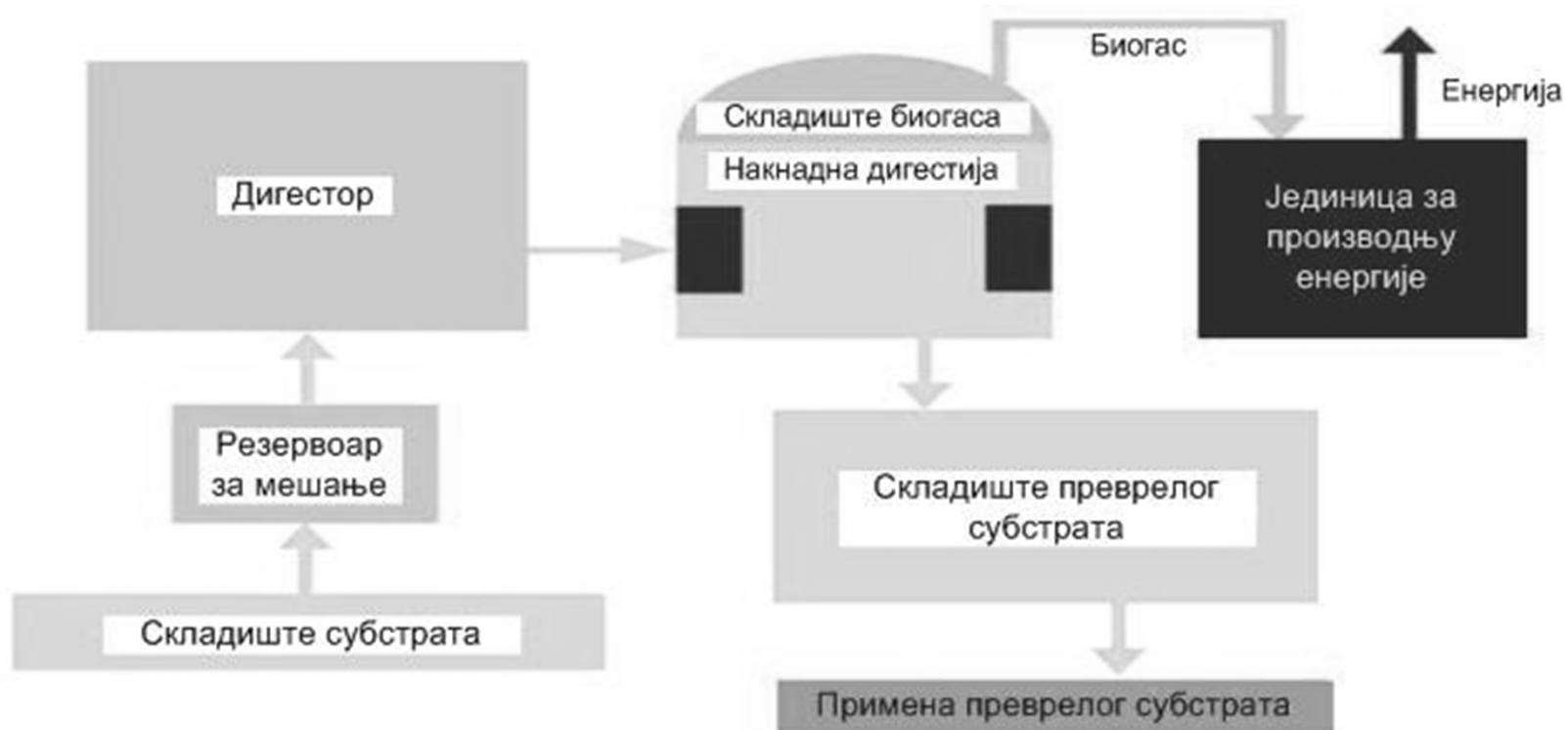


Биогас

- Производи се трансформацијом органске материје (органских отпадака - стајњак, муљ из отпадних вода, градски чврсти отпад или било која друга биоразградљива материја) у процесу који се одвија без присуства ваздуха, деловањем анаеобних бактерија, у вишестепеном биохемијском и биолошком процесу.
- Произведени гас је богат метаном.



Биогас – производња





✓...

Биогас – основна својства

- Биогас је за око 20 % лакши од ваздуха.
- Гас без јаког мириса и без боје.
- При сагоревању гори слично као природни гас.
- Топлотна моћ - 20-30 MJ/m³.



Биогас – утицајне величине на количину и квалитет

- Врста органске масе.
- Уситњеност органске масе.
- Температура процеса.
- Време трајања процеса.
- Начин одвијања процеса.



✓...

Кључна карактеристика заменљивости гасовитих горива

- Wobbe индекс (WI) је мера количине енергије која се испоручује у горионик кроз млазницу (бризгаљку).
- То је показатељ компатибилности између испорученог гаса и горионика.
- Гасни уређаји и горионици су нормално пројектовани и одобрени за рад у оквиру опсега спецификација квалитета гаса.
- Wobbe индекс се дефинише као:

$$WI = \frac{H_g}{\sqrt{\frac{\rho_{gas}}{\rho_{vaz}}}} \left(\frac{MJ}{m^3} \right)$$