

## **Rezerve**

Pod rezervama neke iskoristive materije podrazumijeva se dovoljna koncentracija nastala djelovanjem geoloških i fizikalno-kemijskih faktora. Svi hemijski elementi rasprostranjeni su u i na Zemlji ali se samo njihova koncentracija može označiti kao reserve. Većinu oblika energije koji se ne obnavljaju moguće je nagomilati (usklađiti) u prirodnom obliku (fossilna i nuklearna goriva). Posljedica: mogu se koristiti prema potrebama potrošača i lako se transportiraju! Najveći dio rezervi neobnovljivih izvora energije nalazi se ispod Zemljine površine, a manji na površini, pa utvrđivanje rezervi nije niti jednoznačno, niti jednostrano. Postupak utvrđivanja rezervi vezan je za bušenja u zemljinoj kori, pa su rezerve ograničene, ma koliko velike bile!

Sve rezerve u Zemljinoj kori se dijele na:

- Sigurne, vjerovatne i moguće
- Sigurne rezerve- utvrđene preciznim istražnim radnjama
- Vjerovatne rezerve- određene sa metodom ekstrapolacije na osnovu utvrđenih sigurnih rezervi
- Moguće - određuju se opštim geološkim istraživanjima. Ako se poveća opseg istraživanja one prelaze u neku od prethodno navedenih kategorija

Ukupne ili geološke rezerve sastoje se od:

1. Utvrđenih

2. Potencijalnih rezervi

Utvrđene ili otkrivene geološke rezerve dijele se na:

1. Bilansne ili iskoristive (rezerve utvrđene u ležištu, a koje se mogu dobiti uz postojeću tehniku i tehnologiju uz isplativu upotrebu)

2. tzv. anbilansne ili neiskoristive (mase u ležištu koje se ne mogu isplativo iskoristiti s postojećom tehnikom i tehnologijom, npr. mala količina, debljina sloja, velika dubina i sl.)

Potencijalne rezerve utvrđuju se na osnovi geoloških i geofizičkih podataka i djelomično provedenih istražnih radova, a služe isključivo za planiranje osnovnih geoloških istraživanja. One se ne razvrstavaju u klase.

## **Ugljen i treset**

### **Postanak ugljena**

Nastao je od posebne grupe biljaka koje su rasle u močvarama. Da se biljna tvar ne bi potpuno uništila potrebno je njeno pretvaranje u ugljen, tj. pougljenjivanje bez prisustva kisika i mikroorganizama, a to znači da se pretvaranje izvodilo u mirnoj stajaćoj vodi (milioni godina). Bit pougljenjivanja svodi se prije svega na obogaćivanje materije ugljikom, a osiromašenje dušikom, kisikom i sumporom. Uz to smanjuje se sadržaj huminske kiseline, a stvara ugljikdioksid ( $\text{CO}_2$ ) i metan ( $\text{CH}_4$ ). Izmjena biljne organske tvari i njezino pretvaranje u ugljen odigrava se pod utjecajem bioloških, fizikalno-kemijskih i geoloških činilaca, koji su se mijenjali kroz vrijeme (temperatura, tlak, kemijske karakteristike i količina vode).

Ugalj je gorivi sediment. Sastoji se pretežno od ostataka, odnosno produkata raspada biljaka, a nastao je od treseta iz daleke prošlost pri čemu postoji niz sukcesivnih pretvaranja:

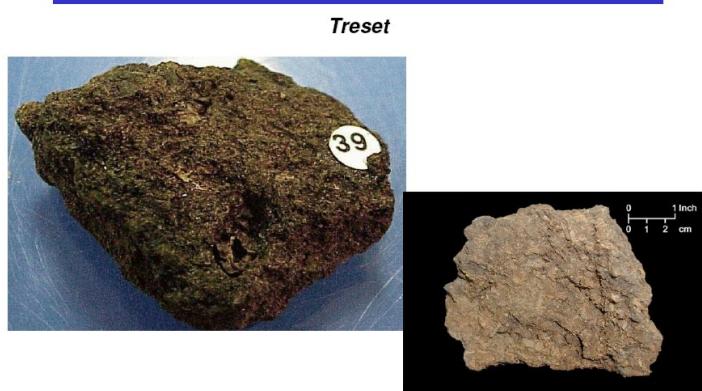
*drvo → treset → mrki ugalj → kameni ugalj.*

Podaci za određene vrste ugljeva dati su u tabeli:

|              | Gustina t/m <sup>3</sup> | Toplotna moć MJ/kg | Vлага % | Isparljivi sastojci (u % suve materije) | Sadržaj ugljenika (u % suve materije) |
|--------------|--------------------------|--------------------|---------|---|---------------------------------------|
| Drvo         | 0,2-1,3                  | 14,7               | suvo    | 80                                      | 50                                    |
| Treset       | 1                        | 6,3-8,4            | 60-90   | 65                                      | 55-65                                 |
| Lignit       | 1,2                      | 7,5-12,6           | 30-60   | 50-60                                   | 65-70                                 |
| Mrki ugalj   | 1,25                     | 16,7-29,3          | 10-30   | 45-50                                   | 70-80                                 |
| Kameni ugalj | 1,3-1,35                 | 29,3-35,6          | 3-10    | 7-45                                    | 80-93                                 |
| Antracit     | 1,4-1,6                  | 35,6-37,7          | 1-2     | 4-7                                     | 93-98                                 |

Proces pougljenjavanja:

Najprije se stvara treset; nastaje kad biljni materijal izolira od zraka močvarna voda ili materijal drugih biljaka; U njegovom formiranju učestvuje, u prvom redu, nagomilani biljni materijal kopnene flore, a pri njegovom preobražaju dominantnu ulogu imaju biohemski procesi, dok su geochemijski procesi neznatno zastupljeni. Treset ima žuto-smeđu boju, obično vlaknastu strukturu, krt je i sadrži mnogo vlage (75-90%).



Od mrkog uglja se razlikuje po tome što se najveći dio vlage može pritiskom odstraniti, i što su biljni dijelovi najvećim dijelom dobro očuvani. Biljni dijelovi (korijenje, stablo, plodovi, sjemenje i dr.) uočavaju se golim okom. Sadržaj ugljika kod treseta iznosi od 55 do 60%, vodonika 5-6%, kiseonika 35,5% i azota od 0,6 do 2%. Ispitivanja su pokazala da sadržaj ugljika kod treseta raste sa dubinom sloja, ali ipak zavisi od stepena razlaganja

*Elementarni hemijski sastav treseta vezan za dubinu*

| Treset                    | C %   | H % | O %  |
|---------------------------|-------|-----|------|
| Treset na površini        | 57,7  | 5,4 | 36,0 |
| Treset na dubini od 5,2 m | 62,0  | 5,2 | 30,6 |
| Treset na dubini od 6,6 m | 64,07 | 5,0 | 20,8 |

Djelovanjem ugljika smanjuje se postotak vode, pa treset postaje sve tvrdi i kompaktniji; Pougljenjavanje će napredovati zbog daljeg taloženja sedimenata ili spuštanja slojeva treseta i lignita u veće dubine učinkom tektonskih sila, a temperatura se može povišiti spuštanjem u veće dubine ili vulkanskom aktivnošću; Djelovanjem pritiska i temperature tvrdoća raste a postotak vlage se smanjuje na oko 20 do 30 %. To je već mrki ugljen bez sjaja.

Ako pritisak i temperatura i dalje dovoljno dugo intezivno djeluju još će više pasti postotak vlage (10 do 20 %) pa će nastati sjajni mrki ugljen,

Još dugotrajniji učinak pritiska i temperature stvara kameni ugljen u kojem je sadržaj vlage manji od 10% pa nekad i od 5%.

---

*Bituminozni ugljen (mrki i kameni)*



Smatra se da je za pretvorbu mrkog ugljena u kameni potrebna temperatura od 300°C. Postotak hlapljivih sastojaka je znatan a zatim sve manji pa se kao krajnji produkt pougljenjavanja dobiva antracit. Po nekim procjenama za stvaranje mršavog kamenog ugljena potrebna je temperatura od 360°C, a za antracit od oko 500°C.

---

*Antracit*



Proces stvaranja ugljeva se dijeli u dvije faze i to:

1. Pripremna faza ili faza humifikacije- akumulacija izmjena transformacija organske materije u sapropel
2. „Faza ugljenifikacije (karbonizacije) proces povećanja sadržaja ugljenika u organskoj materiji



Međusobna povezanost svih procesa u toku postanka ugljeva omogućava otkrivanje nekoliko stadijuma karbonifikacije:

- stadijum treseta i sapropelskih naslaga (naslage bogate organskom materijom),
- stadijum mrkog uglja,
- stadijum kamenog uglja,
- stadijum antracita,
- stadijum grafta.

Nakon što su mu slojevi prekriveni glinenim ili pješčanim slojevima, koji su geološki mlađi treset prelazi u sljedeći stadij- stadij mrkog uglja. Stadijum mrkog uglja obuhvata vrlo različite ugljeve.Po stepenu karbonizacije mrki ugljevi nalaze se između treseta i kamenih ugljeva.Mrki ugljevi humusnog karaktera imaju mrku, a rijetko crnu boju. Gustina im je različita.U prirodi postoji veliki broj različitih vrsta mrkih ugljeva, pa je teško napraviti jedinstvenu podjelu. Na osnovu stepena metamorfizma, mrki ugljevi se dijele na:

1. Meke mrke ugljeve:zemljaste i škriljave
2. Tvrde mrke: mat i sjajne

Razlikuju sa sljedeće vrste (na osnovu hemijskih karakteristika):

- bituminozni mrki ugljevi (ekstrakcioni, švel i dr.),
- Bituminom siromašni ugljevi (briketi, ksilitni, drvenasti), kao i čitav niz drugih.

Kod nas se razlikuju dvije posebne vrste ugljeva koje se u većini zemalja označavaju kao mrki ugalj, a to su:

- Ligniti (odgovarali bi mekim ugljevima, prema podjeli u Njemačkoj, ili mrkim u Francuskoj)
- Mrki ugljevi (odgovarali bi tvrdim mrkim vrstama, prema podjeli u Njemačkoj).

Viši stadijum karbonifikacije predstavljen je kamenim ugljevima. Boja humusnih kamenih ugljeva po pravilu je crna.Oni su kompaktni i gustina im varira najčešće od 1350 do 1450 kg/m<sup>3</sup>. Sadržaj ugljika je visok (75-93%), kisika obično 4-8%, a vodika 3,8-5%. Vlage sadrži veoma malo - ispod 7%.

Osnovne karakteristike ugljena su:

1. Hemijski sastav
2. Ogrjevna moć:
  - Gornja ogrjevna moć
  - Donja ogrjevna moć
3. Količina hlapljivih sastojaka
4. Sadržaj pepela
5. Količina ugljika
6. Količina vlage

### 1. Hemijski sastav

U ukupnom masenom udjelu sudjeluju:

$$c + h + o + n + s + p + ca + fe + mg + w + a = 1$$

c – ugljika, h – vodika, o – kisika, n – dušika, s – sumpora, p – fosfata, ca – kalcija, fe – željeza, mg – magnezija, w – vlaga, a – pepela

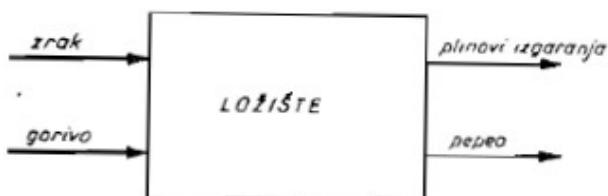
Pojavljuju se u elementarnom stanju ili u hemijskim spojevima. Dušik, vlaga i pepeo su negorivi dijelovi!

### 2. Ogrjevna moć goriva

Količina topote koja se pojavljuje oslobađanjem hemijske energije pri pretvorbi molekula goriva u nove, oksidirane molekule, ali uz uvjet da se produkti izgaranja ohlade na temperaturu goriva zraka prije izgaranja.

- U ložište se dovodi gorivo i zrak: p, t. Uz dovoljnu količinu zraka  $\lambda > 1$ , -potpuno izgaranje
- plinovi izgaranja i pepeo- odvodi se iz ložišta: isti p ali  $\theta$  povećano

Uz zanemarenje kinetičke i potencijalne energije za otvoreni sistem:



$$q_{12} = i_1(p, \vartheta_1) - i_2(p, \vartheta_2)$$

Zašto? U ložištu nema mogućnosti da se obavlja tehnički rad  $w_{12}=0$ .

$i_1$ -entalpija goriva i dovedenog zraka :p,  $\vartheta_1$

$i_2$ -entalpija produkata izgaranja: isti p, temepatura  $\theta_2$

Toplina  $q_{12}$  se određuje eksperimentalno. Proizvodi izgaranja se moraju ohladiti. Tako određena količina topline- ogrjevna moć  $h(\theta_1)$  je:

$$h(\theta_1) = i_1(p, \theta_1) - i_2(p, \theta_1)$$

Ogrjevna moć : razlika entalpija produkata izgaranja i entalpije sudionika izgaranja (gorivo+zrak) u izgaranju svedenih na istu temperaturu  $\theta_1$ . Ogrjevna moć je svojstvo goriva. Ogrjevne moći se navode za temperaturu  $\theta_1=25^\circ\text{C}$  u MJ/kg goriva i MJ/kmol. Ako je poznata ogrjevna moć  $h$  goriva po kg , ogrjevna moć po kmol je:

$$h_m = \mu_g h \quad \text{gdje je } \mu_g \text{- relativna molekularna masa.}$$

### Gornja i donja ogrjevna moć goriva

Nije dovoljno uzeti u obzir da sudionici izgaranja imaju istu temperaturu prije izgaranja i nakon toga. Potrebno je voditi računa i o agregatnom stanju. Posebno važno za vodu je: na temperaturama izgaranja može biti ili voda ili vodena para. Entalpija vode i entalpija isparavanja se razlikuju za toplinu isparavanja

Kad se u produktima izgaranja voda nalazi u tekućem stanju- onda se radi o gornjoj ogrjevnoj moći. Ako je voda u produktima izgaranja u stanju vodene pare- onda se radi o donjoj ogrjevnoj moći. Te dvije ogrjevne moći se razlikuju za entalpiju isparavanja r pri temperaturi za koju se utvrđuje ogrjevna moć goriva.

Izgaranjem 1 kg vodika oslobađa se toplina  $h_g=142,2 \text{ MJ/kg H}_2$

Nastaje 8,937 kg vode, toplina isparavanja vode pri  $0^\circ\text{C} = 2,5 \text{ MJ/kg}$

Toplina isparavanja vode nastale izgaranjem 1 kg vodika:

$$8,937 \frac{\text{kg H}_2\text{O}}{\text{kg H}_2} \cdot 2,50 \frac{\text{MJ}}{\text{kgH}_2\text{O}} = 22,34 \frac{\text{MJ}}{\text{kgH}_2} \quad \Rightarrow \quad h_d = 119,9 \text{ MJ/kgH}_2$$

### Gornja ogrjevna moć $h_g$ uglja

Količina topline koja se oslobodi potpunim izgaranjem (oslobađanjem hemijske energije) 1 kg ugljena uz uslov da se produkt izgaranja ohladi do temperature koju su imali gorivo i zrak prije izgaranja uz pretpostavku da je sva vodena para kondenzirala

### Donja ogrjevna moć $h_d$ uglja

Razlikuje se od gornje samo za toplinu kondenzacije vode

$$h_d = h_g - 2,5 \cdot (8,937 \cdot h + w) \quad [\text{MJ/kg goriva}]$$

gdje je:  $h$  – maseni (postotni) udio vodika,  $w$  – udio vlage

8,937 [kg] - vode nastaje izgaranjem 1 kg vodika

2,5 [MJ/kg] – toplina isparavanja vode pri 273 K

3. **Količina hlapljivih sastojaka:** ovisi o vrsti ugljena, a pojavljuju se u obliku plinova ili para pri ugrijavanju. Što je veći udio hlapljivih sastojaka, potreban je veći volumen prostora za izgaranje uz bolji dovod zraka.

4. **Sadržaj pepela:** količina neizgorivih sastojaka po kg ugljena. Bitno utječe na vladanje ugljena prilikom izgaranja.

5. **Količina ugljika u % suhe susptance:** glavno obilježje kvalitete ugljena, a suha supstanca se dobiva se nakon odbijanja hlapljivih dijelova i pepela.

6. **Količina vlage u % suhe supstance**

#### **Klasifikacije uglja**

##### **- Podjela ugljena prema osnovnim karakteristikama**

| Vrsta ugljena | Ogrjevna moć [MJ/kg] | Sadržaj vlage [%] | Hlapljivi sast. [%] | Sadržaj ugljika [%] |
|---------------|----------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| Lignit        | do 12,6              | 31 – 60           | 51 – 60             | 65 – 70             |
| Mrki ugljen   | 12,7 – 23, 9         | 11 – 30           | 46 – 50             | 71 – 80             |
| Kameni ugljen | 24 – 37,7            | do 10             | 4 – 45              | 81 – 98             |

##### **- Podvrste kamenog ugljena (ovisno o sadržaju hlapljivih sastojaka):**

antracit 10%, mršavi ugljen 11-14%, kovački ugljen 15-19%, masni ugljen 20 – 28 %, plinski ugljen 29-35 % i plameni ugljen > 35 % hlapljivih sastojaka.

##### **- Klasifikacije prema zrelosti:**

1. nezreo: treset i lignit
2. zreo: pod-bituminozni i bituminozni (mrki, kameni)
3. visoko zreo: antracit
4. prezreo ugljen: grafit i metamorfozni dijamant

##### **- Klasifikacije prema prema ogrjevnoj moći:**

23,87 MJ/kg granica za kameni; 12,56 MJ/kg granica za mrki

##### **- Klasifikacije prema vidljivosti strukture drveta:**

1. lignit: ponekad i s vidljivom strukturuom drveta
2. mrki: kada više nije vidljiva struktura drveta

##### **- Klasifikacije prema namjeni:**

Prema namjeni ugljevi mogu biti:

- koksni,
- polukoksni,
- gasni,
- hidrirajući,
- energetski,
- briketirajući i dr.

Koksni ugljevi su kameni ugljevi sa isparljivim materijama od 18 do 30%, koji su u procesima suhe destilacije na temperaturi od 750 do 1.100°C daju stopljen, čvrst koksni ostatak. Dobar koksni ugalj ne treba da ima pepela više od 8%, a sumpora preko 1,8%.

Polukoksni ugljevi primjenjuju se za dobijanje tečnih produkata koji služe kao sirovina za hemijsku industriju i polukoks. Oni sadrže od 8-12% katrana.

Ugljevi za hidriranje moraju da sadrže ugljika od 68 do 85%, a vodonika preko 4,5% i to na čistu organsku materiju. Oni ne treba da sadrže pepela iznad 8%. Hidriranjem ovih vrsta dobijaju se tečna goriva.

Ekstrakcioni ugljevi upotrebljavaju se za izvlačenje bitumena, pomoću organskih rastvarača. Bitumen služi, dalje, kao hemijska sirovina.

U procesima za gasifikaciju upotrebljavaju se kameni ugljevi sa preko 30% isparljivih materija, zatim mrki ugljevi sa vlagom ispod 40%. Ugljevi ne smiju da sadrže mnogo smolnih materija.

Za energetske ugljeve bolje je ukoliko sadrže manje pepela, sumpora i vlage i ukoliko u procesu gorenja daju veći topotlni efekat.

### **Rezerve ugljena**

Procjene neu jednačene: Kameni ugljen do 1200 m dubine, a lignit i mrki do 500 m dubine. Minimalna debljina sloja 0,3 m. Za kameni ugljen: SAD iskoristive rezerve do 300 m dubine i 0,7 m debljine, a ukupne do 900 m i 0,35 m ukupno. Za mrki i lignit: SAD 900 m dubine i 0,75 m debljine sloja, a Rusija 600 m dubine i 1 m debljine sloja.

Dva velika pojasa nalazišta kamenog ugljena koji okružuju Zemlju: jedan je na sjevernom polu od srednjeg dijela sjeverne Amerike preko sjeverne Europe, pa sve do Kine, a drugi pojaz je od južnog Brazila preko južne Afrike do istočne Australije. Ta nalazišta imaju različiti stupanj pougljenja.

Najveće rezerve mrkog ugljena i lignita nalaze se između 35. i 70. stepena geografske širine na sjevernoj i južnoj Zemljinoj polulopti

Prema složenosti geološke građe, stepenu tektonskih poremećaja, promjenljivosti slojeva uglja (morfologija, debljina i kvalitet) ležišta uglja se svrstavaju u grupe, naredna slika. Ležišta mogu biti s postojanom debljinom, većom ili manjom promjenljivošću debljine slojeva.



Svjetske rezerve uglja su dovoljne za oko 134 godine, što je mnogo više R/P nafte i plina. Po regionima, Azija Pacifik ima dokazane rezerve od 41 %, što se raspodjeljujena Australiju, Kinu, i Indiju. US još uvijek imaju najveće rezerve u svijetu (24,2%). Rezerve ugljena su dostupne u većini zemalja (sa rezervama u oko 70 zemalja i razvijenom tehnikom za pridobivanje). Najveće rezerve su u USA, Rusija, Kina i India.

**Kina** učestvuje sa 50% u globalnoj potražnji. Ima najveće rezerve uglja na svijetu. Ima 12000 rudnika u 28 provincija. **Sjedinjenje države:** One su drugi najveći proizvođač i potrošač. U proizvodnji električne energije ugalj ima učešće od 37%. **Indija:** 68 % električne energije proizvodi se korištenjem uglja

### Postupci dobivanja i upotrebe ugljena

1. Iskopavanje: površinski i pod zemljom
2. Odvajanje od jalovine
3. Sortiranje (<10mm i ostalo; nije potrebno za TE)
4. Sušenje i usitnjavanje (~30%, <30 mm)
5. Briketi se prave od prašine (<6 mm) (smanjena potreba)
6. Spaljivanje
7. Pored spaljivanja: katran: 1681. patentirana proizvodnja, rasvjetni plin: 1748. prvi puta, proizvodnja tekućeg goriva

### Priprema ugljena u rudniku

- Počinje odstranjivanjem jalovine;
- Sijanje-odjeljivanje sitnijih od krupnijih komada ugljena;
- Izdvajanje prašine;
- Ostatak se ispire vodom;
- Krupniji ugalj se ponovo sortira.

Ugalj izvađen iz rudnika tehnološkim procesima površinske eksploatacije (rovni ugalj) osim gorivih sastojaka sadrži određenu količinu negorivih materijala tzv. jalovine. Postupcima pripreme rovni ugalj se dijeli na čist ugalj, međuproizvod i jalovinu. Nakon toga slijedi proces sortiranja na krupniji i sitniji. Ako proizvodnja uglja ide ka TE onda on u nju stiže bez ikakve pripreme (lignite), a ako ima veću toplotnu moć onda se termoelektranama isporučuje sitniji ugalj, a krupniji ostalim potrošačima.

## **Sušenje ugljena**

Sadržaj vlage u nisko-kaloričnim lignitima je veoma visok (30-60%). Da se smanje troškovi transporta i poveća toplotna moć primjenjuje se postupak sušenja lignita koji smanjuje sadržaj vlage. Osušen lignit sadrži 30 % manje vlage. Prije sušenja lignit se usitnjava.

## **Briketiranje**

Prešanje ugljene prašine u pogodniji oblik za upotrebu. Danas briketiranje ima manje značaja zbog općenite smanjenje potrošnje, ali i zbog lokacije elektrana (blizu rudnika, tako da mogu trošiti i sitnije vrste ugljena)

## **Eksploatacija nalazišta ugljena**

Način eksploatacije ugljena ovisi u prvom redu o geološkim uvjetima. Razlikuje se

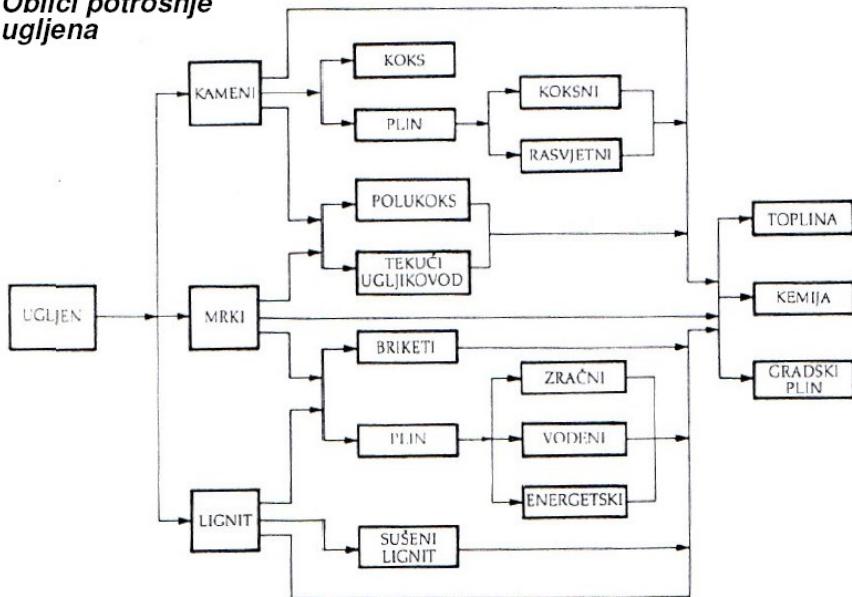
- jamska i ili podzemna i
- površinska eksploatacija

Jamska ekspolatacija primjenjuje se kad su ugljeni slojevi na većoj dubini, pa je potrebno izgraditi podzemne rovove radi pristupa nalazištu. Skuplja, zbog troškova transporta i pristupa, mogućnosti urušavanja uslijed pritiska stijena i sl. Površinska eksploatacija primjenjuje se kad su slojevi blizu površine, pa je ekonomičnije odstraniti sloj humusa i stijena da se dođe do slojeva ugljena nego izgraditi podzemne hodnike i okna. Ekonomičnost površinske eksploatacije zavisi ne samo od kvalitete ugljena već i debljini sloja, količini jalovine, i svojstvima iznad ugljena, odnosno od vrste površinskog materijala što utiče na cijenu otkrivanja sloja

## **Upotreba ugljena**

Za loženje u parnim kotlovima većeg učinka danas se upotrebljava ugljen u onakovom obliku kakav dolazi iz rudnika (rovni ugljen), jer ga prije upotrebe ionako treba samljeti u ugljenu prašinu. Ugljen koji će poslužiti u druge svrhe (loženje u kotlovima malog učinka, loženje u pojedinačnim ložištima u kućanstvima, za koksiranje itd.) treba imati određenu granulaciju, pa se mora sortirati. Preostali sitni ugljen upotrebljava se u kotlovima većeg učinka. Osim toga ugljen se upotrebljava i za proizvodnju plinova različitim postupcima. Za metaluršku industriju od velike je važnosti proizvodnja metalurškog koksa, što je jedna od mogućih transformacija ugljena za koju se može upotrijebiti samo ugljen određenih svojstava. Koksiranjem ugljena proizvodi se i koksni plin koji služi kao gorivo.

### *Oblici potrošnje ugljena*



### **Proizvodnja plina iz ugljena:**

**1. isplnjavanje:** postupak u kojem se djelovanjem topline iz njega izlučuju plinovite i tekuće tvari. Redovito se provodi grijanjem bez pristupa zraka. Primarni produkti isplnjavanja je bituminozna tekućina iz koje sekundarnom razgradnjom dobiju plinovi. Sastav plina ovisan o ugljenu. U osnovi dobija se koks, polukoks, plinovi i tečnosti.

### **2. rasplnjavanje**

Hemijski proces u toku kojeg se gorivi sastojci ugljena pretvaraju u gorive plinove. Na taj način se mogu goriva slabijih vrsta pretvarati u tehnički pogodnija plinovita goriva. Naprave u kojima se provodi postupak rasplnjavanja nazivaju se plinski generatori. Tako se goriva malih topotnih moći (drvo, lignit) pretvaraju u tehnički pogodnija plinovita goriva. Ugalj se pretvara u plin zbog lakšeg transporta, osim toga, kotlovi koji kao gorivo koriste plin lakši su i jednostavniji, a u produktima sagorijevanja nema sumpora

### **Švelovanje i koksiranje ugljena**

Švelovanje je postupak isplnjavanja pri temperaturama između 500 i 600 stepeni C. Za koksiranje su potrebne temperature i do 1100 stepeni C. Švelovanjem se dobija polukoks, a koxiranjem metalurški koks. Za švelovanje se najčešće koristi mrki ugalj, a za koksiranje određene vrste kamenog uglea. Postupku švelovanja se može podvrgnuti i kameni ugalj ali koji sadrži veći % katrana. Proizvedeni polukoks se koristi u TE, lako se pali, zahtijeva poseban način transporta. Koksiranje se obavlja u uskim pećima koje se griju, a postupak traje oko 18-24 sata.

### **Proizvodnja rasvjetnog plina**

Vrši se u plinarama, postupak sličan koksiranju, samo što se umjesto koksa dobija plin. Prije upotrebe se prečišćava. Naziv rasvjetni dobi početkom 19 stoljeća, jer se uglavnom koristio za rasvjetu. Danas se koristi u smjesi sa drugim plinovima poznatim kao gradski plin. Gradski plin su razne vrste plinova koje

se dovode do malih industrijskih potrošača. Sadrži rasvjetni i voden plin. Dodavanje vodenog plina snižava ogrjevnu moć smjese.

### **Proizvodnja gradskog plina**

Nekada se gradski plin uglavnom sastojao od čistog rasvjetnog plina- dobijao se isplinjavanjem ugljena u tzv gradskim plinarama. Gradski plin je smjesa od oko 2/3 rasvjetnog plina i 1/3 vodenog plina. Dodatak vodenog plina snižava ogrjevnu moć smjese. Visoka ogrjevna moć gradskog plina se ne može u potpunosti iskoristiti pa je zbog toga smanjena ogrjevna moć gradskog plina. Smjesa rasvjetnog i vodenog plina se proizvodi u komorama za isplinjavanje koje se izvana griju. Pored toga moguće je iz ukapljenog plina iz rafinerijskog plina lakih i teških drivata nafte dobiti plinovi sa sličnim svojstvima kao i gradski plin

**Plinovi iz ugljena razlikuju se prema sastavu i ogrjevnoj moći:**

**1. voden i generatorski:** 4,6 do 12,5 MJ/m<sup>3</sup> (ugljen)

Nastaje hemijskom reakcijom između vodene pare i užarenog ugljena; glavni potrošači su postrojenja za hemijsku sintezu(sintetički amonijak, benzin i sl)

**2. sintezni i reduksijski:** ~12,5 MJ/m<sup>3</sup> služi kao sirovina u industriji sinteze organskih spojeva, kao gorivo kod zavarivanja, proizvodnje stakla i u drugim industrijama gdje je potrebno razviti visoku temperaturu. Sintetski plin se proizvodi tako da se vodena para prevodi preko užarenog ugljena ili koksa)

**3. daljinski i gradski:** 17 do 20 MJ/m<sup>3</sup> (koksi, loživo ulje i primarni benzin)- to su razne vrste plinova koje se u gradovima pomoću plinske mreže dovode do malih i industrijskih potrošača.

**4. obogaćeni i sintetički prirodni plin:** 25 do 37 MJ/m<sup>3</sup> (ugljen, primarni benzin)

### **Ugalj u BiH**

U BiH se najviše koristi niskokvalitetni smeđi ugalj pun sumpora i drugih zagađivača. Samo na dvjema glavnim lokacijama postoji lignit sa udjelom sumpora na ili ispod standarda Evropske Unije(~0,53%); ostala variraju između 1,1% u blizini dvaju termoelektrana u Tuzli i Gacku pa sve do ekstremnog udjela sumpora od 5,5%, što nažalost čini onaj sastav uglja koji se može naći u blizini termoelektrane u Ugljeviku. Važno je imati na umu udio sumpora, jer je on u direktnoj vezi sa uzrokovanjem problema kiselih kiša. FBiH godišnje iz rudnika dobija oko 5,7 miliona tona uglja, a RS proizvede oko 3,2 miliona tona; skoro pa sav ugalj dobiven iz rudnika se i iskoristi. Sve u svemu, prema procjenama stručnjaka postoji još oko 3,9 milijardi tona rezervi uglja, što znači da će se ugalj još dugo koristiti kao energetski izvor u BiH. Kod razmatranja bosansko-hercegovačkih ugljenih ležišta moraju se razlikovati dva. slučaja:

- ležišta u kojima se već vrši eksplotacija uglja, gdje postoji rudarska tradicija i gdje je rudarski rizik manji i
- ležišta gdje je moguće otvaranje novih rudnika, gdje je potrebno mnogo opreznije pristupiti procjeni energetskog potencijala.

Osnovni uslov za gradnju nove termoelektrane je obezbjedjenje potrebnih količina uglja, ujednačenog kvaliteta, uz ekonomski prihvatljive cijene. Činjenica je da su ležišta uglja ograničenog vijeka, da su neobnovljivi resursi, te da se mora spuštati eksplotacija na veće dubine kako bi se obezbijedio kontinuitet eksplotacije za potrebe termoelektrana. U takvim uslovima eksplotacija postaje sve skuplja, zbog čega svako ležište nije prihvatljivo za budući termoenergetski objekat. Svi aktivni rudnici uglja u FBiH rade uglavnom za potrebe Elektroprivrede BiH, ali su značajni i za snabdijevanje industrije, široke i opšte potrošnje u BiH, a dijelom i izvoze. Rudnici u RS koji proizvode ugalj isključivo za termoelektrane "Gacko" i "Ugljevik" u sastavu su Elektroprivrede RS, osim rudnika Rudnik "Stanari" koji je privatizovan, a koji proizvodi za potrebe industrije. Ako rudnik uglja snabdijeva gorivom termoelektranu, on ga mora obezbijediti za cijeli vijek termoelektrane, a u našoj praksi period amortizacije je 25 godina i period rada termoelektrane poslije revitalizacije, tj. još 15 godina. Sada se zna da period, ranije računat 25 ili 30 godina, nije dovoljan. U svijetu je takva praksa, propisi u Njemačkoj zahtijevaju da kod odobrenja gradnje termoelektrane na ugalj moraju biti obezbijedjene rezerve uglja za rad termoelektrane 50 godina, u Češkoj i Poljskoj 40 godina, u Rusiji 50 godina itd.

#### **Rudnici uglja u Federaciji BiH:**

Rudnik „Banovići“ (ugalj mrki) sa površinskim kopovima Čubrić, Turija i Grivice ipodzemnim rudnikom Omazići.

Rudnik „Đurđevik“ (ugalj mrki) sa površinskim kopovima mrkog uglja Višća II i Potočari i podzemnim rudnikom Đurđevik.

Rudnik „Kakanj“ (ugalj mrki) sa površinskim kopom Vrtlište i podzemnim rudnikom Haljinići.

Rudnik „Zenica“ (ugalj mrki) sa podzemnim rudnicima Stara jama, Raspotočje i Stranjani.

Rudnik „Breza“ (ugalj mrki) sa podzemnim rudnicima Sretno i Kamenice

Rudnik „Bila“ (ugalj mrki) sa jamom i površinskim kopom Grahovčići.

Rudnik „Kreka“ (ugalj lignit) u čijem se sastavu nalaze površinski kopovi lignita Šikulje i Dubrave, podzemni rudnici lignita Mramor i Bukinje.

Rudnik „Sanski Most“ (ugalj mrki) sa površinskom kopom Zlavuše i jamom Fajtovci.

Rudnik „Livno“ (ugalj lignit) sa površinskim kopom Tušnica.

Rudnik „Gračanica“

G.Vakuf/Uskoplje (ugalj lignit) sa površinskom kopom Dimnjače.

#### **Rudnici uglja u RS:**

Rudnik „Ugljevik“ (mrki ugalj) sa površinskim kopom „Bogutovo Selo“ i „Ugljevik-istok“ sa TE Ugljevik

Rudnik „Miljevina“ (mrki ugalj) sa površinskom i podzemnim eksplotacijom

Rudnik „Gacko“ (ugalj lignit) sa površinskim kopom „Gračanica“ i „Gacko“ sa TE Gacko

Rudnik „Stanari“ (ugalj lignit) sa površinskim kopom Raškovac

## Potencijalni rudnici :

### Ležišta u FBiH

Površinski kop „Kongora“ za TE „Duvno“

Površinski kop „Kotezi“, za TE „Bugojno“

Kamengradski ugljeni basen – RMU Kamengrad Sanski Most (ugalj mrki) sa površinskim kopom „Zlavuše“ i jamom „Fajtovci“

### Ležišta u RS

Rudnik „Miljevina“ (mrki ugalj) sa površinskom i podzemnom eksploracijom.



Položaj rudnika uglja i termoelektrana u BiH

## CCS tehnologija i skladištenje energije

CCH je tehnologija kojom se može ograničiti emisija CO<sub>2</sub> do 90% koji je proizveden korištenjem fosilnih goriva za proizvodnju električne energije i u industrijskim procesima. Pored toga CCS sa obnovljivom biomasom je jedna od rijetkih tehnologija kojom se smanjuje emisija CO<sub>2</sub> u atmosferi radi u tzv “negativnom karbon” modu, uzimajući CO<sub>2</sub> iz atmosfere. CCS lanac se sastoji od tri dijela :

- Uzimanja (zarobljavanja) CO<sub>2</sub>,
- Transporta CO<sub>2</sub>
- Smještanje i bezbedno čuvanje emisije ugljen-dioksida CO<sub>2</sub>, pod zemljom u osiromašenim naftnim i gasnim poljima ili dubokim slanim bunarima

CCS- Carbon Capture and Storage- NISKOKARBONSKA TEHNOLOGIJA. Više na  
[www.ccsassociation.org](http://www.ccsassociation.org)

ESSBIH\_Modul\_8.pdf na [www.vladars.net](http://www.vladars.net). Okvirna energetska strategija Federacije Bosne i Hercegovine na :[www.fbihvlada.gov.ba](http://www.fbihvlada.gov.ba).