

8. Előadás: Kőolajtermelés, felhasználás fizikája.

- 8.1. Kőolaj fajták. Kőolaj kitermelés.
- 8.2. Kőolajszállítás.
- 8.3. Kőolajfinomítás. Feldolgozás termékei.
- 8.4. Közlekedés.
- 8.5. A kőolaj kitermelés és feldolgozás környezeti hatásai.

8.1. Kőolaj fajták. Kőolaj kitermelés.

A **kőolaj keletkezéséről** ma legelfogadottabb elmélet szerint a tengerben elhalt és a fenékre süllyedt állati és növényi szervezetek, elsősorban egysejtű lények alkotta iszap – a **szapropél** – levegőtől elzárta, mikroorganizmusok hatására bekövetkező bomlásának terméke. A keletkezett szénhidrogének a földkéregben elvándoroltak, míg a kőolajcsapdának nevezett, megfelelő zárórétegek közé nem kerültek. Ezek a kőolajtelepek. A kőolajcsapdákat felül, gáz átnemeresztő boltozatos közetréteg, vagy vetőréteg határolja.

A magyar kőolajvagyon a hazánk területét borító triász kori (200-250 millió év) tenger üledékeinek tulajdonítható. Az üledékes mészkő karsztos repedéseiben gyűlt össze.

A legkiterjedtebb kőolajtelepeket a **nagy táblák felboltozódásainál** lehet találni: pl. Arab-, szaharai, Volga-Ural vidéki, Észak-Amerikai táblák. A **nagy geológiai törésvonalaknál** nagyon nagy mennyiségben gyűlt meg, sok rétegben: pl. Baku, Kalifornia.

A kőolaj előfordulások **legmélyebb határa 15 km**. A földkéregben található kőolajtelepek fizikai, kémiai tulajdonságai nagyon eltérőek lehetnek. Lehet egészen világos, híg folyós, de fekete, félkemény anyag is. A kőolaj színe lehet: fehér, sárga, sárga, vörösesbarna, barna, zöld).

A kőolaj viszkozitása szintén 1-2 nagyságrendet átfog, sűrűségük: 700-1000 kg/m³. Több, mint **75 %-át szénhidrogének alkotják**. A **venezuelai kőolajoknál ez csak 35-38 %**. A szénhidrogének páros számú hidrogént tartalmazó molekulák homológ sorának tagjai molekulatömegük 16 és 850-900 között van. A **nyílt szénláncú molekulák** közül főleg telítettek (egyenes, vagy elágazó parafinok) fordulnak elő: általános képletük: C_nH_{2n+2}, valamint ritkábban a telítetlen nyílt láncú szénhidrogének, olefinek. C_nH_{2n}.

A világpiacon a kőolajokat **származási helyük és sűrűségük alapján** különböztetik meg. A sűrűség a feldolgozás lehetőségeire jellemző, minél kisebb a kőolaj sűrűsége, annál több motorhajtóanyagot lehet belőle előállítani.

A kőolajok a szénhidrogének kivül még a következő komponenseket tartalmazhatják: **sós víz kolloid emulzió** formájában, **oldott gázok, ásványi szennyezések, szuszpendált szilárd kolloid részecskék**.

A víz, gáz leválasztás után az olajban található elemek a következők:

Elem	Tömegszázalék
C	80-88
H	10-14
S	0,01-5,0
N	0,1-1,7
O	0,5-7,0
Fémek (Fe, V, Ni, stb.)	<0,03

Egy-egy **olajtartalmú réteg vastagsága néhány métertől, néhány tíz méterig terjed.** A kőolajréteg felett legtöbbször metán található, ezenkívül széndioxid, hidrogén szulfid, nitrogén,

A kőolajat legelőször petróleumként világításra használták nagyobb mennyiségben. A XIX. század végén az elektromosság és a gáz megkérdőjelezte a kőolaj értékét. **A belsőégésű motorok és a gépkocsi feltalálása robbanásszerű fejlődést eredményezett a felhasználásában.** 1870-ben még csak 1 millió tonnát termeltek a világon. 1900-ban viszont már 20 milliót 2001-re pedig az évi 3600 millió tonna (3,6 Gt, a teljes energiafogyasztás fele) kitermelést érte el az emberiség. Nagy felhasználói az egyes hadseregek.

Az **OPEC (Organisation of Petroleum Exporting Countries, Olaj Exportáló Országok Szervezete) államok** a világ termelésének több, mint a felét szolgáltatják. Az olajvásárlás teszi ki a világkereskedelem 20 %-t. (Fejlődő országokból származik 90 % és 70 % a fejlett országokba kerül.

Nagy kapacitású lelőhelyek vannak a Perzsa-öbölben, Szaud-Arábiában, Észak-Afrikában, és Szibériában, továbbá, Nigériában, Venezuelában, Indonéziában, Mexikóban, Alaszkában, az Északi-tengeren. Folyamatosan kutatják az új lelőhelyeket, amelyek egyre kedvezőtlenebb adottságúak. (nagyon mély rétegek, nehezen megközelíthető területek, vastag rétegben átfagyott sarkkőri övezetek, kellemetlen trópusi területek). Reményt keltőek a selfeknek nevezett kontinentális talapzatok, amelyeket csak 200-300 méter mély tengerek borítják. (Anglia, Norvégia, Vietnám,..) A világ olajtermelésének 30 % származik már innen. Mindezek azonban jelentősen megnövelik a kitermelés és a szállítás költségeit.

Olajmező létesítésnek programja:

Olajmező felmérése. A kitermelési együtttható szárazföldi mezők esetében 0,3-0,4.

Termelési terv, technológia megtervezése.

Termelő kutak kialakítása.

Mezőn belüli csőhálózatok kiépítése.

Felszíni létesítmények kiépítése.

Fúrások elvégzése: átlag sebesség 50 m/nap (kutatófúrások 15 km-nél is mélyebbek).

Termelő kutak létesítése (legmélyebb 9600 m) napi hozamuk: 10-100 tonna/nap.

Olajmező tervezett élettartama: 40 év.

Mélytengeri kutak (próba-fúrás 6300 mély vízben 600 méteres behatolás). A tengeri kutak nagyon-nagy veszélye a csőtöréskor kiömlő kőolaj.

Finomítók létesítése.

A kitermelésnek három szintjét különböztetik meg:

Elsődleges eljárás: amikor az olaj felhajtóereje miatt jön a felszínre (gázsapka nyomása miatt)

Másodlagos eljárás: a felhajtóerőt különböző anyagok benyomásával növelik. Ilyen a széndioxid.

Harmadlagos eljárás: porózus kőzeten belül fokozzák a nyomást. Forró gőzzel csökkentik a kőolaj viszkozitását, felületi feszültségét. Végül szivattyúzással kell felhozni a kőolajat. (15 %).

8.2. Kőolajszállítás.

Kevés kivételtől eltekintve a kitermelt olaj nem a helyszínen kerül felhasználásra. El kell szállítani azt a fogyasztóhoz, ami legtöbb esetben valamelyik ország kőolaj-finomítója. A szállítási módok közül az óriási **tankhajókkal** történő vízi szállítás a legolcsóbb. Azonban a

szárazföldek belső területein lévő olajlelőhelyekről, mint például a szibériai lelőhelyek, illetve a kikötőkből a finomítóba **csővezetéken** kell elszállítani az olajat.

A **tankhajóval történő szállításhoz** négyszer több kerül a **csővezetékes szállítás**. A **csővezetékes szállítás** összegének több, mint négyszerese a **vasúti szállítás** összege, míg a vasúti szállításhoz közel négyszerese a **közúti szállítás**.

Műszaki jellemzés az olajvezetésekről.

Az **olajvezetékek 30-120 cm közötti átmérőjű acél vagy műanyag csövekből vannak összeállítva**. Lehetőség szerint a föld fölé telepítik őket. Ennek ellenére a fejlettebb, városi, vagy környezeti szempontból érzékeny területeken általában a föld alá 1 méteres mélységbe ágyazzák őket. Az olajat a vezeték mentén felállított **szivattyúállomások** tartják mozgásban. Az **átlagos folyási sebesség 1-6 m/s**.

A **Barátság csővezeték** (oroszul: *нефтенпровод Дружба, nyeftepravód druzsba*) a **világ leghosszabb kőolajvezetése** (a második leghosszabb a Baku-Tbiliszi-Ceyhan csővezeték). Oroszországból halad nyugati irányba **több, mint négyezer kilométert**. Ma az orosz (és kazah) olaj európai szállításainak fő artériája Európa felé.

A csővezeték a délkelet-oroszországi Szamara városnál kezdődik, ahol a Nyugat-Szibériából az Uralból és a Kaszpi-tengertől érkező olajat táplálják bele. A belarusz Mazir városnál északi és déli ágra szakad. A **Belaruszba lépő csővezeték szállítóképessége évi 70 millió tonna évente**. A **déli ág** Ukrajnába, Szlovákiába, a Cseh Köztársaságba és Magyarországra tart. Az **északi ág** átszeli Fehéroroszország megmaradt területeit, hogy elérje Lengyelországot, valamint Németországot.

Ukrajnában, a magyar és a szlovák határ közelében a vezeték két irányba ágazik el. **Az egyik** Magyarországra halad, a másik Szlovákiába. Ez utóbbin kapja az orosz kőolajat Csehország is. A szlovákiai ágon évi mintegy 20 millió tonna kőolaj halad át.

A **délről, Fiuméből érkező Adria vezeték kapacitása 10 millió tonna**. Többször felmerült, hogy az oroszországi kőolajszállítások akadózása esetén az Adria vezetéken megfordítható a szállítás iránya (az Adriai-tengerről ebben az esetben vízi úton szállított kőolaj érkezne), erre azonban még sohasem került sor.

Az ellátási zavarok áthidalására Magyarországnak a **Nemzetközi Energia Ügynökség** előírásai alapján **minimum 90 napos kőolajtartálékot kell tartania**, a készletezést az összes importőrt tömörítő szervezet, a Kőolaj- és Kőolajtermék Készletező Szövetség (KKKSZ) végzi.

8.3. Kőolajfinomítás, feldolgozás termékei

A kőolaj feldolgozás során létrehozott termékek:

- Motorhajtóanyagok,
- Tüzelőanyagok,
- Kenyőanyagok,
- Petrolkémiai termékek

A kőolajban található vegyületek (nyílt szénláncú vegyületek): Parafinok, olefinok, cikoparaffinok, aromások, egyéb. A kőolaj vegyületeit, a belőlük előállított termékeknek az eloszlását, és a kőolajra vonatkoztatott arányukat mutatja a következő táblázat:

Név	Szénatom szám	A termék neve	%
Parafinokból	C ₁ -C ₄	gáz	4
	C ₅ -C ₁₂	benzin, petroléter	8
	C ₁₂ -C ₁₅	kerozin,	8
	C ₁₅ -C ₂₅	gázolaj,	12
	>C ₂₅ viasz,	aszflat.	15
Cikoparaffinokból		ciklohexán, ciklopentán	6
Aromásokból		benzol, toluol, etilbenzol, xilol	40
Egyéb			7

A termékek forrpontja és fűtőértéke:

Motorhajtóanyagok, (fehérarú)	Forrpont °C	Fűtőérték MJ/kg
Benzin szikrával gyújtó Ottó motorok számára	40-200	43
Petróleum	160-300	40
Gázolaj, kompressziós gyújtású Diesel-motorokhoz	200-350	45
Kerozin (speciális petróleum) gázturbinák számára	140-280	60
Fűtő, tüzelőolajok		42

Kőolaj-finomítás

A feldolgozás (finomítás) első lépésben a víz és a kőzettörmelék elkülönítése **ülepítéssel és a gáztalanítás** (nagy mennyiségű propán-bután gázt nyernek). A folytatás a **frakcionált desztillációval** történik. Ennek során egy csökemencében néhány száz fokok hőmérsékletre hevítik (a benne levő szénhidrogének hőbomlása még nem kezdődik meg), majd a felmelegített kőolajat bevezetik a frakcionáló oszlopba (kolonnába). A **gőzhalmazállapotú termékek a torony frakcionáló részében felfelé haladnak**. A **kőolajfinomítás** leglényegesebb művelete a **frakcionális desztilláció**. Ezáltal lehet a kőolajban levő, különböző forráspontú elemeket egymástól szétválasztani. A szétválasztás után még ki kell vonni a nem kívánatos szennyező anyagokat, majd adalékokkal javítják a termék tulajdonságait.

A desztilláció elve

- A frakcionáló **oszlop felső részén** a szobahőmérsékleten is gáznemű összetevők (**metán, etán, propán, bután**) távoznak.
- A toronyban a gőzök minden tálcán a folyadékon átbuborékolva szállhatnak felfelé.
- A lefelé folyó **reflux** hatására a **magasabb forráspontú termékek fokozatosan cseppfolyósodnak**, csak a legkisebb forráspontú komponensek juthatnak gőzhalmazállapotban felfelé.
- **Lefelé haladva az egyre magasabb forráspontú összetevők** vezethetők el: benzin, kerozin, dízelolaj, kenőolajok, ipari olajok.
- **Legalul** a legmagasabb forráspontú **pakurát vezetik el**.
- A tényérok közötti függőleges csövek túlfolyók. A folyadékfrakciók egy része visszafolyik az előző tényérra.
- Az alacsonyabb forráspontú összetevők gőz formájában felfelé, az alacsonyabb forráspontúak folyadék formájában lefelé áramlanak.
- Az egyes tényérok az összetétel szempontjából dinamikus egyensúly áll be.

Destruktív eljárások (más néven krakkolás), amelyek során nagyobb molekulájú komponenseket kisebb molekulájúakká alakítanak át. A katalitikus krakkolás során (zeolitok

alkalmazásával) gázolajból gázok és 40 %-nyi benzin és gyenge gázolaj keletkezik. A hidrokrakkolás során hidrogén nyomás alatt bontják a gázolajat.

A maradék

Az atmoszférikus desztilláció maradéka a pakura. Ezt korábban elsősorban fűtőolajként eltüzeltek. Ma pedig vákuumdesztillációval különböző kenőolajpárlatokat állítanak elő belőle, illetve fehéráru gyártására használják fel (krakkolás, hidrokrakkolás, kokszolás).

A Hordó (barrel) a kőolaj mennyiségének mérésére általánosan használt űrmérték.

1 barrel = 0,158987 m³ = 158,987146 liter = 34,99089 Imperial gallon = 42 US Gallon

(A Titusville melletti fúrásoknál nem tudták hova tenni a kitermelt kőolajat, ezért az ott használt 42 gallonos whiskey-s hordókban tárolták, és szállították.)

8.4. Közlekedés.

Járművek	Motor típus	Üzemanyag
Mozdonyok, katonai járművek, hajómotorok	Dízelmotorok	gázolaj
Személygépkocsik	Otto motor	benzin
Személygépkocsik	Dízelmotorok	gázolaj
Repülőgépek	Ottomotor	kerozin

8.5. Környezeti hatásaik, tengeri balesetek

Az elmúlt 20 év során több mint 200 óriás tankhajó és 200 méternél hosszabb konténerszállító süllyedt el a nyílt óceánon, (2004.07.04) Az ESA műholdjainak adatait elemezve sikerült kimutatni, hogy nemcsak a hajószerencsétlenségek túlélőinek képzeletében léteznek a 20-30 méter magas nyílt tengeri hullámok. Az áramlások furcsa összjátéka nyomán illetve a tartós viharzónák alatt keletkező "freak wave" a Földön bármely részén keletkezhet.

2000 januárjában a törökországi katasztrófa (**a Boszporusz torkában zátonyra futott egy tankhajó**) szám szerint csak a második az elmúlt hónapban történt tankerbalesetek között.

Hivatkozások:

KF-I-8.1.	Kőolaj wikipédia http://hu.wikipedia.org/wiki/Kőolaj
KF-I-8.2.	Kőolaj lap http://koolaj.lap.hu/
KF-I-8.3.	Kőolaj szállítás, kőolajvezetékek http://www.sulinet.hu/tart/fcikk/Kic/0/29531/1
KF-I-8.4.	A MOL kőolaj- és olajtermék logisztikai tevékenysége www.mol.hu/repository/168295.pdf
KF-I-8.5.	A kőolaj évei http://sulinet.hu/tart/fncikk/Kifa/0/12864/olaj.htm

Kérdések:

- K-I-8.1. Ismertesse a kőolaj keletkezéséről ma legelfogadottabb elmélet!
- K-I-8.2. Hol vannak a Földön a legkiterjedtebb kőolajtelepek? Mely országokhoz tartoznak ezek a területek?
- K-I-8.3. Hány százalékban van szénhidrogén az egyes kőolajban?
- K-I-8.4. Hány kilométer a kőolaj előfordulások legmélyebb határa?
- K-I-8.5. Adja meg a kőolajban előforduló nyílt, telített, egyenes szénláncú molekulák általános képletét!
- K-I-8.6. Melyek a kőolajban található elemek és milyen a megoszlásuk?
- K-I-8.7. Milyen vastagságúak általában az olajtartalmú rétegek a Föld közegeiben?
- K-I-8.8. Milyen felfedezések eredményeztek robbanásszerű növekedést a XIX. század végén a kőolaj kitermelésben?
- K-I-8.9. Hány százalékát adják az OPEC (Organisation of Petroleum Exporting Countries, Olaj Exportáló Országok Szervezete) államok a világ kőolaj termelésének?
- K-I-8.10. Mely országokban, mely földrészekben található a Földön a nagy kapacitású kőolaj lelőhelyek?
- K-I-8.11. Milyen lépéseket tartalmaz egy olajmező létesítésnek programja?
- K-I-8.12. Sorolja fel a kőolaj kitermelésnek három szintjét!
- K-I-8.13. Milyen módon lehet a kőolajat szállítani és mi a fajlagos költségek aránya ezek között?
- K-I-8.14. Sorolja fel a „Barátság kőolaj vezeték” legfontosabb műszaki adatait és „útvonalát”! Mekkora az éves szállítási mennyiség rajta? Mi a stratégiai szerepe?
- K-I-8.15. Mennyi az Adria vezeték kapacitása, mi lehet a stratégiai szerepe?
- K-I-8.16. Minimum hány napos kőolajtartalékot kell tartania Magyarországnak a Nemzetközi Energia Ügynökség előírásai alapján? Mekkora mennyiség ez?
- K-I-8.17. Sorolja fel a kőolaj feldolgozás során létrehozott főbb termékeket!
- K-I-8.18. Sorolja fel a kőolaj feldolgozása során előállított speciális termékek esetében milyen szénatom számú vegyületeket tartalmaznak, és milyen a kőolajra vonatkoztatott arányuk?
- K-I-8.19. Sorolja fel a kőolajból lepárlás után előállított egyes termék forrponjtját és fűtőértékét!
- K-I-8.20. Sorolja fel a kőolaj-finomítás főbb lépéseit!
- K-I-8.21. Ismertesse a desztilláció elvét, sorolja fel, a kőolaj desztilláló oszlopon fentről lefelé haladva milyen frakciók (milyen forrásponjtú komponensek) válnak ki?
- K-I-8.22. Mi történik a kőolaj feldolgozás esetében a destruktív eljárások során?
- K-I-8.23. Mi a kőolaj atmoszférikus desztillációjának a maradéka, mire használjuk fel ezt?
- K-I-8.24. Hány liter és hány US gallon egy Hordó (barrel)?
- K-I-8.25. Milyen üzemanyagokat használnak a mozdonyok, személygépkocsik autóbuszok, tehergépkocsik, repülőgépek?
- K-I-8.26. Milyen veszélyekkel jár a kőolaj szállítása?

Pécs, 2012. február 20.

Dr. Német Béla