

Alapfogalmak, polimerek anyagszerkeztana

Definiálja a **polimer** fogalmát!

Mi a **monomer** és mi a különbség a monomer és az **ismétlődő egység** között?

Mit jelent az **oligomer**?

Mit jelent a **polimerizációs fok**?

Mi a különbség a **homopolimerek** és a **kopolimerek** között?

Ismertesse a szerkezeti anyagok csoportosítását! Soroljon fel tipikus polimer típusokat az egyes polimer osztályokra vonatkozóan! Ismertesse a következő fogalmakat: biopolimer, műanyag, bioalapú műanyag, biológiailag lebontható polimer.

Mik a polimerek alkalmazásának előnyei és hátrányai?

Magyarázza el, hogy mit jelent az, hogy egy polimer alapanyag: granulátum, por illetve gyanta formátumú!

Mit nevezünk az anyagtudományban vegyületnek és mit keveréknek? Ezeknek mik a fő jellemzői?

Magyarázó ábra segítségével mutass be, hogy mit jelent a kötési energia, a disszociációs energia és a kötéstávolság? Rajzoljon magyarázó ábrát ezek bemutatásához. Mennyi nagyságrendileg az első, illetve a másodrendű kötések kötési energiája?

Mit jelent a molekuláris orientáció és ez milyen hatással van a polimerek tulajdonságaira?

Mutassa be az atomok közötti **elsőrendű kémiai kötések**et, és értékelje azokat a polimerekkel kapcsolatos fontosságuk szempontjából! Mit jelent az, hogy egyszeres, kétszeres, vagy háromszoros kovalens kötés? Ezeknek milyen szerepe van a polimertechnikában?

Milyen tényezők és hogyan befolyásolják egy molekula polárosságát? Mit jelent az, hogy egy polimer **poláros**, illetve **apoláros**? Mondjon példákat poláros és apoláros polimerekre!

Mutassa be a molekulák között létrejövő **másodrendű kötések**et, és értékelje azokat a polimerekkel kapcsolatos fontosságuk szempontjából! Hozzon példát, hogy melyik polimer, vagy polimer család esetén van jelentősége.

Mit jelent az, hogy egy polimer hidrophil, vagy hidrophób? Mi ezek kapcsolata a polimerek molekuláris felépítésével? Soroljon fel tipikusan hidrophil, illetve hidrophób polimereket!

Milyen nedvesség-felvételi mechanizmusokat ismer a polimereknél? Mutassa be diagram segítségével ezek függését a relatív légnedvességtől. Mutasson be polimerek esetén egy adott relatív légnedvességre vonatkozó száradási, illetve nedvesedési görbét az a relatív légnedvesség és az idő függvényében! Értékelje a diagramokat! Miért szükséges szárítani nedvességfeltevő polimereket feldolgozás előtt?

Hogyan hat a felvett nedvesség mennyisége a polimerek húzási jellemzőire? Mi ennek az oka?

Mi a **polimerizáció**, milyen főbb típusai vannak?

Sematikus vázlatok segítségével mutassa be a mesterséges polimerek fő előállítási módjait!

Mit jelent a **polimerizációs láncreakció**? Mutassa be a polimerizációs láncreakció jellemzőit, folyamatát! Mondjon példákat polimerizációs láncreakcióval előállított polimerekre.

Mutassa be a **poliaddíciót** és a **polikondenzációt**. Mely polimereket állítanak elő ilyen módszerekkel?

Milyen jellemző gépészeti berendezéseket (reaktorokat) használhatnak a polimerek előállításához?

Írja fel a **Carothers-egyenletet**, és értékelje azt a polimerek előállítása szempontjából!

Mutassa be, hogyan alakul a konverzió és a polimerizációs fok az idő függvényében a lépcsős, illetve a folyamatos polimerizációs eljárások esetén.

Mit jelent a kötőcsoport polimerek esetén? Szerkezeti képletek és példák segítségével mutassa be a polimer anyagok kötőcsoport szerinti osztályozását! A kötőcsoportok a polimereknek mely tulajdonságait befolyásolják alapvetően?

Miért szükséges polimerek esetén ismerni az átlagos molekulatömeget? Hogyan hat a molekulatömeg változása a polimerek tulajdonságaira?

Mit jelent a polimerek molekulatömegének szám szerinti, illetve tömeg szerinti és z-szerinti átlaga?

Mi a polidiszperzitás? Mit mutat meg a polidiszperzitás foka, mi a gyakorlati jelentősége?

Mutassa be a polimerek húzószilárdságának és viszkozitásának molekulatömeg-függését! Mi a változások anyagszerkezettani magyarázata?

Mi a kopolimerizáció célja? A kopolimereknek milyen típusait ismeri?

Mit jelent az elágazás polimer molekulák esetén?

Mit jelent térhálókötéspont?

Mutassa be a polimerek csoportosítását a makromolekula alakja szerint! Mit jelent az, hogy egy polimer lineáris, illetve hogy térhálós? Mondjon példát az egyes típusokra! Milyen hatása van a molekula alakjának a polimerek tulajdonságaira, illetve a feldolgozhatóságra?

Mit jelent a **konfiguráció** és a **konformáció** polimerek esetén?

Ismertesse a polimer láncok szabályosságát jellemző tulajdonságokat (fej-láb kapcsolódás; taktikusság; orto-, meta-, para kapcsolódás; cisz-, transz- izoméria) és azok jelentőségét polimerek esetén!

Mit jelent a **fázis** az anyagtudományban?

Mik a polimer **blendek**? Miért állítunk elő blendeket? Ismertesse a blendek csoportosítását! Mik az előnyei és a hátrányai a blendek alkalmazásának a kopolimerekkel szemben?

Sorolja fel a **tömegműanyagokat**! Ezek közül melyik amorf és melyik részben kristályos?

Mit jelent a fólia és a lemez a polimertechnikában?

Ismertesse a **polietilén** legfontosabb jellemzőit (**monomer, ismétlődő egység**, főbb mechanikai, fizikai tulajdonságok, égési tulajdonságok, kristályos jellemzők, felhasználási terület)! A polietilénnek milyen fő típusai vannak? Mik a főbb különbségek ezek szerkezeti felépítésében, és ezeknek milyen hatásai vannak a tulajdonságokat illetően?

Ismertesse a **polipropilén** legfontosabb jellemzőit (**ismétlődő egysége**, főbb mechanikai, fizikai tulajdonságok, égési jellemzők, felhasználási terület)!

Ismertesse a **polivinilklorid** legfontosabb jellemzőit (**ismétlődő egysége**, főbb mechanikai, fizikai tulajdonságok, égési jellemzők, felhasználási terület)!

Ismertesse a **polisztirol** legfontosabb jellemzőit (**ismétlődő egysége**, főbb mechanikai, fizikai tulajdonságok, égési jellemzők, felhasználási terület)!

Ismertesse a **polietilén-tereftalát** legfontosabb jellemzőit (**ismétlődő egysége**, főbb mechanikai, fizikai tulajdonságok, égési jellemzők, felhasználási terület)!

Hasonlítsa össze a polimetil-metakrilátot és a polikarbonátot! Mik a közös tulajdonságaik? Mik a legfőbb különbségek a fizikai tulajdonságaikat tekintve? Milyen tipikus termékeket gyártanak ezekből az anyagokból?

Mutassa be a poliamidokat és a poliuretánokat (jellemző csoport, mechanika, fizikai és égési jellemzők, felhasználási terület).

Mutassa be az akrilnitril-butadién-sztirol kopolimert és a polioxi-metilént! Mik ezek jellemző fizikai és mechanikai tulajdonságai? Térjen ki az égési jellemzőkre és a felhasználási területekre.

Mutassa be a politejsavat. Mik a legfontosabb jellemzői? Miért és milyen területeken alkalmazzák ezt az anyagot? Mik az alkalmazásának szélesebb körű alkalmazásának legfőbb korlátai?

Soroljon fel amorf és részben kristályos polimereket (4-4)!

Mutassa be a polimer molekulák lehetséges hőmozgását az atomi szintől a makromolekuláris szintig. (atom, atomok közötti kapcsolatok, szegmens, reptáció)

Mit jelent a szegmens? Mit jelent az üveges átmeneti hőmérséklettartomány polimerek esetén? Mi a kapcsolat a szegmensmozgás és az üveges átmeneti hőmérséklettartomány között? Mit jelent a folyási hőmérséklet?

Mutassa be az amorf, illetve a részben kristályos polimerek fázisának fizikai állapotait. Milyen átmeneti hőmérsékletek vannak? Adja meg, melyik állapotokban milyen hőmozgások lehetségesek. (szegmens/reptáció).

Hasonlítsa össze a kis- és nagymolekulájú (amorf és kristályos) anyagok fajtérfogat változását a hőmérséklet függvényében! Jelölje be és magyarázza az átmeneti hőmérsékleteket! Mikor milyen halmazállapotban van az anyag?

Mit jelent az amorf állapot polimerek esetén? Példák segítségével ismertesse az amorf polimerek szerkezeti típusait, azok jellemzőit!

Mit jelent az, hogy egy polimer **részben kristályos**? Részben kristályos polimerek esetén hogyan változnak a polimerek tulajdonságai a kristályos részarány növekedésével?

Definiálja a következő fogalmakat: kristályos anyag, kristály, krisztallit, kristályos részarány, elemi cella, azonossági periódus!

Milyen különbségek vannak a kismolekulájú anyagok, és a polimerek kristályosodási folyamata között?

Mik a polimerek kristályosodásának az alapvető feltételei?

Milyen jellemző krisztallit jöhet létre nyújtott láncú kristályosodás során? Mutassa be az ún. rojtos-micella elméletet! Mit modellez az elmélet?

Milyen kristályos képződmények jöhetnek létre lánchajtogatódás útján történő kristályosodáskor? Mutassa be a szferolitot és annak kialakulását!

A polimerek mechanikai jellemzői

Írja fel a **Hooke-törvényt** szilárd testekre vonatkozóan!

Definiálja a következő fogalmakat a polimerekre vonatkozóan: **mérnöki húzófeszültség; relatív nyúlás; folyási feszültség, húzószilárdság; szakítószilárdság; húzószilárdsági nyúlás; szakadási nyúlás, érintő modulus, húr modulus!** (Számítási példa előfordulhat!)

Hogyan függ a polimerek szakítógörbéjének jellege, a szakítási sebességtől, a hőmérséklettől és a polimer nedvesség tartalmától? Szemléltesse ábrával a jelenségeket!

Polimerek esetén mi a hajlítószilárdság, hogyan számítjuk a hajlító moduluszt?

Mutassa be a polimerek mechanikai viselkedését leíró mikro-, illetve makro deformáció komponenseket! Milyen molekuláris szintű változásokhoz köthetőek az egyes mikro deformáció komponensek? Értékelje a makrodeformáció komponenseket mechanikai, és termodinamikai reverzibilitás szempontjából!

Mi a kúszás (definíció + gerjesztés és válasz fgv.-ek ATP esetén)?

Mi a feszültségrelaxáció (definíció + gerjesztés és válasz fgv.-ek ATP esetén)? Mutassa be az egyes deformáció komponensek reológiai modelljét, alapegyenletét, karakterisztikáját, valamint a mechanikai gerjesztés és válaszfüggvényeit!

Mutassa be az amorf termoplasztikus polimerek kúszását leíró **Burgers-modellt** (reológiai modell + egyenlet + gerjesztés és válasz fgv.)!

Mutassa be a gyengén térhálós elasztomerek kúszását leíró Stuart-modellt (reológiai modell + egyenlet + gerjesztés és válasz fgv.)!

Mutassa be az amorf termoplasztikus polimerek feszültségrelaxációját leíró Maxwell-modellt (reológiai modell + gerjesztés és válasz fgv.)!

Mutassa be a gyengén térhálós elasztomerek feszültségrelaxációját leíró Standard-Solid-modellt (reológiai modell + gerjesztés és válasz fgv.)!

Magyarázó ábra segítségével mutassa be és értelmezze a következő fogalmakat: időtartam szilárdság, tartós szilárdság, időtartam feszültség!

Mutassa be, és jellemző eredménygörbék segítségével értékelje a termomechanikai görbék meghatározási módszereit. Melyeknek milyen előnyei, illetve hátrányai vannak a többihez képest?

Ismertesse a **dinamikus mechanikai termikus analízis (DMTA)** vizsgálat lényegét és jelentőségét! Mi lesz polimerek esetén a dinamikus feszültségrelaxáció-erjesztésre adott válasz? Hogyan származtatható ebből a komplex rugalmassági modulus? Mi a veszteségi tényező? Mit mutat meg?

Mutassa be az amorf termoplasztikus polimerek jellemző DMTA görbéit! Jelölje be rajta az amorf fázis fizikai állapotait!

Mutassa be a részben kristályos polimerek jellemző DMTA görbéit ($T_m > T_f$)! Jelölje be rajtuk a fázisok fizikai állapotait!

Hasonlítsa össze a sűrűn térhálós polimerek (duromerek), illetve a gyengén térhálós polimerek (elasztomerek) jellemző DMTA görbéit!

Polimer ömledékek reológiája

Mi a viszkozitás?

Mit jelent a **deformációsebesség**?

Ismertesse a **Hooke-törvényt** folyadékok esetére! Mutassa be a folyadékok viselkedésének leírására használt Hooke-féle modellt (magyarázó ábrák: $\tau - t$; $\gamma - t$, $\tau - \gamma$)! Értékelje a modellt a polimer ömledékek viselkedésének leírása szempontjából!

Ismertesse a **Newton-törvényt** folyadékok esetére! Mutassa be a folyadékok viselkedésének leírására használt Newton-féle modellt (alapegyenlet + magyarázó ábrák: $\tau - t$; $\gamma - t$, $\tau - \dot{\gamma}$)! Hogyan függ a viszkozitás az igénybevétel nagyságától? Értékelje a modellt a polimer ömledékek viselkedésének leírása szempontjából!

Mutassa be a folyadékok viselkedésének leírására használt Ostwald de Waele-féle (hatványtörvény) modellt (alapegyenlet + magyarázó ábrák: $\tau - t$; $\gamma - t$, $\tau - \dot{\gamma}$)! Mit jelent az, hogy egy folyadék dilatáns, illetve hogy pszeudoplasztikus? Értékelje a modellt a polimer ömledékek viselkedésének leírása szempontjából!

Mutassa be a folyadékok viselkedésének leírására használt Bingham-féle modellt (alapegyenlet + magyarázó ábrák: $\tau - t$; $\gamma - t$, $\tau - \dot{\gamma}$)! Értékelje a modellt a polimer ömledékek viselkedésének leírása szempontjából!

Mit jelent az, hogy egy polimer ömledék viselkedése struktúrvizkózus? (folyásgörbe, viszkozitásgörbe) Értékelje a modellt a polimer ömledékek viselkedésének leírása szempontjából!

Mi a lényege a fluktuációs háló elméletnek polimer ömledékek esetén?

Folyásgörbék segítségével mutassa be, hogy hogyan hat a polimerek viselkedésére a hőmérséklet, illetve a molekulatömeg változása! Milyen hatással van a nyomás növelése a polimer ömledékek viszkozitására?

Hasonlítsa össze az amorf és a részben kristályos polimerek viszkozitásának hőmérséklet-függését!

Diagram segítségével mutassa be, hogy mit jelent az, hogy egy anyag tixotróp, illetve reopektikus?

Vezesse le a Newton törvénnyel modellezhető folyadék sebességét leíró függvényt kapillárisban történő áramlás esetén! Értékelje a kapott eredményt!

Vezesse le a Newton törvénnyel modellezhető folyadék térfogatáramát leíró összefüggést kapillárisban történő áramlás esetén (Hagen-Poiseuille összefüggés)! Értékelje a kapott eredményt!

Mit mutat meg az **MFI** hogyan lehet ezt meghatározni? Milyen tartományban mozognak a leggyakoribb gyártástechnológiák során alkalmazott polimerek MFI értékei?

Hasonlítsa össze a Newton-típusú, a hatványtörvénnyel leírható, valamint a Bingham modellel közelíthető folyadékok sebesség-eloszlását kapillárisban történő áramlás esetén!

Milyen véghatások lehetnek polimerek kapillárisban történő áramlásakor, mik ezek okai, és hogyan lehet ezeket kiküszöbölni, illetve hatásukat csökkenteni?

Polimerek feldolgozása

Mit jelent a polimerek feldolgozása? Mik a polimerfeldolgozás közös jellemzői? Mutassa be a polimer feldolgozástechnológiák közös fázisait!

Miért kell adalékolni a polimereket? Soroljon fel jellemző adalékanyagokat, és ismertesse ezek szerepét!

Mi a polimer **kompaund**?

Milyen olyan keverési technológiákat ismer, amelyekkel kompaundokat lehet előállítani?

Mit jelent a száraz keverés, és milyen megoldási módokat ismer ennek megvalósítására?

Mi a diszperzív és mi a disztributív keverés?

Mi a lényege a statikus keverésnek?

Magyarázó ábra segítségével mutassa be a **belső keverőt**! Mik az alkalmazásának előnyei és hátrányai?

Mutassa be a **hengerszéket**! Mire alkalmas a berendezés és milyen elven működik, mi az oka az intenzív keverésnek? Mik a hengerszék alkalmazásának előnyei, illetve hátrányai?

Ábrázolja a hengerszék hengerei között kialakuló nyomást és a kialakuló sebességprofilokat! Miért van a keverési folyamat során „szakáll képződés”, mi ennek a jelentősége?

Mutassa be a **kalanderezés** technológiáját! Mi a kalander hengerek lehajlásának oka? Hogyan lehet kompenzálni? Értékelje az egyes kompenzációs lehetőségeket!

Ismertesse a dublázás és kasírozás technológiáit!

Ismertesse a prézelés (barkázás) és a fólia nyújtás eljárásait. Hogyan készíthető biaxiálisan orientált fólia? Hogyan változik az anyag szerkezete a nyújtás során?

Ismertesse a rotációs öntés technológiáját (működése, előnyök, hátrányok, folyamat, gyártási jellemzők)! Hasonlítsa össze a rotációs öntést egyéb, üreges testek gyártására alkalmas eljárásokkal!

Miért nem jellemző a polimer termékek forgácsolással történő előállítása? Milyen esetekben alkalmazzák mégis?

Mi az **extrúzió**, és mi a célja?

Vázoljon fel egy polimer extrudert, mutassa be felépítését, részeit azok funkcióit! Rajzolja fel az extruder nyomásdiagramját! Milyen szakaszai vannak az extrudercsigának? Mik ezek fő feladatai? Mennyi egy tipikus extrudercsiga L/D aránya? Mi ennek az oka? Milyen módszerekkel lehet fokozni a nyomást az extruderben? Mihez szükséges ez a nyomás? Mi a feladata a szűrőszövetnek és a törőtárcsának?

Mi a fő különbség egy amorf és egy részben kristályos anyaghoz tartozó extrudercsiga között?

Mutassa be az extruder termikus viszonyait! Ezek alapján mutassa be az extruderben a hőmérsékletemelkedést a fordulatszám függvényében!

Mutassa be az ömledékáramlását a homogenizáló zónában? Milyen komponensekből áll? Hogyan alakul az egyes komponensek sebességeloszlása? Miért jön létre keveredés? Mi az extruder zártsági foka?

Mik az extrúziós szerszámok közös vonásai?

Mutassa be a lemezgyártás extruderszerszámát (szélesrésű extruderszerszám)! Mik a fő részei? Mik ezek funkciói?

Mutassa be a csőgyártás extruderszerszámát, és ismertesse a működését! Mik a fő részei? Mik ezek funkciói?

Mutassa be (vázlat segítségével) a fóliafűvás extruderszerszámát!

Mi a koextrúzió lényege? Hogyan lehet koextrudált lemezt, illetve fóliát előállítani (vázlatok)?

Ismertesse (vázlat segítségével) a kábelbevonatolás technológiáját!

Ismertesse a **fröccsöntés** technológiájának alapelvét! Mik a fröccsöntési technológia főbb jellemzői? Melyek a fröccsöntő gép fő részei? Ismertesse a plasztikáló- és fröccsegység fő funkcióit, feladatait!

Mi a különbség egy fröccsöntő csiga és egy extrudercsiga között?

Mi a ciklusidő?

Ismertesse a fröccsöntő szerszámok általános felépítését és működését egy kétfészkés szerszám példáján!

Írja fel és értékelje a Spencer-Gilmore egyenletet!

Ábrázolja az amorf termoplasztikus polimerek fröccsöntésének folyamatát hőmérséklet-fajtérfogat diagramban! Magyarázza a diagram jellegzetes pontjait, illetve az azok között végbemenő folyamatokat!

Milyen módokon lehet egy fröccsöntő szerszámmal több terméket is legyártani? Értékelje a lehetőségeket!

Vázolja fel a fröccsfűvás során használt előgyártmány fröccsszerszámát!

Mutassa be a fröccsfűvás technológiáját! Mik a technológia jellemzői? Miért lesznek ezzel a technológiával előállított termékek nyomástartóak?

Mutassa be az extrúziós fúvás technológiáját! Ismertesse a technológia előnyeit! Mi a vágóél és mik a feladatai? Hol és miért alakulhatnak ki elvékonyodások a terméken, hogyan lehet ezt kiküszöbölni? Mik az extrúziós fúvás jellemzői?

Mi a melegalakítás? Milyen előnyei, illetve hátrányai vannak a többi polimer feldolgozás technológiához képest? Mi a vákuumformázás? Milyen problémák léphetnek fel a feldolgozás során? Hogyan lehet ezeket kompenzálni? Mutassa be és hasonlítsa össze (előnyök, hátrányok) a pozitív, illetve a negatív vákuumformázást!

Mi a prés légformázás lényege? Milyen előnyei, illetve hátrányai vannak a vákuumformázáshoz képest?

Értékelje az amorf és a részben kristályos polimerek termomechanikai görbéit a melegalakítás szempontjából!

Mit nevezünk **kompozitnak**? Melyek a kompozitot alkotó komponensek jellemzői és feladatai? Geometriai megfontolásokon keresztül magyarázza el, hogy miért pont szálakat használnak erősítésre.

Mutassa be a **Kelly-Tyson összefüggést** és magyarázza el a benne szereplő jelöléseket. Diagram segítségével magyarázza el, hogy mit nevezünk kritikus szálhossznak. Hogyan javítható a szál-mátrix közötti **adhézió**?

Mutassa be a fröccsöntött kompozitok előállításának technológiáját, főbb anyagszerkezettani megfontolásait (száltartalom, szálhossz, zsugorodás, orientáció), jellemző termékeit.

Mutassa be a hőre lágyuló mátrixú kompozitok préselésen alapuló gyártástechnológiáit. Milyen hőmérséklet és nyomásviszonyok vannak a gyártás során? Mit nevezünk önerősített kompozitnak és mik az előnyei?

Mutassa be a térhálós mátrixú kompozitok jellemző gyártástechnológiáit (kézi laminálás, tekercselés, szórás és pultrúzió). A kézi laminálásnál mutassa be egy jellemző termék gyártását is, lépésről lépésre.

Mutassa be a térhálósodás hőeffektusát az idő függvényében (diagram). Mit nevezünk gélidőnek és mit kikeményedési időnek? Hogyan lehet reológiai mérésekkel meghatározni a gélidőt (módszer, diagram)?

Hogyan befolyásolja a környezeti hőmérséklet a térhálósodás hőeffektusát és a konverzió időbeni változását (diagramok)? Miért előnyös a térhálós mátrixú kompozitokat utótérhálósítani? Ezt milyen hőmérsékleten végezzük? Hogyan változik meg ettől a térhálós anyag DMA görbéje (diagram)?

Mit jelent a vizualizációs modell, illetve a funkcionális modell a prototípusgyártásban?

Mi a 3D nyomtatás lényege, hogyan valósítható meg a polimertechnikában?

Mutassa be az Objet – PolyJet technológia lényegét! Mit jelent a gyors szerszámozás? Mikor, milyen célból lehet alkalmazni? Mit jelent a direkt, és mit az indirekt szerszámozás?

Mi a jelentősége az erővel záró kötéseknek a polimertechnikában? Mi a jelentősége az alakkal záró kötéseknek a polimertechnikában? Mutasson be tipikus példákat!

Mi a ragasztás, milyen típusú ragasztókat ismer?

Mutassa be a hegesztés technológiáját polimerek esetén! Mik a hegesztés feltételei? Csoportosítsa a hegesztés technológiáját a hőátadás módja szerint!

Mutassa be röviden a hővezetésen alapuló illetve a sugárzásos hegesztés típusokat!

Magyarázza a következő fogalmakat: Fenntartható fejlődés, környezetvédelem, természetvédelem, **hulladék**, szemét, hulladékkezelés, szemetelés. Milyen főbb ágai vannak a környezetvédelemnek?

Rajzolja fel a hulladékkezelési (fordított)piramist és röviden magyarázza el az egyes szintjeit és azok főbb sajátosságait!

Ismeresse és értékelje (előnyök, hátrányok) az energetikai újrahasznosítási lehetőségeket! Mit jelent a **pirolízis**? Mutassa be a technológiát és ismertesse a pirolízis termékeket, azok hasznosítási lehetőségeit.

Mit nevezünk anyagában történő újrahasznosításnak? Mi ennek a technológiai menete? Mi az upcycling és a downcycling (példákkal)?