



Gruber Györgyné

Szabványos színesfémek és ötvözeteik jellemzői és alkalmazása

NSZFI
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:

Általános anyagvizsgálatok és geometriai mérések

A követelménymodul száma: 0225-06 A tartomelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-005-14



SZABVÁNYOS SZÍNESFÉMEK ÉS ÖTVÖZETEIK JELLEMZŐI, ALKALMAZÁSA

ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

Gyártó, kereskedő cégek internetes honlapjaikon, katalógusaikban a sokféle termék mellett a következő termékeket ajánlják:

Sárgaréz rúd CuZn39Pb3 ötvözetben húzott kivitelben 3 méteres hosszúságban 2–70 mm átmérőig és sajtolt kivitelben 75–150 mm átmérőig¹

Sárgaréz lemezek, anyagminőség: CuZn15, CuZn37, CuZn39Pb2

Vörösréz szalagok E – Cu/SF– Cu/Cu –DHP ötvözetben

Vörösréz rúd négyzet E–Cu57 félkemény ötvözetben 3 méteres hosszúságban

Vörösréz cső SF– Cu lágy, félkemény és kemény ötvözetben 4–5 méteres hosszúságúak

Méret:

4 x 1 mm	12 x 2 mm	16 x 1,5 mm
5 x 1 mm	12 x 3 mm	20 x 2 mm
54 x 1,5 mm	13 x 1,5 mm	22 x 1,5 mm
10 x 1 mm	14 x 1 mm	25 x 1,5 mm
10 x 1,5 mm	15 x 1,5 mm	28 x 1,5 mm

Mit jelentenek a különböző réz profilok, csövek esetén alkalmazott anyagjelölések?

¹ <http://sargarez.lapunk.hu/?modul=oldal&tartalom=1061160>

<http://vorosrez.lapunk.hu/?modul=oldal&tartalom=1059966>

Milyen tulajdonságokkal rendelkeznek a színesfémek, köztük a réz és az ötvözetei?

Milyen célra alkalmazhatunk színesfémeket és ötvözeteiket?

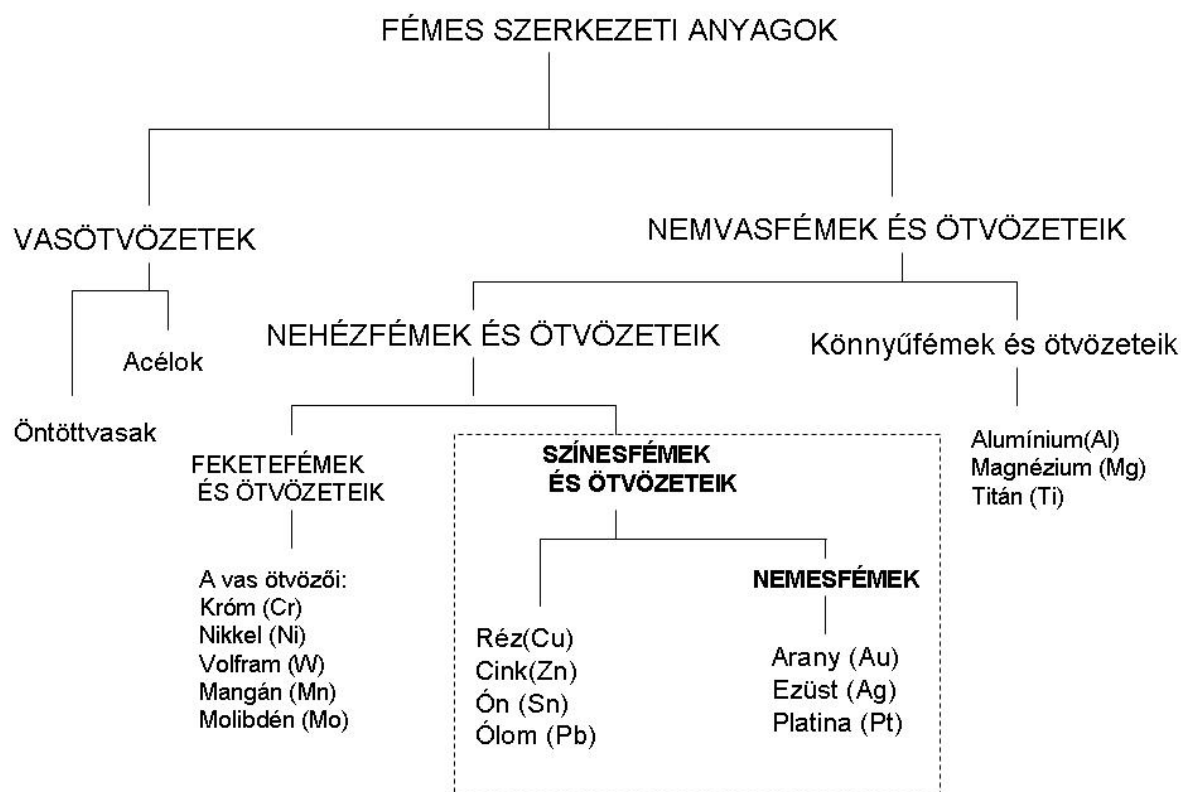
A szakmai információtartalom áttanulmányozása után választ kap a kérdésekre.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

1. Színesfémek:

A fémek kristályos szerkezetű, jó hő és villamos vezetőképességű, a higany kivételével szilárd anyagok. Vezetőképességük a hőmérséklet emelkedésével csökken.

A fémeket és a belőlük készült ötvözeteket sokféle szempont alapján csoportosíthatjuk. A gépipari alkalmazásukat tekintve fontos szempont lehet például a összetételük, sűrűségük, olvadáspontjuk, és korrózióállóságuk is. A 1. ábra a fémek szerkezeti anyagok csoportosítását mutatja be az előzőekben felsorolt jellemzők alapján, kiemelve a színesfémeket és ötvözeteiket.



1. ábra. A fémek szerkezeti anyagok

Nehézfémeken belül színesfémnek nevezzük a rezet, a cinket, az ólmot, az ónt és a nemesfémeket.

A nemvas fémek olvadáspontjuk szerint lehetnek:

Alacsony olvadáspontú, 1000°C alatt olvadó fémek

- ón (232°C),
- ólom (327°C),
- cink (419°C),
- alumínium (660°C),
- magnézium (650°C),
- ezüst (961°C),

Közepes olvadáspontúak 1000 °C –2000 °C között olvadó fémek

- arany (1063°C),
- réz (1083°C),
- mangán (1244°C),
- nikkel (1452°C),
- titán (1660°C),
- platina (1769°C),
- króm (1900°C),
- vanádium (1900°C),

Magas olvadáspontúak 2000 °C felett olvadó fémek

- molibdén (2620°C),
- volfrám (3380°C),

2. A réz és ötvözetek

A réz: (vörösréz)

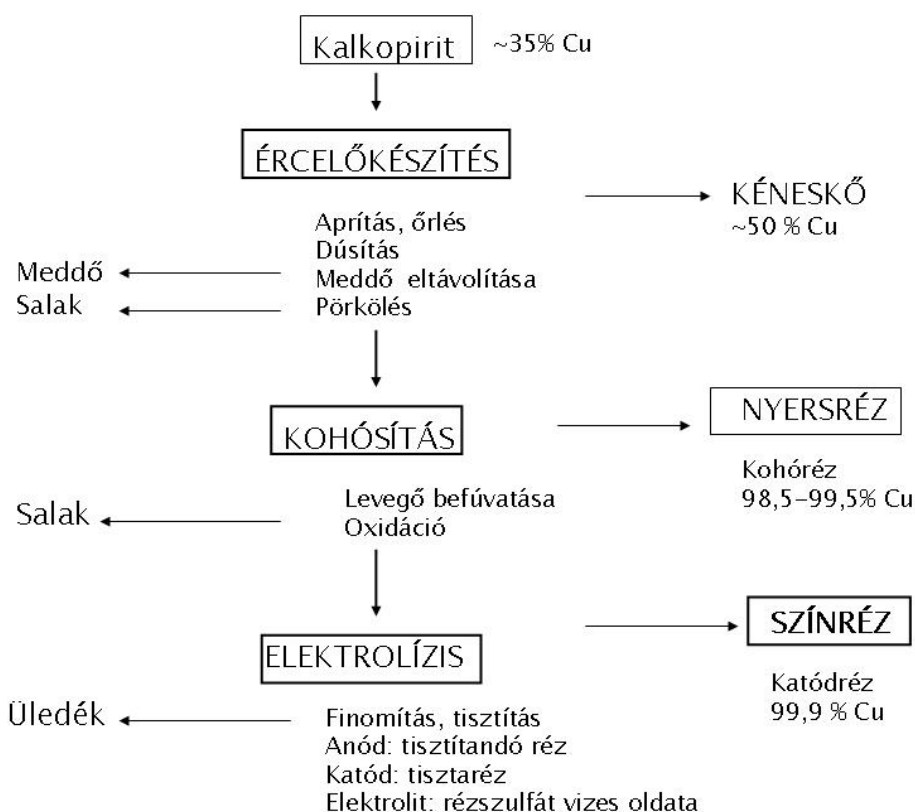
A réz (Cuprum) vegyjele: Cu, neve Ciprus szigetének nevéből származik, amely már az ókorban fontos rézlelőhely volt. A réz folyamatosan 100%-ban újrahasznosítható anélkül, hogy tulajdonságai változnának.

A réz előállítása:

A réz az acél és az alumínium után a legnagyobb mennyiségben használt fém. Chile, az Amerikai Egyesült Államok és Indonézia jelenleg a világ három legnagyobb réztermelője

A réz természetben természet tartalmazó ércekben, szulfidos ércekben és oxidos ércekben fordul elő.

A legegyszerűbben a természet tartalmazó ércekből lehetne előállítani a rezet, de ezek előfordulása rendkívül ritka, ezért a leggyakrabban előforduló szulfidos ércből a kalkopiritből (CuFeS_2) történik a réz előállítása. Az előállítás folyamatát és termékeit szemlélteti a 2. ábra



2. ábra. A réz előállítása

Rézből készült félgyártmányok:

Anyagminőségek jelölése:

- E-Cu: jó villamos vezető $\text{Cu} \geq 99,9\%$, a hegesztésre vagy keményforrasztásra való alkalmasság nem követelmény, előgyártmányok és ötvények készítésre alkalmas
- SE-Cu: jó villamos vezető $\text{Cu} \geq 99,9\%$, jól alakítható, hegeszthető, keményforrasztható
- SF-Cu: a villamos vezetőképesség nem követelmény $\text{Cu} \geq 99,9\%$, jó mechanikai tulajdonságok, hegeszthető, keményforrasztható, előgyártmányok készítésére
- OF-Cu: nagytisztaságú ($\text{Cu} \geq 99,95\%$), oxigénmentes réz előgyártmányok készítésére, hegeszthető és előforrasztható

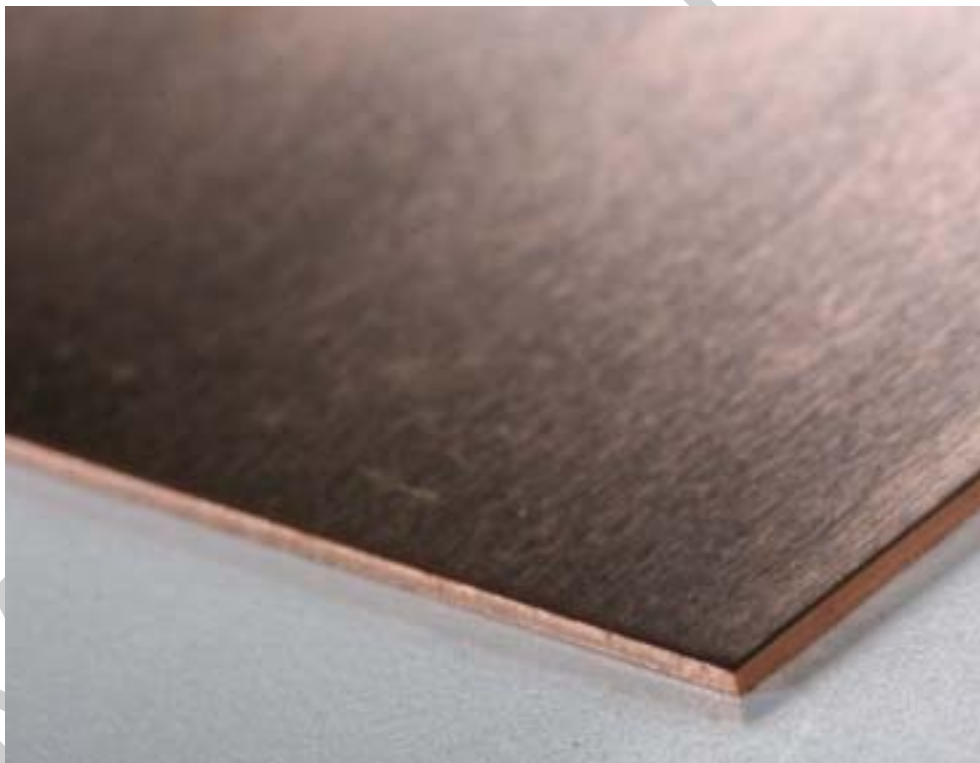
Az MSZ EN 1057:2006 szabvány alapján a SF- Cu és OF-Cu helyett a **Cu -DHP** vagy **CW024A** a jele foszforral dezoxidált, nagytisztaságú réznek ($\text{Cu} + \text{Ag} \text{ min } 99,90\%$ és $0,015\% \leq \text{P} \leq 0,040\%$),

Hengerelt termékek: a vörösréz lemezek és szalagok (3. ábra), melyeket hideghengerléssel és nyújtva egyengetve állítanak elő a felhasználási területnek megfelelő anyagminőségben. Alkalmazható anyagminőségek: SE-Cu, E-Cu, SF-Cu

Az E-Cu és SE-CU lemezeknek a vezetőképessége jobb, az SF-Cu lemezek mechanikai tulajdonságai kedvezőbbek. SF-Cu lemezeket akkor alkalmaznak, ha a korrózióállóság a fontos és nagyobb tisztaságú ötvözetre van szükség. A lemezek lágy, félkemény, kemény kivitelben készülnek.

Felhasználási területük:

- Híradástechnika, automatizálási terület
- Díszítőelemenként
- Burkolóanyagként
- Élelmiszeriparban
- Lepárlók, üstök anyagaként
- Külső és belső építészetben (tetőfedésre, bádogosipari anyagaként)
- Tömítő alátétként (magasnyomású hidraulikus berendezéseknél)
- Fémnyomott, mélyhúzott termékek gyártása
- Érme, kitűző Jelvény, plakett készítésére
- Lámpa gyártásra



3. ábra. Vörösréz lemezek²

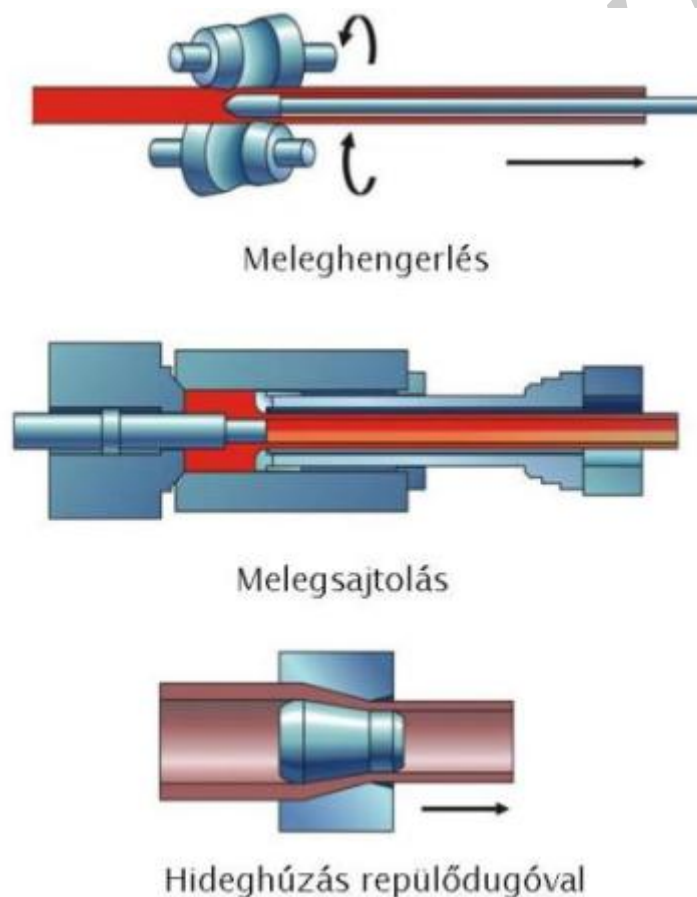
Húzott, sajtolt termékek:

² http://www.metallo-globus.hu/bid53/vorosrez_lemezek-szalagok/1

A varrat nélküli vörösréz csövek³ izzó réztuskó előgyártmányból meleghengerléssel, vagy melegsajtolással, majd több lépésben történő hideghúzással készülnek. A belső átmérő beállításához repülődugót használnak. (4. ábra)

A rézcsövek kialakítását a különböző célokra szabványok írják elő. Például a MSZ EN 1057:2006 szabvány a varrat nélküli, kör szelvényű rézcsövek kialakítását, anyagminőségét írja elő vízhez és gázhoz valamint egészségügyi és fűtési alkalmazásra. A szabvány alapján a rézcsöveket különböző keménységgel, szálban vagy tekercsben hozzák forgalomba lágy (R220) rézcső, félkemény (R250) rézcső és kemény (R250) rézcső megjelöléssel.

A réz szilárdsága hidegalakítással növelhető és hevítéssel ismét csökkenthető. Lágy és félkemény csövek előállításához a szilárdság közbenső hőkezeléssel, majd ezt követő hidegalakítással a kívánt értékre beállítható.



4. ábra. A rézcsövek előállítása⁴

³ MSZ EN 1057:2006 (Réz és rézötvözetek. Varrat nélküli, kör szelvényű rézcsövek vízhez és gázhoz, egészségügyi és fűtési alkalmazásra)



5. ábra. Vörösréz csövek⁵

Vörösréz rudak

A rudak különböző profillal (kör, négyszög, hatszög, lapos rúd) készülnek a felhasználói igényeknek megfelelő összetételben (SE-Cu, E-Cu, Sf-Cu)

A rézből készült rudak kiváló elektromos és hővezető képességének köszönhetően a villamosiparban például vezetősínként, villamos érintkezőként, kollektor szegmensként építik be. Az ipar egyéb területein mint tartó és díszítőelemként, szegélyek, keretek, csavarok kerülnek felhasználásra



6. ábra. Vörösréz rudak⁶

⁴ <http://www.rezinfo.hu/rezcsovek-gyartasa>

⁵ http://www.metallo-globus.hu/bid56/vorosrez_cso/1

Vörösréz huzalok:

Húzással készülnek, szabadon, illetve csévére tekercselve SE-Cu, E-Cu anyagminőségekben. Állapotuk lehet lágy, félkemény, kemény. Kiváló az elektromos-, és hővezető képességük mechanikai tulajdonságaik és korrózióállóságuk. Bevonható, galvanizálható és jól lakkozható (szigetelésként transzformátorokba)

Leggyakoribb felhasználási területek:

- Elektrotechnikai elektronikai elemekben
 - A kiskeresztmetszetű ún. hajszálhuzalok az elektronikai kapcsoló és a vezérlő elemek tekercseinek alapanyagai
 - A nagyobb keresztmetszetű huzalokat széles körben alkalmazzák gyenge és erősáramú vezetékhuzalként
- Díszmű ipari alkatrészek (szegecs, csavar) , ékszerek készítésénél
- Kötöző huzalként (galvánózásnál)



7. ábra. Vörösréz huzalok

A réz tulajdonságai:

Fizikai jellemzők:

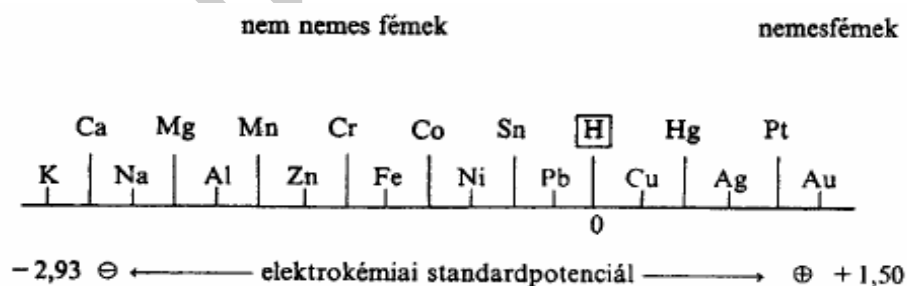
⁶ http://www.metallo-globus.hu/bid58/vorosrez_rud/1

A kémiailag tiszta réz kohóréz, katódrez) színe vörös. A villamos vezetőképesége jó (az ezüst után a második legjobb vezetőanyag), de az ötvözők és szennyezők hatására jelentős mértékben csökken. Hőtágulása kétszerese az acél hőtágulásának. Laponközéppontos kockarácsú, nem mágnesezhető fém

Fizikai jellemző	Érték
Olvadáspont	1083 °C
Sűrűség	8,9 kg/dm ³
Villamos vezetőképeség	58 m/Ωmm ²
Hőtágulási együttható	17*10 ⁻⁶ mm/m °C

Kémiai tulajdonságai:

- A periódusos rendszer I. b oszlopának 29. rendszámú eleme
- Kémiai szempontból **passzív fémnek** tekinthető, mert a fémek aktivitási⁷ sorában a hidrogén (H) után helyezkedik el. (8. ábra). Kémiai passzivitása miatt csak a tömény oxidáló savak (kénsav, salétromsav) oldják, míg a híg savakban (pl. sósavban) nem oldódik
- Azok a fémek, melyek a réznél alacsonyabb elektrokémiai standardpotenciálúak (aktívabbak), tönkremennek a kialakuló elektrokémiai korrózió miatt.



8. ábra. A fémek aktivitási sora

- Korrózióállósága jó, a nedves levegő megtámadja a felületét, de a levegő széndioxid tartalmával zöld színű réz-karbonát képez (*patina*) amely megvédi a külső, környezeti hatásoktól.

⁷ A fémek aktivitási sorában a sorban előrébb elhelyezkedő fém ki tudja szorítani vegyületeiből a utána következőt

Mechanikai tulajdonságok:

- A réz közepesen kemény (~60HB) fém
- Szakítószilárdsága $R_m = 150\text{--}200\text{ MPa}$, melynek értéke hidegalakítással növelhető 400–500 MPa értékre

Magyarázat: hidegalakítás hatására a szemcseszerkezet torzul és fokozatosan egyre jobban ellenáll a külső alakító erőnek, az anyag keménysége, szakítószilárdsága nő. Az alakítási keményedést a kristályszerkezetben lejátszódó folyamatok okozzák. Egy keményedési határ elérése után a további képlékeny alakításnál elkerülhetetlen a repedések kialakulása és az anyag törése, ezért hőkezelést kell alkalmazni (pl. újrakristályosító hőkezelés, lágyítás)

- Nyúlása: $A = 40\text{--}50\%$, mely a keménység növekedésével csökken
- A réz szilárdsági jellemzőinek javítása ötvözéssel is elérhető

Technológiai tulajdonságai:

- képlékenyen alakítható
- Nehezen önthető (nagy gázoldó képesség, sűrűn folyó)
- Forgácsolásra inkább ötvözeit alkalmazzák
- jól hegeszthető, de figyelembe kell venni jó hővezető és hidrogénoldó képességét
- A rézötvözetek hővezető képessége a színrézénél jóval kisebb. Mivel az ötvözők jelentős része oxigénelvonó hatású, a rézötvözetek könnyebben hegeszthetők, nehezíti azonban a hegeszthetőséget, hogy néhány ötvözőelem (pl. Zn) kisebb hőmérsékleten párolog.⁸

A réz alkalmazása:

- Vezetőanyagként, elektromotorokban, generátorokban
- Építészetben (tetők, ajtók)
- Épületgépészetben a víz, gáz, fűtés csővezetékei
- sűrített levegő vezetékei
- hőcserélőkben

A réz fontosabb ötvözeit:

A réz ötvözői:

Korlátlanul oldódnak a rézben:

- *Mangán* (Cu–Mn mangánbronz)
- *Nikkel*: (Cu–Mn nikkelbronz)

⁸<http://www.csukas.sulinet.hu/mggesz01/00-Segedanyagok/00-03-Forrasok/HegesztesZsebkonyv/1fej/1fej.htm>

Alkalmazásuk: villamos ellenállásanyagok

Korlátoltan oldódnak a rézben:

- *Cink* (Cu–Zn sárgaréz)
- *Ón* (Cu–Sn ónbronz)
- *Alumínium* (Cu–Al Alumíniumbronz)

Alkalmazásuk: szerkezeti anyagok

Nem oldódnak a rézben:

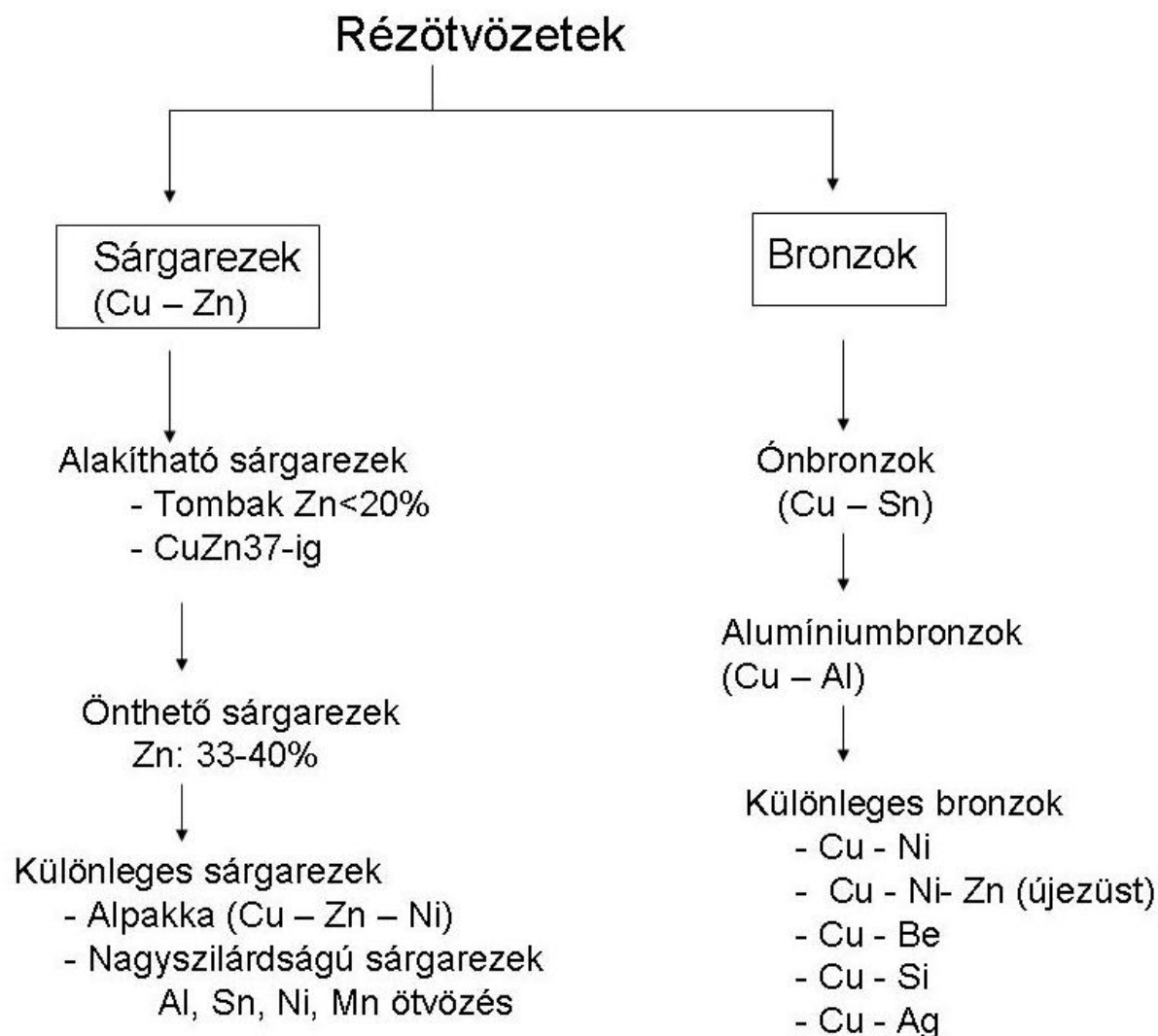
- *Ólom* (Cu–Pb ólombronz)

Alkalmazása: csapágyanyagok

- *Magnézium* (Cu – Mg **magnéziumbronz**)
- *Kadmium* (Cu – Cd **kadmiumbronz**)

Alkalmazásuk: villamos vezeték anyagok

A rézötvözetek főbb csoportjait mutatja be a *9. ábra*.



9. ábra. A rézötvözetek felosztása

Sárgarezek:

A sárgarezekben a réz ötvözője a cink, amelynek hatására a réz keménysége és szilárdsága nő, önthetősége javul, gázoldó képessége csökken, villamos vezetőképessége romlik, légköri hatásoknak ellenáll, jól polírozható lesz.

A sárgarezek

- 20 % Zn tartalomig hidegen jól alakíthatók, de kevésbé jól forgácsolhatók,
- 37% –50% Zn tartalomig melegen jól alakíthatók és jól forgácsolhatók.
- A különleges sárgarezekben a nikkel (Ni) és az alumínium (Al) a szilárdságot, keménységet és a szemcsefinomságot javítja, míg a Mn és az Sn a melegsilárdságot növeli és ellenállóvá teszi a sárgarezeket a tengervízzel szemben
- Az alpakka (újezüst) 5–30% nikkelt és 13–35% cinket tartalmaz, a korrózióállósága és rugalmassága miatt alkalmas dísz tárgyak evőeszközök, membránanyagok készítésére.

Alkalmazás:

- Radiátorcső, gáz-, vízszervények, szelepek, gépalkatrészek, fogaskerekek
- Forrasanyagok (CuZn40Si)
- Bútoripar
- Fürdőszobai szerelvények,
- Lakás-felszerelési termékek,
- Építőipar
- Speciális ötvözetű sárgaréz csövekből (pl. CuZn20Al2) kodenzátorok, ipari hőcserélők

Sárgarézből készült félgyártmányok:⁹

- Sárgaréz lemezek, anyagminőség: CuZn15, CuZn37, CuZn39Pb2
- Sárgaréz kör, négyszög, hatszög, lapos rudak, sárgaréz T-profilok, U-profilok, sarokprofilok. Anyagminőség: például CuZn39Pb3
- Sárgaréz csövek: CuZn37
- Különleges sárgaréz rudak. Anyagminőség: CuZn9Pb2, CuZn16Si2Pb1, CuZn31Si1/B, CuZn35Pb2, CuZn37Pb1Sn1, CuZn37Mn3Al2PbSi, CuZn40V, CuZn40Mn2Fe1
- Alpakka rudak, anyagminőség: CuNi7Zn39Mn5Pb3, CuNi7Zn39Pb3Mn2
- Ólmozatlan sárgaréz huzalok, profilhuzalok, anyagminőség: CuZn5, CuZn10, CuZn15, CuZn20, CuZn28, CuZn30, CuZn33, CuZn36, CuZn37, CuZn22Si3



10. ábra. Sárgaréz félgyártmányok: rudak, szalag, cső¹⁰

1. táblázat: A sárgaréz szilárdsági jellemzői, alkalmazása

⁹ <http://www.semigent.hu/index-21.html>

¹⁰ http://www.metallo-globus.hu/bid53/sargarez_lemezek-szalagok/1

Az ötvözet jele	Állapot	R _{p0,2} [MPa]	R _m [MPa]	A ₅ [%]	Felhasználás
Cu öntött		60	170	40	–
CuZn5		80	220–240	52	Tombak néven ismert ötvözetek
CuZn10	L a	90	240 360	38 5	Igen jól alakíthatók, mélyhúzhatók, villamos vezetők
CuZn15		100	250	38	Huzal, fémszövet, lemez, cső, rúd formájában
CuZn20	L a	110	270 400	40 8	Mikrohullámú berendezések, televíziós láncok anyagai
CuZn30	L a	125	280 430	45 12	Jól alakítható, nagyobb szilárdságú anyagok, pl. kondenzátor lemez, cső, kötőelemek, csavarok
Cu Zn33		130	290–310	45	
CuZn37		140	330–360	47	
CuZn40			400		Kopásálló anyag (Müntz ötvözet) Rúdautomatán megmunkálható
CuZn39Ni5Mn		140	380	50	Nagy szilárdságú, melegen jól alakítható ötvözet
CuZn28Sn1 CuZn36Pb2–3		160 140	350 340	50 36	Tengervízálló gépalkatrészek, kondenzátorcsövek készítésére alkalmas ötvözetek
CuZn40Al1Mn1		200	490	30	Jól forgácsolható, melegen sajtolható Nagy szilárdságú szerkezeti elemek készítésére alkalmas
CuZn37Si1					Forrasztanyag

L – lágy; a – alakított

Ónbronz

Az ónbronzok réz és ón ötvözetek. Felhasználásuk alapján az ónbronzok lehetnek:

- **Érembronzok:** kisebb óntartalmú, jól alakítható, szilárd oldat típusú ötvözetek, például: CuSn_2 ; CuSn_4 . Elsősorban érmék, rugók, csavarok, huzalok készítésére használják.
- **Gépbronzok:** 6–10 % óntartalmú, nagy szilárdságú rézötvözetek, amelyeknek a nyúlása sem csökken jelentősen, ezért gépalkatrészek készítéséhez alkalmazhatók. Például CuSn_6 ; CuSn_8 ötvözetek: fogaskerekek, csigakerekek, szivattyúalkatrészek, armatúrák készítésére használják
- **Csapágybronz:** 10–14% óntartalmú (CuSn_{12}) lágy alapszövetből (Cu–Sn szilárd oldat) és kemény vegyületkristályokból álló ötvözet, amely nagy szilárdsága, jó önthetősége és főleg jó siklási tulajdonsága miatt kiválóan alkalmas siklócsapágyak készítésére.
- **Harangbronz, szoborbronz:** a 14%-nál nagyobb óntartalmú bronzok, amelyek csak öntéssel alakíthatók a kívánt formára

Többalkotós ónbronzok

- **Vörösotvözet** (vörösfém): Cu–Sn–Zn ötvözetek, amelyekben az ón egy részét cinkkel helyettesítik például a $\text{CuSn}_{10}\text{Zn}_2$. Az ónbronzoknál olcsóbb, de kevésbé terhelhető ötvözetek. Önthetőségük és korrózióállóságuk jobb az ónbronzénál. Jó kopási tulajdonságú anyagok, ezért siklócsapágyak, vezetőelemek (pl. vezetőlécek) készítésére is alkalmasak.
- **Foszforbronz:** Cu–Sn–P ötvözetek. A kis mennyiségű foszfor ridegebbé, keményebbé teszi az ötvözetet. Jó siklási tulajdonságú, nagy szilárdságú anyagok ezért nagy felületi terhelésnél gépalkatrészek gyártására használják. Önthetőségük és korrózióállóságuk jó. A kevesebb ónt és foszfort tartalmazó ötvözetekből rudakat és lemezeket állítanak elő, míg a magasabb (8–20%) ón és foszfort (~ 1.5%) tartalmú ötvözeteket csapágyperselyek bélelésénél alkalmazzák.

Alumíniumbronz (Cu – Al)

A réz ötvözője az alumínium (5–11%), amelynek hatására a réz szilárdsága nő, korrózióállósága javul. Az alumínium tartalom növekedésével (8% felett) nagymértékben növekszik az ötvözet szilárdsága, de a szívósság és az alakíthatóság ezzel egyidejűleg csökken.

Az alumíniumbronzok szilárdságát és hőállóságát vas, nikkel illetve mangánötvözéssel növelik. A különleges alumíniumbronzok magas hőmérsékleten is nagy szilárdságúak, melegen jól alakíthatók.

Az alumíniumbronzokat széles körben használják fel a gépiparban, perselyeket, fogaskerekeket, dörzstárcsákat, tömszelencéket, dugattyúgyűrűket és csavarokat is készítenek.

Jól ellenáll a szerves savak és a tengervíz hatásának, még a kénsav sem támadja meg, ezért élelmiszeripari gépek és erős korrózióknak kitett szerkezetek készítésére alkalmas. Korrózióállóságuk miatt az alumíniumbronzokat fel tudják használni a vízvezetékek szerelvényeihez, szivattyúk és gőzturbinák öntvényeihez és a tengerhajó alkatrészek gyártására is.

Különleges bronzok

- **A szilíciumbronzokat (Cu-Si)** az ónbronzoik helyettesítésére alkalmazzák, mivel olcsóbbak, jól hegeszthetők, kopásállóak és korrózióállóak. Például AISi3 Alkalmazzák élelmiszeripari szerelvények, szennyvíztisztítók, füstszűrők öntött alkatrészeinek az előállítására.
- **Ólombronz:** csapágybélések anyaga (15–35% Pb). A kis szilárdságú, lágy ólom nagy sebességű hűtés mellett igen finom eloszlásban képes kiválni és kikristályosodni, ezzel a belőle készült siklócsapágyának különlegesen jó siklási tulajdonságokat biztosít
- **Csapágyfémek:** (Cu-Pb-Sn-Sb): lágy alapanyagba ágyazott kemény kristályok, a kemény szövetelem viseli a csap terhelését, biztosítja a csapágy kopásállóságát, a lágy alapanyag a jó beágyazó képességet és a siklási tulajdonságokat valósítja meg.
- Villamos ellenállásanyagok: **konstantán** (réz – nikkel 60–40%), **manganin** (réz– mangán – nikkel)

Figyelje meg a következő táblázatban a bronzok mechanikai tulajdonságainak a változását!

2. táblázat: Bronzok szilárdsági jellemzői, alkalmazása¹¹

ÖTVÖZET	R _{p0,2} [MPa]	R _m [MPa]	A ₅ [%]	Felhasználás
CuSn2		300	60	Szalag, huzal, cső, érem Öntészeti ötvözetek, armatúrák, gép és csapágybronzok, csigakerekek.
CuSn4	230	320	52	
CuSn6	250	350	60	
CuSn8		400–450	55	
CuSn10	180	200–350	3–10	
CuSn12	200	250–350	3–10	
CuSn8Zn5		200–250	4–10	
CuAl5 (ö) (s)		300 420	50 60	Szalag, huzal, cső Öntvények (ö), sajtolat termékek (s)
CuAl10 (ö)		450	30	

¹¹ Könnyű és színesfémek dr. Németh Árpád dr. Éva András
http://www.mtt.bme.hu/oktatas/segedanyagok/femek_technologiaja/gyakorlat/konnyu_szines_elok.pdf (2010. 07.03)

(s)		550–650	10	
CuAl10Fe3Mn (ö)		600	12	
CuAl10Fe4Ni4 (ö)		650	10	
Cu Si3		250	20	Korrózióálló, hegeszthető ötvözetek
CuSi1Ni3		600	12	
CuPb3		60	4	Csapágyötvözetek
CuPb25Sn5		180	6–8	
CuPb12Sn10		200	8	
CuCr1		350	17	Nagyszilárdságú vezetékhelyek
CuCr1Zn		400		
CuCo1,5Ag1Be0,4		705	8	
CuBe2NiTi	900–1000	1110–1350	2,5	Igen nagy szilárdságú szalag, lemez, öntvény. Nem szikrázik

3. Ólom (Pb) és ötvözetek

Tulajdonságai:

- Alacsony olvadáspontú (327 °C) fém
- Nehézfém, sűrűsége 11,34 g/cm³
- Rácsszerkezete: felületen középpontos köbös kristályrács
- Szürkésfehér, de levegőn gyorsan oxidálódik és sötét színűvé válik
- Nagy mennyiségben felhalmozódva az élő szervezetben mérgező hatású
- Korrózióálló és saválló, csak az oxidáló savak oldják például a salétromsav
- Kis szilárdságú ($R_m = 10\text{--}15\text{ MPa}$)
- Képlékeny fém, kis erővel, jól alakítható, önthető
- Hegeszthető és forrasztható fém
- Sugárzás elleni védelmet biztosít

Ötvözetek:

- Fő ötvözői az antimon (Sb), ón (Sn), és az arzén (As) növelik az ólom szilárdságát és a korrózióállóságát
- *Betűfém*: ólom–ón–antimon ötvözet (Pb – Sn – Sb) régi típusú nyomdaipari gépeken alkalmazták
- *Forrasztanyagok*:
 - *Cin*: ón–ólom (Sn–Pb) eutektikus összetételű forrasztanyag (37% Pb)
 - *Gyorsforrasztók*: alacsony olvadáspontú bizmut – ólom – ón–kadmiumötvözetek például a *Wood fém* (71 °C), *Lipowitz-fém* (55°C)

Előállítás:

- **Redukcióval:** az ólom ércét a galenitet (ólom-szulfid PbS) levegőn hevítik, majd a kapott ólom-oxidot kokszt hozzáadásával **redukálva** kapják az ólmot (pörköléssel redukció), melyet a nagyobb tisztaság eléréséhez tovább finomítanak
- **Elektrolízissel:** Nagy tisztaságú ólmot (99,99%) tudnak előállítani elektrolízissel



11. ábra. Ólom lemez¹²

Alkalmazása:

- Járművillamossági elemek: akkumulátor lemezek, saruk, csatlakozók, kábelköpenyek anyaga
- Röntgen és radioaktív sugárzás elleni védelemre (γ – sugarakat elnyeli)
- Lágyforrasztókban (cin, Wood fém, Lipowitz fém),
- csapágyanyagokban ötvözőként
- Vegyipari tartályok bélelésére
- Csövek és kábelburkolatok készítésére
- Festékgyártásban
- Üveggyártásban (ólom-oxid)
- Lőszergyártásban

4. Ón (Sn) és ötvözei

Tulajdonságai:

¹² http://www.metallo-globus.hu/bid104/olom_lemezek/1

- Alacsony olvadáspontú, 232 °C
- Nehézfém, sűrűsége 7,28 g/cm³
- Korrozóálló és saválló
- Nem mérgező
- Kis szilárdságú ($R_m = 15\text{--}30$ MPa)
- Képlékeny fém, kis erővel, jól alakítható, hengerelhető
- Stabil módosulata a tetragonális fehér ón (18–161° C között)
- *Ónpestis*: 18 °C alatt a fehér ón foltokban szürke ónná (gyémántrács) alakul, amely könnyen porlad, a belőle készült tárgyak tönkremennek
- *Ónzörej*: a meghajlított ónrúd jellegzetes hangja, amelyet az egymáson súrlódó kristályok okoznak

Ötvözői: ólom, arzén (As), antimon (Sb), bizmut (Bi)

Előállítás:

- Érc: kassziterit vagy ónkő (SnO_2)
- **Redukcióval**: az ónkő szénnel történő redukálásával

Alkalmazása

- Acéltárgyak bevonása: konzervdobozok (fehérbádog)
- Forrasztanyagok lágyforrasztáshoz: ón–ólom ötvözetek alacsony olvadáspontú eutektikus ötvöze a cin (Sn63Pb); Wood fém, Lipowitz fém
- Csapágyfém (fehérfém): ón, ólom, réz és antimon jól önthető ötvöze (Sn-Pb-Cu-Sb)
- Régebben csomagolásra: sztaniol fólia



12. ábra. Nyers ón¹³

5. Cink (Zn) és ötvözei

¹³ http://www.mtgfemonto.hu/anyag_on.php

Tulajdonságai:

- Hétköznapi neve a horgany
- Színe kékes-fehér árnyalatú, fémes fényű
- Alacsony olvadáspontú, 419 °C
- Nehézfém, sűrűsége 7,14 g/cm³
- Hexagonális kristályrácsú, kevésbé alakítható
- Jó villamos vezető
- Jó korrózióálló, felületi bevonatok készítésére alkalmas az emberi szervezetre nagyobb mennyiségben káros, ezért cinkkel bevont edényben nem szabad élelmiszert tartani
- Jól önthető fém, de az öntött cink kis szilárdságú, rideg anyag.
- Szakítószilárdsága ($R_m = 120\text{--}150\text{ MPa}$)
- 150–200°C közötti hőmérsékleten kovácsolható, 200°C felett rideggé, törékennyé válik

Előállítás:

- Legfontosabb ércei: szfalerit (ZnS); cinkit (ZnO)
- oxidjának **redukciójával** (retortás eljárás), vagy sóinak **elektrolízisével**.

Felhasználása:

- Korrózióálló bevonatok készítésére horganyzott lemez formájában
- *Szürkebadog*: cinkkel (horgannyal) bevont vaslemez, melyet tetőfedésre, esőcsatornák, párkányok, vödrök készítésére használnak
- A villamos iparban galvánelemek elektródáiként és szárazelemek gyártásához alkalmazzák
- Ötvöző anyagként, például a réz és alumínium ötvözetekben

Ötvözetek:

- A cink – alumínium (Zn–Al) ötvözetek jó szilárdságú és jól önthető anyagok, de öregedésre hajlamosak
- A cink– alumínium–réz (Zn–Al–Cu, Zn–Al–Cu–Mg) ötvözetek öregedési hajlama kisebb, szakítószilárdságuk $R_m = 260\text{--}300\text{ MPa}$, a drágább rézötvözetek helyettesítésére alkalmasak



13. ábra. Szürkebádóg

6. Nemesfémek

A nemesfémek szokásos környezeti hatásokra nem oxidálódnak, kis reakcióképességű, kémiaiag passzív, ritka fémek. "Nemes" jelzőjüket is e tulajdonságok miatt kapták. A nemesfémek közé soroljuk a rézcsoporthoz tartozó elemek közül az aranyat és az ezüstöt, valamint a platina-csoport elemeit, a platint és a platina-fémeket. (ruténium, a ródium, a palládium, az ozmium, az irídium)

A nemesfémek közül az ezüst a legjobb villamos és hővezető, az arany a legjobb a korrózióállósága és a platina a legmagasabb olvadáspontú fém

Ezüst (Ag)

Az ezüst fehér színű, 1000 °C alatt olvadó (960 °C), az aragnál könnyebb, de a réznél és a vasnál nehezebb fém (sűrűsége 10,5 g/cm³). A fémek közül a legjobb a villamos és hővezető képessége. Baktériumölő hatása miatt már az ókorban is használták. Szabályos lapközepes kockarácsú fém, az arany után a legjobban alakítható, kis szilárdságú.

Jól ötvözhető, ötvözői lehetnek a réz, cink, kadmium, nikkel, ólom, ón, és a nemesfémek.

Alkalmazása:

- Fő alkalmazási területe a villamos ipar, elektrotechnika, vezetőanyagok, érintkezők, elektródák készítésére
- Alkalmazzák a fototechnikában
- Bevonatok készítésére, a galvántechnikában anódként
- Forrasztanyagként a keményforrasztásban
- Dísz tárgyak, használati tárgyak készítésére
- Az ékszergyártás fontos alapanyaga

Arany (Au)

Az arany sárga színű, közepes olvadáspontú ($1063\text{ }^{\circ}\text{C}$), nehézfém (sűrűsége $19,3\text{ g/cm}^3$) Villamos és hővezető képessége kiváló. Magas hőmérsékleten sem lép reakcióba az oxigénnel és a kénnel. Lapközepes, köbös rácsszerkezetű, jól alakítható fém, akár $0,0001\text{ mm}$ vastagságú lemezzé is hengerelhető.

Az arany a természetben színállapotban is megtalálható, de kis szilárdsága és a kis kopásállósága miatt leggyakrabban ötvözeit alkalmazzák. Az aranyat általában rézzel és ezüsttel ötvözve használják és az összetételét a karáttal fejezik ki. A színarany 24 karátos, de ékszereknél alkalmazzák a 18 (18/24 rész arany) és a 14 (14/24 része arany) karátos aranyat is.

Alkalmazása:

- Elektronikai, híradástechnikai gyártmányok, érintkezők anyaga, félvezető egységek kivezetéseinek bevonása
- Ékszerek készítésére (Ag, Cu, Ni, Pd ötvözés) sárga, vörös és fehérarany az ötvözés mértékétől függően
- Egészségügyben pl. gyógyszerek készítésére
- Érmék, plakettek készítésére

Platina

Magas olvadáspontú (1769°C), a nemesfémek csoportjába tartozó **nehézfém** (sűrűsége $21,45\text{ g/cm}^3$). Kémiaiilag ellenálló, lapközepes, köbös rácsszerkezetű, kis szilárdságú fém. Kopásállóságát, keménységét ötvözéssel növelik. Általában a platinafémekkel együtt fordul elő, vagy elemi állapotban a nikkel és réz ásványokban. Ötvözői a réz, ezüst, palládium (Pd) és a ródium (Rh)

Alkalmazása:

- benzinüzemű gépkocsik katalizátoraiban,
- üvegipar
- Vegyületeit a gyógyszeriparban
- Ékszerek készítésénél

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. Olvassa el a színesfémek és fémes szerkezeti anyagok felosztására vonatkozó információtartalmat! Oldja meg a következő feladatokat!

- Nézzon körül a tantermében és sorolja fel az ott látható anyagokat! Van-e közöttük színesfém vagy ötvözet?
- Sorolja fel a színesfémek közül az $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatt olvadókat!
- Melyik a legmagasabb olvadáspontú színesfém?

2. Olvassa el a rézre vonatkozó információtartalmat! Válaszoljon a kérdésekre! A kérdések alapján készítsen rövid szöveges vázlatot!

- Miből állítják elő a rezet? Melyek a rézgyártás termékei?
- Sorolja fel a vörösrézből készült féltermékeket! Milyen anyagminőségben készülhetnek?
- Hogyan állítják elő a vörösréz csöveket? Melyik szabvány írja elő a velük szemben támasztott követelményeket?
- Milyen profilban és anyagminőségben készülnek a vörösréz rudak?
- Milyen fizikai tulajdonságai alapján alkalmazzák a vörösrézet a villamos iparban és a hőcserélőkben?
- Milyen tulajdonságai alapján alkalmazható a réz az építészetben és az épületgépészetben?
- Hogyan növelhető a vörösréz szilárdsága?

3. Értelmezze az esetfelvetésben található vörösrézre vonatkozó anyagjelöléseket!

4. Nézzon utána tankönyvekben, internetes oldalakon a következő kérdéseknek!

- Mérgező-a réz?
- Milyen tulajdonsága miatt használható a réz a kórházakban a vírusok terjedésének a megakadályozására?
- Hogyan alakul ki a patina?
- Mit jelent a réz újrahasznosítása?

Ajánlott oldalak:

- <http://vmek.oszk.hu/01100/01199/html/altalano.htm>
- http://www.rezinfo.hu/files/nodes/vorosrez_szerepe_az_orvostudomanyban_091120.pdf
- <http://hu.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9z>
<http://www.rezinfo.hu/patinakepzodes>

5. Amikor a Szabadságszobrot (New York) egy évszázadnál is régebben felépítették, mintegy 100 tonna rézborítást használtak fel a szobor külsején 2000 merevítő vasoszloppal együtt. Az idők során a vasszerkezet vastagsága az eredeti felénél is kisebbre fogyott, így aztán még 1986. július 4, vagyis a szobor századik születésnapja előtt javítási munkákra volt szükség. Miért?

<http://www.klte.hu/~wwwinorg/essays/essay072.html>

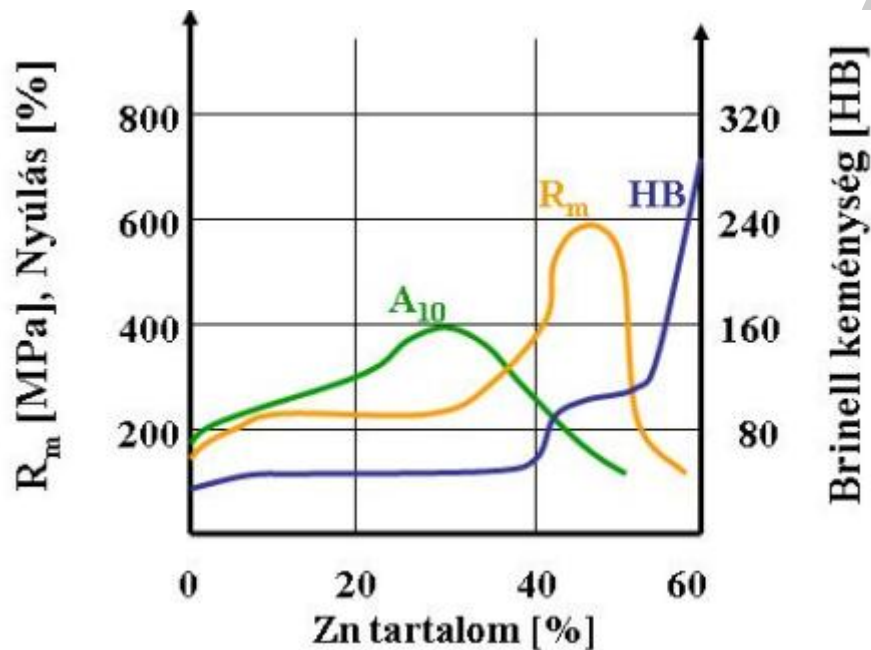
6. Olvassa el a sárgarezekre vonatkozó információtartalmat és értelmezze az 1. táblázat adatait!

Válaszoljon a következő kérdésekre! A kérdések alapján készítsen rövid szöveges vázlatot!

- Sorolja fel a réz fő ötvözőit és a velük alkotott ötvözeteket!
- Milyen tulajdonságát javítja a cink a réznek? Indokolja meg válaszát az 1. táblázatban szereplő adatok alapján!

- Forgácsolható-e a sárgaréz? Válasszon jól forgácsolható összetételt az 1. táblázatból!
- Melyek a különleges sárgarezek ötvözői? Milyen hatással vannak a sárgaréz mechanikai tulajdonságaira? Indokolja meg választát az 1. táblázatban szereplő adatok alapján!
- Milyen összetételű sárgarezet választana csavarok készítéséhez? Használja az 1. táblázatban szereplő adatokat!
- Milyen különleges sárgarezet választana esztétikus megjelenésű dísz tárgyak készítésére?
- Soroljon fel sárgaréz félgártmányokat és írjon példát szabványos jelölésükre!

7. Értelmezze a következő ábrát és válaszoljon a kérdésekre!



14. ábra. ¹⁴

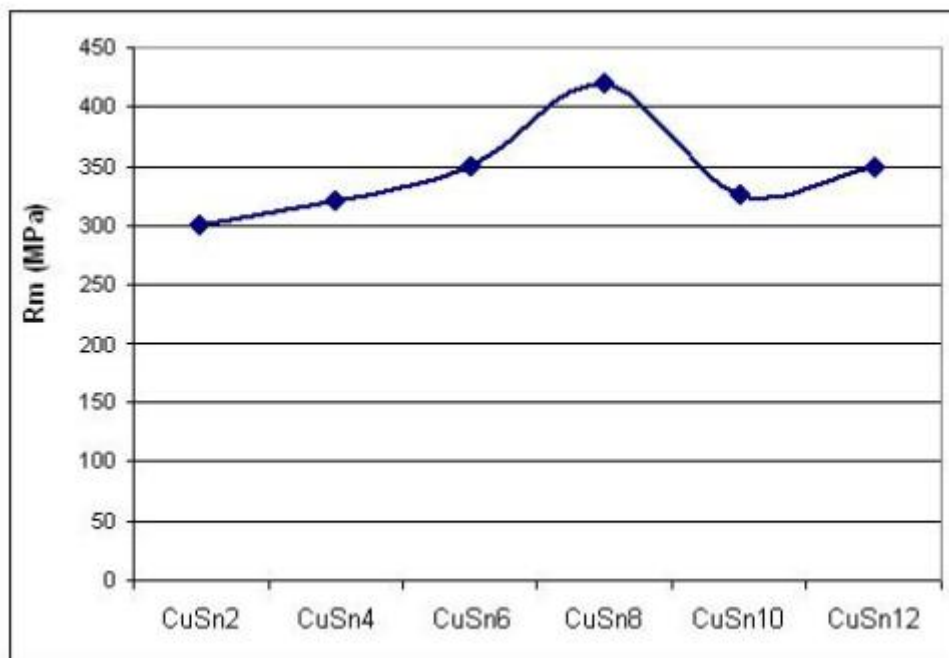
- Melyik ötvözet jellemzőit ábrázolja a diagram?
- Milyen tulajdonság csoporthoz tartoznak, és mit jelentenek az ábrán található jellemzők: R_m ; A_{10} ; HB?
- Hány % Zn-tartalomig növekszik a százalékos nyúlás értéke? Mennyi a maximális értéke?
- Hány % Zn-tartalomtól nő nagymértékben a szakítószilárdság?
- Mennyi a szakítószilárdság maximuma? Milyen összetételű ez az ötvözet?
- Hány % Zn-tartalomtól nő nagymértékben a keménység? Miért?
- Hány % Zn-tartalomig alakítható jól képlékenyen az ötvözet?
- Olvassa le az ábráról a CuZn20 jelű ötvözet szilárdsági jellemzőit!

8. Tanulmányozza a bronzokra vonatkozó információ tartalmát! A kérdések alapján készítsen rövid szöveges vázlatot!

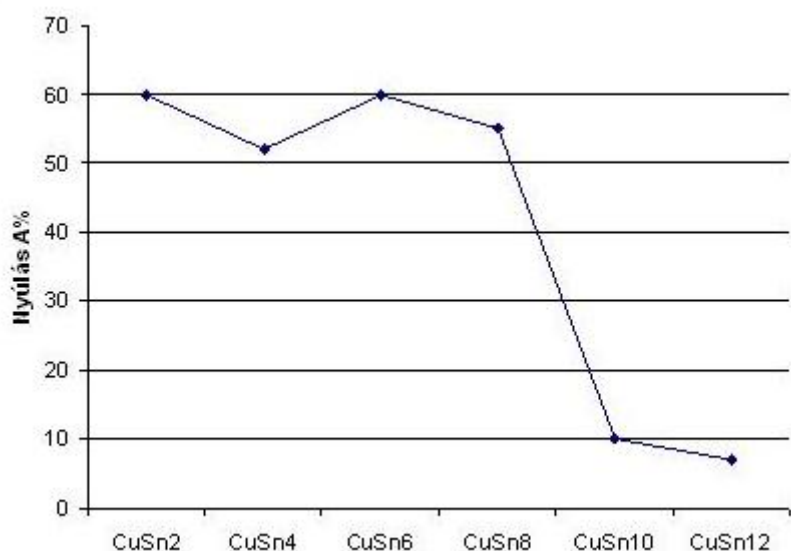
¹⁴ http://www.anyagvizsgaloklapja.hu/hu/pps/rez_es_otvozetek.pps#258,4,Sárgaréz

Válaszoljon a következő kérdésekre!

- Sorolja fel a fontosabb bronzokat! Melyek a réz fő ötvözői ezekben az ötvözetekben? Milyen ónbronzokat különböztetünk meg felhasználásuk alapján?
- Gyűjtse ki a 2. táblázatból az ónbronzokat! Határozza meg óntartalmukat!
- Hogyan változik az ónbronzok szilárdsága az óntartalom növekedésével? Olvassa le a diagramról!
 - Melyik összetételű ötvözetnek a legnagyobb a szakítószilárdsága? Milyen ötvözetcsoporthoz tartozik ez az ötvözet? (Felhasználás alapján történő csoportosítás)
 - Melyik összetételű ötvözetnek a legkisebb a szakítószilárdsága? Milyen ötvözetcsoporthoz tartozik ez az ötvözet?



15. ábra.



16. ábra.

- Hogyan változik az ónbronzok nyúlása az óntartalom növekedésével? Olvassa le a 16. ábrán látható diagramról!
 - Milyen óntartalomnál csökken nagymértékben a nyúlás? Hány százalék ez a csökkenés? Milyen ötvözetcsoporthoz tartozik ez az ötvözet?
 - A gépbronzoknak vagy a csapágybronzoknak nagyobb a nyúlása?
 - A két ábra alapján válassza ki azt az ötvözetet, amelynek a szakítószilárdság növekedése nem okozza a nyúlás csökkenését?
 - Melyik ötvözetet választaná csigakerekek készítésére?
- Milyen ötvözőkkel növelik az alumíniumbronzok szilárdságát és hőállóságát?
- Hasonlítsa össze a 2. táblázat alapján az öntött és sajtolt alumíniumbronzok szilárdsági tulajdonságait! Milyen összefüggés látható a táblázatban a szakítószilárdság és a nyúlás változása között?

Értelmezze a következő anyagjelölést: CuAl10Ni5Fe4!

- Melyik ötvözetcsoporthoz tartozik az ötvözet?
- Milyen mennyiségben tartalmazza a különböző ötvözőket?

Keressen a gyártók forgalmazók honlapjai példákat a bronzok jelölésére és ezek alkalmazására!

Ajánlott oldalak:

<http://www.abmkupral.hu/rezotvoretkek/Onbronze.htm>

<http://www.abmkupral.hu/rezotvoretkek/alotvoret.htm#cual10ni5fe4>

9. Olvassa el az információtartalom ónra, ólomra és cinkre vonatkozó fejezeteit!

Válaszoljon a kérdésekre! A kérdések alapján készítsen rövid szöveges vázlatot!

- Hasonlítsa össze az ólom ón és cink sűrűségét és olvadáspontját az acélokéval! Az adatok kikereséséhez használjon műszaki táblázatokat!¹⁵
- Milyen kémiai tulajdonsága alapján tudják alkalmazni az ólmot sugárzás elleni védelemre?
- Milyen fizikai tulajdonsága alapján tudják alkalmazni az ólmot és az ónt forrasztanyagokban?
- Írjon példákat az ón ötvözőként való alkalmazására!
- Mit jelent az "ónpestis" kifejezés?
- Miért nem alkalmaznak a vízvezetékelnél ólomcsövet?
- Hogyan alakítható a cink?
- Miért nem szabad cinkkel bevont edényben élelmiszert tartani?
- Sorolja fel a cink ötvözőit!

10. Nézzon utána tankönyveiben vagy az interneten!

- Milyen feltételeket támasztanak a csapágyanyagokkal szemben?
- Mit készítenek a Babbitt-fémből?
- Mit nevezünk tükörfémnek?
- Honnan származik az ón neve?
- Mit nevezünk retortás eljárásnak?

Ajánlott internetes oldalak:

<http://hmika.freeweb.hu/Kemia/Html/Cink.htm>

<http://www.kfki.hu/chemonet/hun/tudakozo/szavak/on.html>

11. Gyűjtse ki az információtartalomból a színesfémek legfontosabb tulajdonságait a következő táblázatba! A korrózióállóság, alakíthatóság, vezetőképesség jellemzésére használja a "jó, közepes és nem megfelelő" kifejezéseket!

A fém neve/vegyjele	olvadáspont	sűrűség	rácsszerkezet	korrózióállóság	szilárdság	alakíthatóság	vezetőképesség
Réz/.....							
Ón/.....							
Ólom/.....							

¹⁵ Frischherz–Dax–Gundelfinger–Haffner–Itchner–Kotsch–Staniczek: Fémtechnológiai

Cink/.....							
------------	--	--	--	--	--	--	--

12. Olvassa el az információtartalom nemesfémekről szóló fejezeteit! Válaszoljon a következő kérdésekre! A kérdések alapján készítsen rövid szöveges vázlatot!

- Milyen anyagcsoportba tartoznak a nemesfémek (1. ábra)?
- Milyen jellegzetes tulajdonságuk különbözteti meg a többi fémtől a nemesfémeket?
- Milyen tulajdonsága alapján és hol alkalmazzák az ezüstöt?
- Milyen tulajdonsága alapján és hol alkalmazzák az aranyat?
- Milyen tulajdonsága alapján és hol alkalmazzák a platínát?

13. Nézzzen utána tankönyvekben, internetes oldalakon a következő kérdéseknek!

- Mi a hamis arany?
- Mi az aranymosás?
- Hogyan állítják elő az ezüstöt?
- Milyen cseppvizsgálat és a karcpróba?
- Milyen összetételű a fehérarany?

Ajánlott internetes oldal:

<http://btoma.freeweb.hu/htmls/nemesfemek.htm>

14. Gyűjtse ki az információtartalomból a nemesfémek legfontosabb tulajdonságait a következő táblázatba! A korrózióállóság, alakíthatóság, vezetőképesség jellemzésére használja a "jó, közepes és nem megfelelő" kifejezéseket

A fém neve/vegyjele	olvadáspont	sűrűség	rácsszerkezet	korrózióállóság	szilárdság	alakíthatóság	vezetőképesség
Arany/.....							
Ezüst/.....							
Platina/....							

Oldja meg az önellenőrző feladatokat! Ellenőrizze válaszainak helyességét a megoldásban! Több hibás válasz esetén olvassa el ismét a szakmai információtartalom vonatkozó fejezeteit!

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK**1. feladat**

Válassza ki a következő fémek közül a kizárólag színesfémeket tartalmazó csoportot!

- a) Cu, Mg, Zn, Au
- b) Pb, Zn, Cu, Sn
- c) Sn, Pb, Al, Ag

2. feladat

Melyiknek nagyobb a réztartalma? Írja a helyes válasz betűjelét a vonalra!

- a) katódrez
- b) kohórez

3. feladat

Melyik állítás vonatkozik a rézre? Írja a helyes válasz betűjelét a vonalra!

- a) A felületén képződő patina nem összefüggő, ezért nem korrózióálló
- b) Az ezüst után a második legjobb vezetőanyag
- c) Elsősorban szerkezeti anyagként alkalmazzák
- d) Hőtágulása kétszerese az acélénak
- e) Mágnesezhető fém
- f) Szilárdsága nagyobb az alumíniumnál

4. feladat

Válassza ki a sárgarezekre jellemző tulajdonságokat! Írja a helyes válaszok betűjelét a vonalra!

- a) A 20% feletti cink tartalmú sárgarezek jobban forgácsolhatók
- b) Szilárdsága kisebb a vörösréz szilárdságánál
- c) 20% ötvöző tartalomig hidegen is jól alakítható
- d) Vezetőképessége jobb a vörösréz vezetőképességénél
- e) Jobban önthető, mint a vörösréz

5. feladat

Állítsd növekvő sorrendbe olvadáspontjuk alapján a következő fémeket!

Réz, horgany, ólom, ón, ezüst arany, platina

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____

6. feladat

Melyik fémhez tartoznak az ABC nagybetűivel jelölt anyagok, jellemzők? Írja az összetartozó betűjeleket a táblázatba!

- A) szürkebádóg
- B) Palládium
- C) betűfém
- D) fehérbádóg
- E) karát
- F) 960 °C
- G) kalkopirit

- a) réz _____
- b) ón _____
- c) arany _____
- d) ezüst _____
- e) cink _____
- f) ólom _____
- g) platina _____

7. feladat

Mit jelent az "ónzörej" kifejezés? Írja a helyes válaszok betűjelét a vonalra!

- a) Az ón hidegalakításakor keletkező jellegzetes hang
- b) Az ón meleg alakításakor keletkező jellegzetes hang
- c) Az ón öntésekor keletkező jellegzetes hang

8. feladat

Melyik színesfémeket vagy ötvözeteket választaná a következő alkalmazásokhoz? Írja a választott fém vegyjeleit vagy vegyjeleiket az alkalmazások mellé!

Épületek burkolására _____
Érmék, plakettek készítésére _____
víz, gáz és fűtőcsövekhez _____
Lágyforrasztó anyagokhoz _____
Keményforrasztó anyagokhoz _____
Lőszergyártáshoz _____
Esőcsatornához bevonóanyagként: _____
Gépalkatrészek pl. fogaskerek készítésére _____

9. feladat

Sorolja fel az ónbronzok fajtáit felhasználásuk alapján! Válassza ki a felsorolt ötvözetek közül az egyes csoportokba tartozókat és írja mellé a vonalra!

CuSn2; CuSn4; CuSn6; CuSn8; CuSn10; CuSn12; CuSn14; CuSn16;

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

10. feladat

Értelmezze a következő anyagminőségeket! Írja a felsorolt anyagok mellé a hozzátartozó jelöléseket!

Cu-DHP; CuZn10; E-Cu58; CuZn37; CuNi8; CuCr1; CuPb3; CuAl10; CuSn8Zn5

Vörösréz _____

Tombak _____

Sárgaréz _____

nikkelbronz _____

Krómbronz _____

Ólombronz _____

Alumíniumbronz _____

Vörösötvözet _____

MUNKANYAG

MEGOLDÁSOK

1. feladat

- b) Pb, Zn, Cu, Sn

2. feladat

- a) katódrez

3. feladat

- b) Az ezüst után a második legjobb vezetőanyag
d) Hőtágulása kétszerese az acélénak
f) Szilárdsága nagyobb az alumíniumnál

4. feladat

- a) A 20% feletti cink tartalmú sárgarezek jobban forgácsolhatók
c) 20% ötvöző tartalomig hidegen is jól alakítható
e) Jobban önthető, mint a vörösréz

5. feladat

1. ón, 2. ólom; 3. horgany; 4. ezüst, 5. arany; 6. réz; 7. platina;

6. feladat

a	G
b	D
c	E
d	F
e	A

f	C
g	B

7. feladat

a) Az ón hidegalakításakor keletkező jellegzetes hang

8. feladat

Épületek burkolására: **réz**

Érmék, plakettek készítésére: **arany, ezüst, bronz**

víz, gáz és fűtés csövekhez: **réz**

Lágyforrasztó anyagokhoz: **ón, ólom**

Keményforrasztó anyagokhoz: **sárgaréz, ezüst**

Lőszergyártáshoz: **ólom**

Esőcsatornákhöz bevonó anyagként: **cink (horgany)**

Gépalkatrészek pl. fogaskerek készítésére: **ónbronz, alumíniumbronz, sárgaréz**

9. feladat

1. Érembronz: **CuSn2; CuSn4**

2. Gépbronz: **CuSn6; CuSn8**

3. Csapágybronz: **CuSn10; CuSn12**

4. Harang és szoborbronz: **CuSn16;**

10. feladat

- Vörösréz: **Cu-DHP; E-Cu58**
- Tombak: **CuZn10**
- Sárgaréz: **CuZn37**
- Nikkelbronz: **CuNi8**
- Krómbronz: **CuCr1**
- Ólombronz **CuPb3**
- Alumíniumbronz: **CuAl10**
- Vörösötvözet: **CuSn8Zn5**

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Frischherz–Dax–Gundelfinger_Haffner–Itchner–Kotsch–Staniczek: Fémtechnológiai Táblázatok B+V lap-és Könyvkiadó Kft, 1997

Dr. Bagyinszki Gyula – Dr. Kovács Mihály: Gépipari alapanyagok és félkész gyártmányok ANYAGISMERET, Tankönyvmester Kiadó, Budapest, 2001

Dr. Márton Tibor – Plósz Antal – Vincze István Anyag-és gyártásismeret a fémipari szakképesítések számára, Képzőművészeti Kiadó, 2007

Fenyvessy Tibor–Fuchs Rudolf–Plósz Antal Műszaki táblázatok, Budapest, 2007

Internetes oldalak:

<http://sargarez.lapunk.hu/?modul=oldal&tartalom=1061160> (2010. 07.10)

<http://vorosrez.lapunk.hu/?modul=oldal&tartalom=1059966> (2010. 07.10)

<http://www.metallo-globus.hu> (2010. 07.12)

<http://www.rezinfo.hu> (2010. 06.15)

<http://www.csukas.sulinet.hu/mggesz01/00-Segedanyagok/00-03-Forrasok/HegesztesZsebkonyv/1fej/1fej.htm> (2010. 07.15)

<http://www.semigent.hu/index-21.html> (2010. 07.15)

Könnyű és színesfémek dr. Németh Árpád dr. Éva András
http://www.mtt.bme.hu/oktatas/segedanyagok/femek_technologiaja/gyakorlat/konnyu_szines_elok.pdf (2010. 07.18)

http://www.mtgfemonto.hu/anyag_on.php (2010. 07.19)

<http://vmek.oszk.hu/01100/01199/html/altalano.htm> (2010. 07.20)

<http://hu.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9z> (2010. 07.20)

http://www.anyagvizsgaloklapja.hu/hu/pps/rez_es_otvozetek.pps#258,4,Sárgarézt (2010. 07.20)

<http://www.abmkupral.hu/rezotvozetek/> (2010. 07.20)

<http://btoma.freeweb.hu/htmls/nemesfemek.htm> 2010. 07.22)

Szabványok:

MSZ EN 1057:2006 (Réz és rézötvözetek. Varrat nélküli, kör szelvényű rézcsövek vízhez és gázhoz, egészségügyi és fűtési alkalmazásra)

AJÁNLOTT IRODALOM

Dr. Bagyinszki Gyula – Dr. Kovács Mihály: Gépipari alapanyagok és félkész gyártmányok ANYAGISMERET, Tankönyvmester Kiadó, Budapest, 2001

Dr. Márton Tibor – Plósz Antal – Vincze István Anyag-és gyártásismeret a fémipari szakképesítések számára, Képzőművészeti Kiadó, 2007

Fenyvessy Tibor–Fuchs Rudolf–Plósz Antal Műszaki táblázatok, Budapest, 2007

MUNKANYAG

A(z) 0225-06 modul 005-ös szakmai tankönyvi tartalomeleme
felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
31 521 02 0000 00 00	CNC-forgácsoló
31 521 09 1000 00 00	Gépi forgácsoló
31 521 09 0100 31 01	Esztergályos
31 521 09 0100 31 02	Fogazó
31 521 09 0100 31 03	Fűrészipari szerszámélező
31 521 09 0100 31 04	Köszörűs
31 521 09 0100 31 05	Marós
33 521 08 0100 31 01	Szíkraforgácsoló
33 521 08 0000 00 00	Szerszámkészítő

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
30 óra

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató