



Galvanikus ónnal bevont csatlakozófelületeken képződő ón tűkristályok vizsgálata

Radányi Ádám, Sycheva Anna, Török Tamás, Gácsi Zoltán



Anyagtudományi Szakmai Nap
Miskolci Egyetem
2014.03.05.



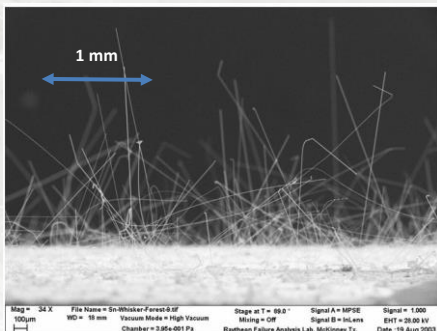
Az előadás tartalma



- Bevezetés
- Nemzetközi kutatási eredmények az elmúlt évtizedekben
- Káresemények a tűkristály képződés hatására
- Tűkristály képződést befolyásoló tényezők
- Kutató munkánk célja
- Az elvégzett kísérletek bemutatása
- Kísérleti eredmények
- Összefoglalás és következtetések
- További tervek



Bevezetés



Whisker = hajszálszerű kristályos struktúrák (kinövések), melyeket leginkább tiszta ónnal (vagy cinkkel) bevont felületeken figyeltek meg.

Átmérőjük általában leggyakrabban kb. 1 μm , Hosszúságuk 10 mm fölött is lehet (többnyire 1 mm körüli).

Az apró, integrált elektronikai elemek között rövidzárlatot okozhatnak.

http://www.sigcon.com/Pubs/news/10_01.htm

<http://www.miataturbo.net/attachments/insert-bs-here-4/68597d1361839983-all-your-electronic-belong-us-tin-whiskers-what-whiskers.jpg>



Nemzetközi kutatási eredmények



1946 Cobb galván kadmium bevonattal ellátott kondenzátor lemezeken túrkristályokat talált. 1948 a Bell Telefontársaság Cd túrkristályokat észlelt => meghibásodások => széleskörű kutatásokat is indítottak.

1956 Arnold az **ólommal ötvözést** javasolja a túrkristályképződés megakadályozására. **Ez a lehetőség az egyre szigorodó nemzetközi előírások miatt (pl. WEEE, RoHS) megszűnt.**

1963 Glazunova és Kudryavtsev réz hordozón **2-5 μm vastagságú ón bevonaton** találta **legintenzívebbnek a túrkristályképződést**; ha a bevonat csak 0,5 μm vastag, túrkristály nem képződött.

1974 Britton Sárgaréz hordozóra **réz vagy nikkel közbenső réteget** javasolt; a galvánon réteg pedig legalább 8 μm vastag legyen; Sn65Ni35 ötvözetet alkalmazva ugyancsak csökkenthető a túrkristályok képződése.

1975-76 Dunn javasolta, hogy **üreszközök gyártásánál** ne használjanak **Sn, Cd vagy Zn bevonatot**. **Helyettük** használják az **Sn60Pb40 bevonatot**.



Dr. G. T. Galyon: Annotated Tin Whisker Bibliography; IBM Server Group; 2003;
<http://thor.inemi.org/webdownload/newsroom/TinWhiskerBiblio.pdf>;



Káresemények tükristály képződés hatására



SZÉCHENYI TERV

- Szívritmusszabályozó készülék meghibásodása, 1986
- F-15 repülőgép radarjának meghibásodása, 1986
- Phoenix levegő-levegő rakéta meghibásodása, 1989
- Patriot rakéta meghibásodása, 2000
- Rakéta indítómotor meghibásodás
- GALAXY IV., GALAXY VII., SOLIDARIDAD I. műholdak meghibásodása, a távvezérlés megszűnése, tükristály rövidzár miatt
- Nukleáris eszköz meghibásodása, 1999



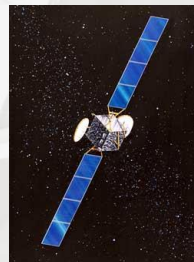
F15 Eagle vadászgép

http://www.honvedelem.hu/files/9/f1_15_eagle_1390831112.jpg



Phoenix levegő-levegő rakéta

http://www.air-and-space.com/20040813%20Pt%20Mugu/DSC_2130%20Phoenix%20m.jpg



GALAXY VII, műhold

<http://www.spaceflightnow.com/news/n0011/25galaxy7/>



MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

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

A tükristály képződést befolyásoló tényezők



SZÉCHENYI TERV



<http://nepp.nasa.gov/WHISKER/background/stress-factors.jpg>



SZÁG MEGÚJUL

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

A kutató munkánk célja



1. Változó vastagságú galvanikus ón réteg létrehozása az elektronikai iparban használt vörös- és sárgaréz hordozó fémekre.
2. Maradó feszültség létrehozása az elkészült bevonatokon, amely ón-tűkristály képződéshez vezet.
3. A mechanikai feszültségnek és a terhelési idő változásának és hatását megvizsgálni a tűkristály képződésre.
4. Javaslatokat tenni a gyártási folyamat módosítására, hogy a tűkristály képződés kockázatát csökkentsük.

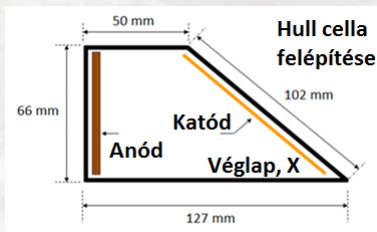


A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Ón bevonat létrehozása



- A galvanikus bevonat létrehozásához Hull cellát használtam. Előnye, hogy a galvanizáló fürdőben a katódnak kapcsolt mintalemez az anódtól változó távolságra helyezkedik el, így a mintalemez felületére különböző áramsűrűség mellett válik le az ón. Így a szemcsenagyság és a szemcsealak hatásai a tűkristály képződésre kényelmesen vizsgálhatóak.



Távolság a véglaptól (mm)	Számolt áramsűrűség (A/dm ²)	Becsült bevonatvastagság (μm) 3 perc/10 perc bevonatolási idő
10	0,17	0,9 / 7
30	2,64	1,4 / 11
50	3,8	1,9 / 14
70	4,57	2,5 / 28
90	5,14	3,5 / 37

- A galvánfürdő metán-szulfonsav bázisú, 120-200 g/dm³ koncentrációjú ón-fürdő volt. Típusa: RESTIN BMAT PC. A galvanizálás 1 A áramerősséggel történt, a fürdő térfogata: 267 ml volt. Az kezeléseket 10 perc, illetve 3 perc volt. Köszönetet szeretnénk mondani a(z) **Eurocircuits Kft.**-nek az galvánizáló fürdő és az alapanyagok biztosításáért.

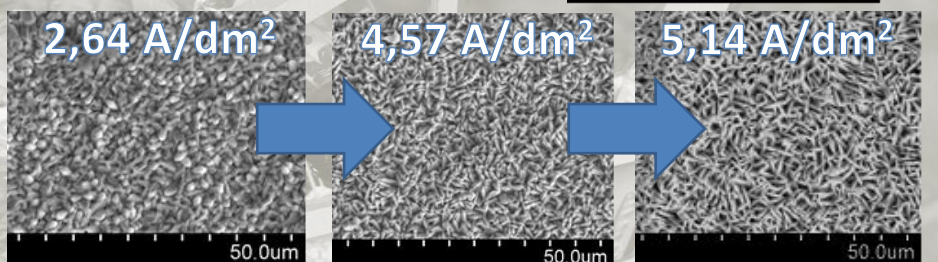
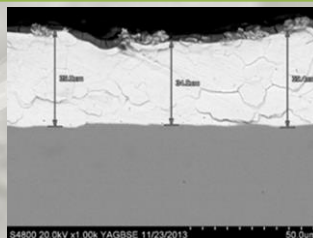


A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

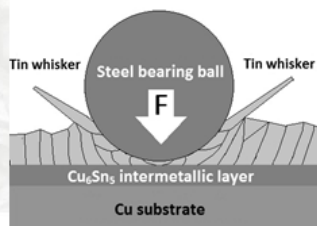
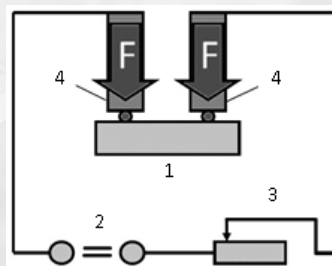
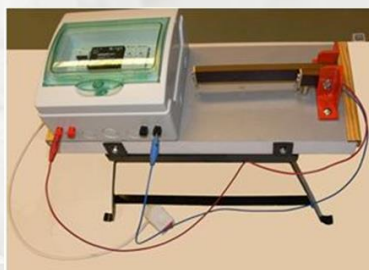
SEM felvételek az elkészült bevonatokról



- Látható, hogy az áramsűrűség emelkedésével kisebb lesz a bevonatok tömörsége és változik a szemcseszerkezet (réz hordozófém).
- Keresztcsiszolat készítéssel néhol sikerült előhívni a szemcseszerkezetet is.



Az ón bevonaton lenyomat (maradó feszültség) létrehozása



- A berendezés a csatlakozó felületet egy 3,5 mm átmérőjű acél csapágygolyóval terheli és lenyomatot hoz létre. Tervező és kivitelező: **Dr. Rónaföldi Arnold**.
- Kapcsolási rajz: (1) Mintadarab, (2) Egyenáramú tápegység (24 V), (3) Változtatható ellenállás, (4) Acél csapágygolyó.



A. Sycheva, A. Radanyi and Z. Gacsi: Mater. Sci. Forum (2014), in press



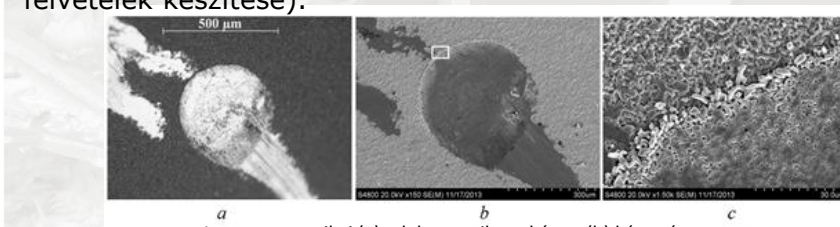
Elkészült lenyomatok bemutatása



Optikai mikroszkópos felvételek: meg lehet határozni a lenyomatok alakját és koordinátáit.

A meghatározott helyeken elég a Pásztázó Elektronmikroszkópos (SEM) felvételek készültek, amelyeken a tűkristályok már jól láthatóak, képelemzéssel vizsgálhatóak. Elsősorban az alakváltozott felület határán voltak tapasztalhatóak tűkristályok.

Ez a korrelatív mikroszkópia alapja (fénymikroszkópia alapján SEM felvételek készítése).



Lenyomat optikai (a), elektronmikroszkópos (b) képe, és a határfelületen képződő tűkristályok elektronmikroszkópos képe (c), nagy nagyítás



Forrás: Radányi Á., Sycheva A., Gácsi Z.: Őn-tűkristály képződés az elektronikai iparban. Kutatási lehetőségek a korrelatív mikroszkópia segítségével; Bányászati És Kohászati Lapok, 2014, Megjelenés alatt

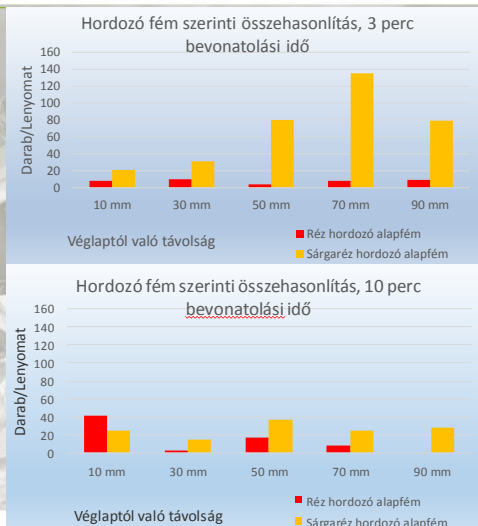


A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Képződött tűkristályok darabszáma 24 óras terhelés esetén



- Akkor tekintettünk egy kristályt tűkristálynak, ha legalább 5 mikrométer hosszúsága, és tű alakja volt.
- Elsősorban sárgaréz hordozófém esetén jelentek meg tűkristályok. Valószínűsíthető, hogy a nagyobb keménység, amelyen a feszültség kevésbé oszlik el.

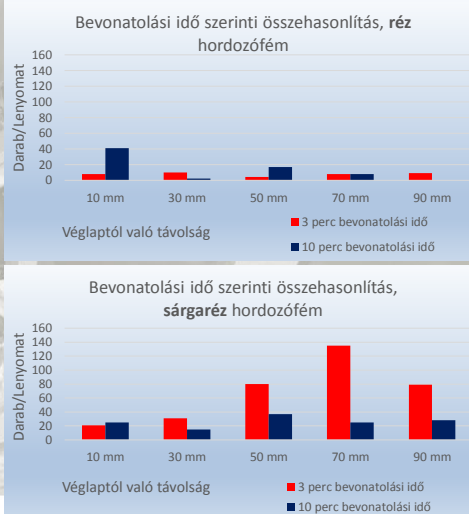


A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Képződött túkristályok darabszáma 24 órás terhelés esetén

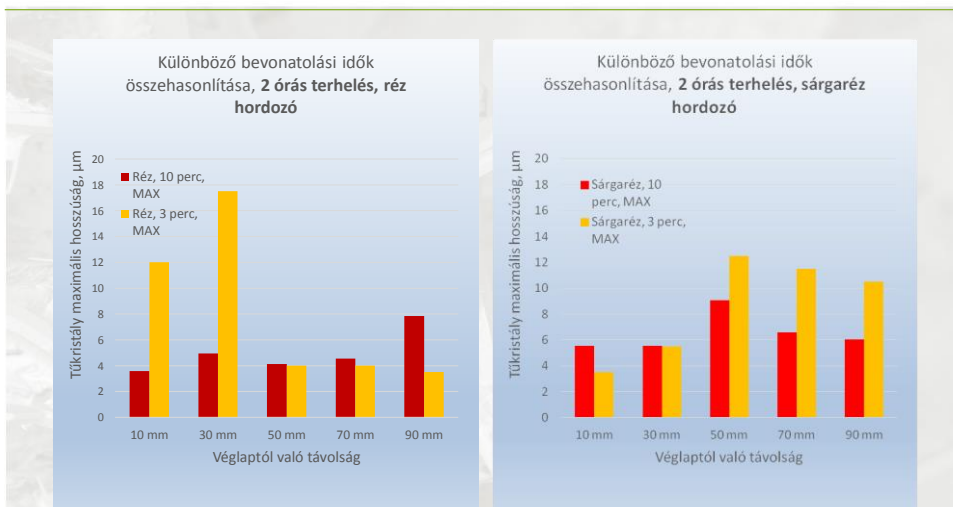


- A bevonatolási időt 10 percről 3 percre lecsökkentve, a keletkezett bevonat vastagsága kritikus lett a túkristály képződést tekintve (2-4 μm).
- Ez a megállapítás a sárgaréz hordozófém esetén a kísérletünkben is érvényes volt.



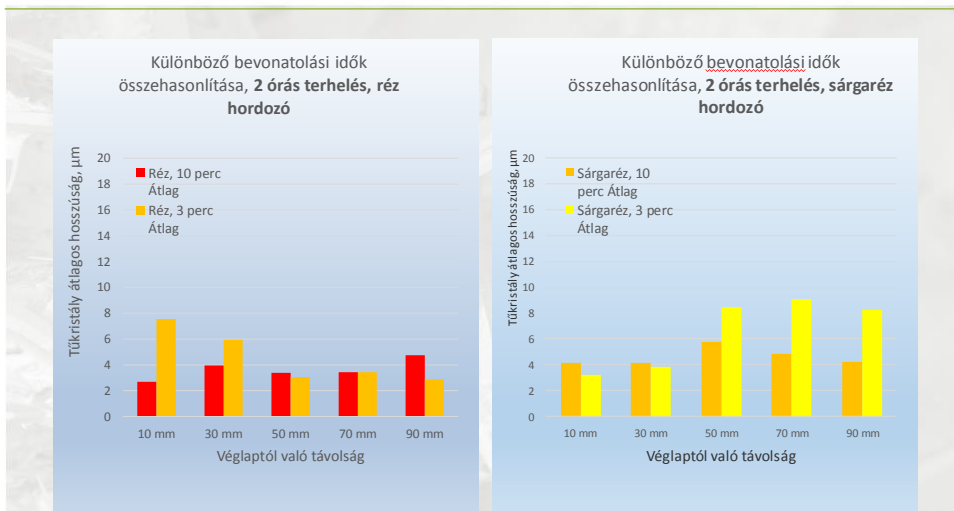
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Mérési eredmények



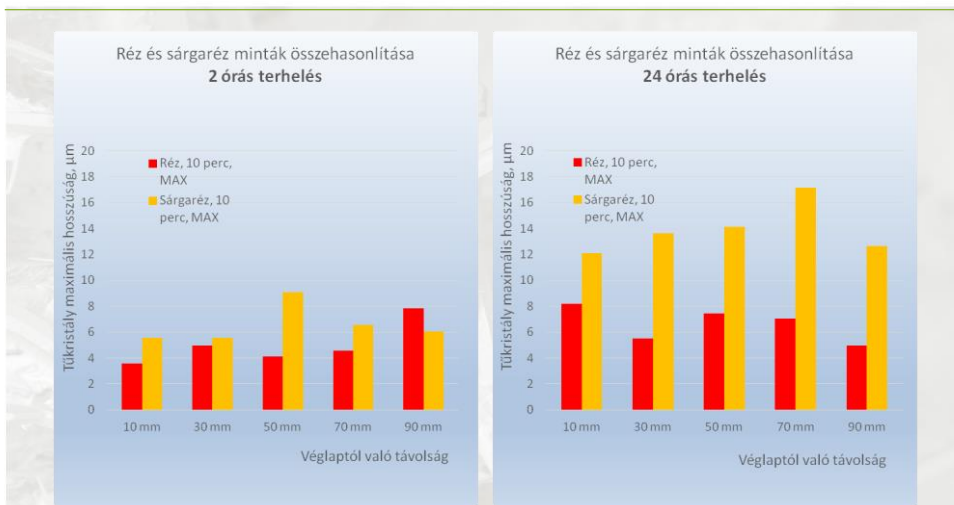
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Mérési eredmények



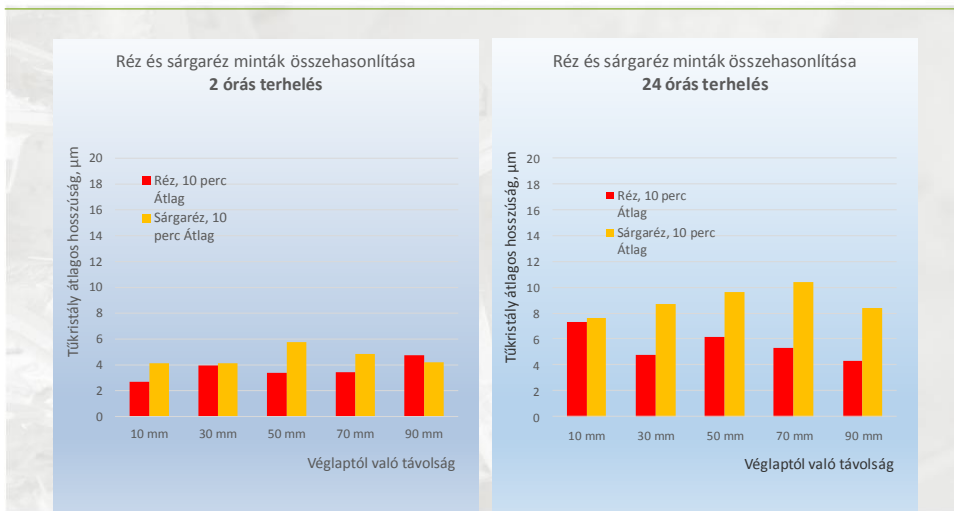
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Mérési eredmények



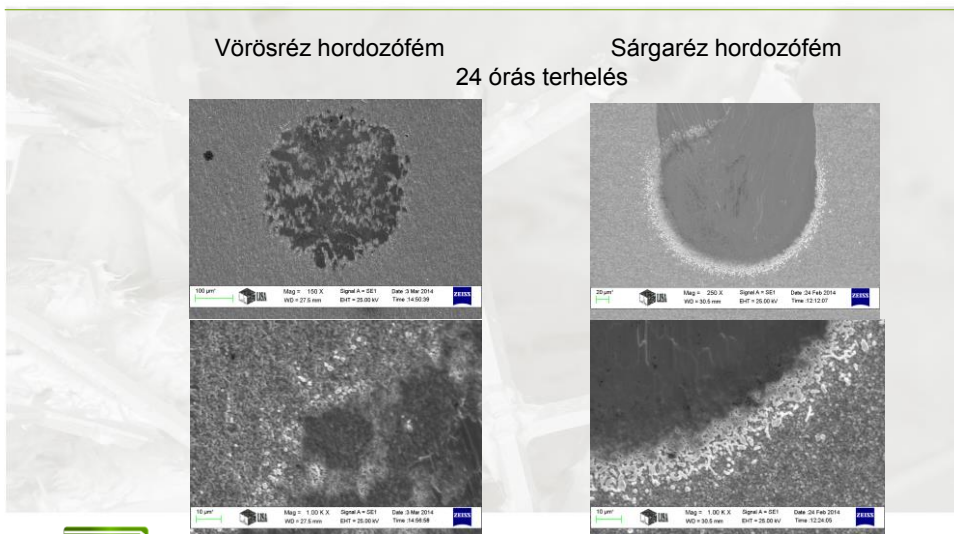
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Mérési eredmények



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

SEM felvételek a lenyomatokról



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

Összefoglalás és következtetések



Sárgaréz alaphordozó fém esetén nagyobb számú és hosszabb tűkristályok keletkeztek, mint réz hordozófém esetén. Ennek oka feltehetőleg a sárgaréz nagyobb keménysége.

Ha a bevonatolási időt 3-ról 10 percre emeltük, nem szűnt meg a tűkristály képződés folyamata, sőt néhány esetben még erősödött is.

A galvanizáló fürdő szobahőmérsékletű volt, emiatt intermetallikus vegyület nem alakult ki a réz és az ón rétegek között. Elképzelhető, hogy használat során az elektronikai eszközön ki fog alakulni, ami befolyásolni fogja a tűkristályok további képződését.



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

További tervek



A keresztcsiszolatokon meghatározott ón réteg vastagságok a réteg vékonysága, és alacsony keménysége miatt pontatlan, ezért szükséges pontosabb értékeket meghatározni, GD-OES, vagy röntgen fluoreszcenz (XRF) módszerrel.

Az ólom helyett szeretném megpróbálni egyéb ötvözőfémek hatását is a tűkristály képződésre. Szóba jöhet ebből a célból a réz a nikkelt és a bizmut (az ezüst drága erre a célra).

A mintadarabokat szeretném hosszabb távú terhelésnek is alávetni (emelt hőmérséklet, páratartalom). Ennek céljából szeretnénk együttműködni a *Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Elektronikai Technológia Tanszékével*.



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



Köszönöm a megtisztelő figyelmet!

"A bemutatott kutató munka a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0019 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg"

