



# HIMACROW

Harmonized Personnel Training for Macro and Microscopic  
Metallographic Examination of Structural Materials

## O2 Harmonised Curriculum for the European Macroscopic and Microscopic Metallographic Examination Personnel

---

*Project Nrº KA220-VET-364E0C77*



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

*This project has been funded with support from the European Commission.  
This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be  
held responsible for any use which may be made of the information contained therein.  
ERASMUS+: Project nrº KA220-VET-364E0C77.*



## A makroszkopikus és mikroszkópos metallográfiáért felelős személyzet Hegesztéssel és rokon technikákkal készült alapanyagok és illesztéseik vizsgálata

### Szakmai profil általános leírása

A hegesztéssel és rokon technikákkal készített alapanyagok és illesztéseik makroszkópos és mikroszkópos metallográfiai vizsgálatáért felelős személyzet a következő tevékenységekért felelős:

1. Készítse elő a mintát (próbadarabot) makroszkopikus és mikroszkópos metallográfiához  
Vizsga;
2. végezzen makroszkopikus és mikroszkópos metallográfiai vizsgálatot;
3. Értékelje és dolgozzon ki jelentést az azonosított megállapításokról (pl. hiányosságok) a vonatkozó szabványoknak megfelelően.

Ezek a szakemberek felelősek a következő szerkezeti anyagok izületeinek metallográfiai vizsgálatáért is:

4. ötvöztelen és ötvözött acélok,
5. öntöttvas,
6. alumínium- és rézötvözetek,
7. titánötvözetek, - nikkelőtvözetek, - hőre lágyuló műanyagok.

### Belépési követelmények/hozzáférési feltételek

- Valamennyi jelöltnek bizonyítania kell, hogy a szemrevételezéses vizsgálat megfelel az EN ISO 17637 szabvány (legújabb kiadás) követelményeinek.

### Munkaköri funkciók

- Végezze el az anyag előkészítését.

### Munkához szükséges tevékenységek

1. Írja le lépésről lépésre a minta előkészítését.
2. Válassza ki a megfelelő eljárást a minta előkészítéséhez használt anyagoknak megfelelően.
3. Készítsük el a mintát a kiválasztott technikának megfelelően (képelemzés és pásztázó mikroszkópia).
4. Állítsa be a polírozási vagy maratási technikákat a megfelelő metallográfiai elemzés elérése érdekében, vagy leküzdje a makro- és mikroszkópos vizsgálat során felmerülő kihívásokat.



1. Legyen naprakész a legújabb hegesztési szabályzatokkal és szabványokkal, valamint a metallográfiai vizsgálatok területén az ipari követelményekkel és technológiával kapcsolatos változásokról vagy frissítésekről, hogy az anyagelőkészítés ennek megfelelően történjen.

## KOMPETENCIA EGYSÉGEK

Az európai makroszkopikus és mikroszkópos metallográfiai vizsgaszemélyzet tanterve a következőképpen épül fel (áttekintés):

KOMPETENCIA EGYSÉGEK	MINIMÁLIS KONTAKTÓRÁK1	VÁRHATÓ MUNKATERHELÉS2
<b>SZTANDARD SZINT</b>		
CU1: BEVEZETÉS A MAKRO- ÉS MIKROSKÓPOS METALLOGRÁFIAI VIZSGÁLATBA	14	28
CU2: A MAKRO- ÉS MIKROSKÓPOS VIZSGÁLATHOZ SZÜKSÉGES MINTAELOKÉSZÍTÉS KÜLÖNLEGES MÓDSZEREI	24.5	49
CU3: MAKRO- ÉS MIKROSKÓPOS VIZSGÁLAT BEMUTATÁSA	28	56
<b>TELJES</b>	<b>66.5</b>	<b>133</b>
<b>ÁTFOGÓ SZINT</b>		
CU3: MAKRO- ÉS MIKROSKÓPOS VIZSGÁLATOK BEMUTATÁSA	7	14
<b>TELJES</b>	<b>7</b>	<b>14</b>

CU/ULO – CU1: BEVEZETÉS A MAKRO- ÉS MIKROSKÓPOS METALLOGRÁFIAI VIZSGÁLATBA	
SZINT	EQF 4 – EWF FÜGGETLEN (ALAP)
TÁRGY CÍME	MINIMÁLIS KAPCSOLATTARTÁSI ÓRÁK
A metallográfiai vizsgálat típusai; munkavédelmi feltételek a minták metallográfiai vizsgálatokra való előkészítése során	3.5 (T)
A mintaelőkészítés módszerei makro- és mikroszkópos vizsgálatokhoz	3.5 (T)
Makroszkópos vizsgálat és alkalmazása hegesztési technológiában	3.5 (T)
Mikroszkópos vizsgálat és alkalmazása hegesztési technológiában	3.5 (T)
<b>TELJES</b>	<b>14</b>
<b>VÁRHATÓ MUNKATERHELÉS</b>	<b>28</b>

TANULÁSI EREDMÉNYEK – CU1: BEVEZETÉS A MAKRO- ÉS MIKROSKÓPOS METALLOGRÁFIAI VIZSGÁLATBA



LEVEL	EQF 4 – EWF FÜGGETLEN (ALAPSZINTŰ)
Tudás	Tényszerű és széles körű ismeretek a következőkről: -Munkavédelmi feltételek -Egészségügyi és biztonsági szabályok -A metallográfiai vizsgálat típusai - A mintaelőkészítés módszerei -Makroszkópos vizsgálat és alkalmazása hegesztéstechnikában -Mikroszkópos vizsgálat és alkalmazása hegesztéstechnikában
TANULÁSI EREDMÉNYEK – CU1: BEVEZETÉS A MAKRO- ÉS MIKROSKÓPOS METALLOGRÁFIAI VIZSGÁLATBA	
LEVEL	EQF 4 – EWF FÜGGETLEN (ALAPSZINTŰ)
Készsége	-A makro- és mikroszkópos vizsgálat során a biztonsági szabályoknak megfelelően használja a megfelelő anyagot a forró szereléshez -Készítse elő a szerelési anyagokat a gyártási sorrendnek megfelelően makro- és mikroszkópos vizsgálat során -Válassza ki az anyagokat a makro- és mikroszkópos vizsgálati minták csiszolásához -Végezze el a makro- és mikroszkópos vizsgálati minták kézi csiszolását és polírozását -Használja a csiszoló- és polírozógépet a makro- és mikroszkópos vizsgálati minták előkészítéséhez -Azonosítsa a hegesztés vizuális jellemzőit a makroszkópos vizsgálat során -A makroszkópos vizsgálat során állapítsa meg, hogy a hegesztés megfelel-e a szabványos követelményeknek

CU2: A MAKRO- ÉS MIKROSKÓPOS VIZSGÁLATHOZ SZÜKSÉGES MINTAELOKÉSZÍTÉS KÜLÖNLEGES MÓDSZEREI	
SZINT	EQF 6 – EWF HALADÓ (ÁTFOGÓ)
TÁRGY CÍME	MINIMÁLIS KAPCSOLATTARTÁSI ÓRÁK
Elektrolitikus polírozás, kémiai polírozás, színes maratás – cél és alkalmazás	7 (T)
Elektrolitikus polírozás és színes maratás bemutatása	3.5 (P)
A képelemzés mint metallográfiai vizsgálat eszköze	3.5 (T)
A képelemzési program képességeinek bemutatása	3.5 (P)
Bevezetés a pásztázó mikroszkópiába	3.5 (T)
A pásztázó mikroszkóp képességeinek bemutatása	3.5 (P)
TELJES	24.5
VÁRHATÓ MUNKATERHELÉS	49

**TANULÁSI EREDMÉNYEK – CU2: SPECIÁLIS MÓDSZEREK A MAKRO- ÉS MIKROSKÓPOS VIZSGÁLATHOZ SZÜKSÉGES MINTAELŐKÉSZÍTÉSHEZ**

<b>SZINT</b>	<b>EQF 6 – EWF HALADÓ</b>
<b>Tudás</b>	<p><b>Haladó ismeretek:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-A rézkarc és az így kapott szín a mikrostruktúra függvényében</li> <li>-Elektrolitikus polírozás, kémiai polírozás, színes maratás – cél, alkalmazás és demonstráció</li> <li>-A fő metallográfiai elemző eszközök (optikai mikroszkóp és pásztázó elektronmikroszkóp)</li> <li>-A szoftver potenciálja metallográfiai elemzésre (pl. képgyűjtés, képfeldolgozás, speciális alkalmazás szemcseméretméréshez, fázisok számszerűsítése, befogadás értékelése)</li> <li>-Pásztázó elektronmikroszkóp (SEM) és potenciálja (szekunder vagy visszaszórási jelekből nyert képek)</li> <li>-Az EDS mikroanalízis alapelvei és bevezetése más rendelkezésre álló szondákba (EBSD, WDX)</li> <li>-A sérülések és törési mechanizmus fraktográfias vizsgálata és fő morfológiája (törékeny vagy lapátulis törés, fáradtság, intergranuláris törés)</li> </ul>

**TANULÁSI EREDMÉNYEK – CU2: A MAKRO- ÉS MIKROSKÓPOS VIZSGÁLATHOZ SZÜKSÉGES MINTAELŐKÉSZÍTÉS KÜLÖNLEGES MÓDSZEREI**

<b>LEVEL</b>	<b>EQF 6 – EWF HALADÓ</b>
<b>Készség</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Támogatja az elektrolitikus polírozás és a színes maratás folyamatát hegesztett fémek anyagokhoz</li> <li>-Írja le az elektrolitikus polírozás, a kémiai polírozás és a színes maratás konkrét alkalmazását, miközben elmagyarázza különbségeiket az anyagelőkészítésben és -elemzésben</li> <li>-Igazítsd a polírozás és maratás folyamatát a fémek anyagokhoz és hegesztett kötésekhez</li> <li>-A vizsgálati folyamat kiválasztásakor magyarázza el az elektrolitikus, kémiai és színes maratás közötti különbségeket a minta felületi minősége és mikroszerkezete szempontjából</li> <li>-Magyarázza el az optikai mikroszkóp működését és annak lehetőségeit a fémötvezetek tanulmányozására makro- és mikroszkópos vizsgálat során</li> <li>-Magyarázza el a SEM-et és annak lehetőségeit a fémötvezetek és hegesztett kötések tanulmányozásában</li> </ul>

**CU/ULO – CU3: MAKRO- ÉS MIKROSKÓPOS VIZSGÁLATOK BEMUTATÁSA**

	<b>EQF 5 – EWF SPECIALIZED (STANDARD)</b>	<b>EQF 6 – EWF HALADÓ (ÁTFOGÓ) HALADÓ (ÁTFOGÓ)</b>
<b>TÁRGY CÍME</b>	<b>MINIMÁLIS KAPCSOLATTARTÁSI ÓRÁK</b>	<b>MINIMÁLIS KAPCSOLATTARTÁSI ÓRÁK</b>
Az ízületek makroszkópos mintái értékelésének bemutatása	3.5 (P)	-
Gyakorlati képzés a makroszkópos minták hegesztési tökéletlenségeinek segítség nélküli azonosításáról	7 (P)	-



Gyakorlati képzés a mintaelőkészítés terén	3.5 (P)	-
A hegesztéssel és a kapcsolódó technikákkal végzett kötések minőségértékelésének szabványai	3.5 (T)	-
Gyakorlati képzés a mikroszkopikus mintaszervezet azonosításához	3.5 (P)	-
Különböző mikroszkopikus szerkezetek bemutatása	3.5 (P)	3.5 (P)
A mintakészítési modor bemutatása metallográfiai vizsgálathoz	3.5 (P)	3.5 (P)
<b>TELJES</b>	<b>28</b>	<b>7</b>
<b>VÁRHATÓ MUNKATERHELÉS</b>	<b>56</b>	<b>14</b>

TANULÁSI EREDMÉNYEK – CU3: MAKRO- ÉS MIKROSKÓPOS VIZSGÁLATOK BEMUTATÁSA		
SZINT	EQF 5 – EWF SPECIÁLIS (STANDARD)	EQF 6 – EWF HALADÓ (ÁTFOGÓ)
Tudás	<p><b>Átfogó és speciális ismeretek a következőkről:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-A vizsgálati minta előkészítési módszere makro- és mikroszkópos vizsgálathoz</li> <li>-Rézkarcs folyamatok</li> <li>-A hegesztett kötések minőségértékelésére vonatkozó szabvány</li> <li>-A hiba meghatározásának képessége referenciakép (standard) összehasonlítással</li> <li>-A minták és hegesztett kötéseik makro- és mikroszkopikus jellemzőinek értékelése</li> <li>-Hegesztési tökéletlenségek azonosítása makroszkopikus mintákon</li> <li>-Szerkezetek azonosítása mikroszkopikus mintákban</li> </ul>	<p><b>Haladó ismeretek:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Az optikai mikroszkóppal megfigyelt metallográfiai struktúrák fő típusainak (pl. ferrit, ausztenit, martenzit stb.) osztályozása</li> <li>-A hegesztőkötés különböző régióinak értelmezése (alapfém, hőhatású zóna, hegesztési zóna) a különböző fémötvözetekben (szén és gyengén ötvözött acél, rozsdamentes acél, alumíniumötvözet, rézötvözet, titánötvözet)</li> <li>-Speciális metallográfiai struktúrák osztályozására alkalmazott színes maratás (képelemzés és a metallográfiai szerkezet százalékos aránya)</li> <li>-A csapadék sajátos jellemzőinek (pl. szulfid, karbit, oxid) azonosítása (pl. méret, szám)</li> </ul>



Készségek	<ul style="list-style-type: none"><li>-Készítse elő a próbadarabot a makroszkópos vizsgálathoz az anyag típusának (fém vagy polimer) megfelelően</li><li>-Készítse elő a próbadarabot a mikroszkópos vizsgálathoz</li><li>-Hegesztett kötés makroszkopikus mintájának elemzése fémes anyagból</li><li>-Magyarázza el a hegesztés minőségét a hegesztési szempont vizuális jellemzői alapján, a hegesztési szabvány követelményeivel összefüggésben (WPS szerint) -Elemesse a hegesztés makroszkopikus mintáját</li><li>-Azonosítsa a hegesztési tökéletlenséget , és állapítsa meg annak okát a makroszkopikus mintadarabban a minőségi szabványnak megfelelően (ISO 6520 és ISO 5817)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Határozza meg a mikroszkópos előkészítés (vágás, őrlés, polírozás és maratás) alapelveit a metallográfiai vizsgálat során</li><li>-A fő fémötvözetek (szén- és gyengén ötvözött acél, rozsdamentes acél, alumíniumötvözet, rézötvözet, titánötvözet) metallográfiai szerkezetének értelmezése az anyag anyagának és állapotának megfelelően</li><li>-Magyarázza el a hegesztési kötésben bekövetkezett kohászati átalakulást a metallográfiai vizsgálat során</li><li>-Magyarázza el a hegesztési kötések során felmerülő főbb kritikus problémákat a metallográfiai vizsgálat során</li><li>-Magyarázza el az optikai mikroszkóp működését metallográfiai vizsgálat során</li><li>-Magyarázza el a SEM potenciálját a fémötvözetek tanulmányozásában metallográfiai vizsgálat során</li></ul>
-----------	--	---