

<b>Óbudai Egyetem</b> Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar		<b>Anyag- és Gyártástudományi Intézet</b> Anyagtechnológiai Intézeti Tanszék		
<b>Tantárgy neve és kódja: Kötéstechnológia</b> Nappali tagozat <b>4. félév</b>		<b>BAGKT14NND</b> <b>(BAGKT14NNC)</b>		<b>Kreditérték: 3</b>
Szakok melyeken a tárgyat oktatják: Gépészmérnöki Szak <b>CAD/CAM szakirány</b>				
Tantárgyfelelős oktató:	<b>Dr. Kovács Tünde</b>	Oktatók:	<b>Dr. Kovács Tünde Ivancsó László, Kovács Gábor, Mészáros Levente, Dunavölgyi Dávid</b>	
Előtanulmányi feltételek: (kóddal)		BAGAN23NND, ill. BAGAN23NNC		
Heti óraszámok:	Előadás: <b>2</b>	Tantermi gyak.: <b>0</b>	Laborgyakorlat: <b>1</b>	Konzultáció: -
Számonkérés módja:	<b>szóbeli vizsga</b>			
<b>A tananyag</b>				
<b>Oktatási cél:</b> a CAD/CAM szakiránynak megfelelő kötéstechnológiák (hegesztés, forrasztás, ragasztás) elméleti és gyakorlati ismereteinek megszerzése, a tervezéshez szükséges alapok elsajátítása, az ipari alkalmazások megismerése. A gyakorlatokon a fontosabb kötési és termikus vágási (lángvágás, plazmavágás) eljárások bemutatása.				
<b>Tematika:</b> Kötéstechnológiai eljárások felosztása, csoportosítása. A <b>hegesztés minőségügyi rendszere</b> , a hegesztés személyi, tárgyi és szervezeti feltétele. Kötés- és varratípusok és rajzi jelölése. Hegesztett kötések kialakításának elve. <b>Hegesztéssel összefüggő főbb tevékenységek:</b> élelőkészítés, tisztítás, munkadarabok befogása, illesztés, fűzés, készülékek alkalmazása, előmelegítés, utókezelés és utóhőkezelés. Hegesztő-berendezések kialakítása, elvi működése és főbb jellemzői. A hegesztés és rokon eljárásai munka- és balesetvédelme. A <b>hegesztéstechnológia tervezése:</b> technológiai jellemzők kiválasztásának elve, az előmelegítés és a hőbevitel kapcsolata, a repedésmentes kötés kialakításának feltételei. <b>Hegesztőeljárások</b> felosztása és kódjelölése. <b>Ömlesztő hegesztőeljárások:</b> ívhegesztés bevont elektródával, védőgázos ívhegesztések, plazmaív-hegesztés, fedett ívű hegesztés, gázhegesztés, sugárhegesztések. Az eljárások elve, berendezése, technológiai jellemzői, végrehajtása és alkalmazása. <b>Sajtoló hegesztőeljárások:</b> ellenállás-hegesztések, dörzshegesztés, különleges eljárások. Az eljárások elve, berendezése, technológiai jellemzői, végrehajtása és alkalmazása. <b>Hegeszthetőség:</b> fogalmi rendszere, fémek hegeszthetőségének szempontjai. hegeszthetőségi vizsgálatok. Acélok, öntöttvasak, Al, Cu, Ni, Ti és Mg, valamint ötvözetei hegesztése. Polimerek hegesztése. <b>Hegesztési vizsgálatok:</b> roncsolásmentes és roncsolásos vizsgálatok. A <b>hegesztés ipari alkalmazása:</b> hegesztett kapcsolatok tervezése és kialakítása. <b>Forrasztás</b> elve, eljárásváltozatai, eszközei, anyagai. Forrasztóhelyes szerkezeti kialakítások. <b>Ragasztás</b> elve, eljárásváltozatai, eszközei, anyagai. Ragasztóhelyes szerkezeti kialakítások.				
<b>Előadások ütemezése</b>				
<b>Oktatási hét</b>	<b>Témakör</b>			
1	<b>Bevezetés, történelmi áttekintés. Hegesztési alapfogalmak.</b>			
2	<b>Termikus vágás. Forrasztás. Gázhegesztés és rokon eljárásai.</b>			
3	<b>Ív- és sajtoló hegesztési eljárások</b>			
4	<b>Hegesztési hőfolyamatok, metallurgia. Hegeszthetőség, hegesztési repedésérzékenység. I. hegesztési feladat kiadása</b>			
5	<b>Ötvözetlen C-acélok, nagyszilárdságú acélok, hidegszívós és melegsilárd acélok hegesztése.</b>			
6	<b>Erősen ötvözött acélok hegesztése. Öntöttvasak hegesztése. II. hegesztési feladata kiadása</b>			
7	<b>Rektori szünet</b>			
8	<b>Alumínium, Cu, Ni és ötvözetei hegesztése.</b>			
9	<b>A hegesztés gépesítése, korszerű hegesztési eljárások.</b>			
10	<b>A hegesztett kapcsolatok tervezése, méretezése.</b>			
11	<b>A hegesztés minőségirányítási rendszere. Személyzetminősítés</b>			
12	<b>Hegesztési eltérések. A hegesztett kötések vizsgálata</b>			
13	<b>Javító és felrakó hegesztés, termikus szórás. (ZH)</b>			
14.	<b>A kötési eljárások biztonságtechnikája</b>			

<b>Félévközi követelmények</b> <i>(feladat, zh. dolgozat, esszé, prezentáció, stb)</i>
Aláírást a hallgató akkor kaphat, ha a gyakorlatokról a tvsz szerinti megengedettnél többet nem hiányzott (gyakorlatok pótlására nincs lehetőség, a meg nem engedett mennyiségű hiányzás letiltást von maga után) és a Zh-t legalább elégségesre teljesítette. Zh pótlására külön időpontban egy alkalommal van lehetőség. Az aláírás pótlás a tvsz szerint a vizsgaidőszak első 10 napjában lehetséges.
A vizsgajegy kialakításának módszere: szóbeli vizsga alapján történik.
<b>Irodalom:</b>
Kötelező: dr. Gáti-dr. Kovács: Kötéstechnológia BMF, Bp. 1998.
Ajánlott: dr. Kovács M.: Hegesztés Tankönyvmester Kiadó, Bp. 10.kiadás 2015. dr. Gáti J.-dr. Kovács M.: Ívhegesztés Műszaki Kiadó 2013.
Egyéb segédletek:
A tanulási és oktatási stratégiák: <i>(a tanulást segítő számítógépes programok, videók, CD-k, stb)</i>
Szakmai videovetítés, intézeti (szakcsoporti) honlapon lévő szakmai anyagok
A tárgy minőségbiztosítási módszerei: A tanszék évenkénti értekezleten tekinti át az oktatók és a hallgatók visszajelzései alapján a tárgy elméleti és gyakorlati oktatásának színvonalát, értékeli eredményességét és javaslatokat tesznek a szükséges változtatásokra, az elméleti és gyakorlat egymásra-épülésére.

**Budapest, 2018.01.08.**

**Dr. Kovács Tünde**  
tantárgyfelelős

Tananyagösszefoglaló  
***Kötéstechnológia***  
c. tantárgyból

1. Termikus vágási eljárások felosztása, összehasonlítása.
2. Lángvágás elve, lángvágathatóság feltételei. Lángvágás gázai, eszközei és berendezései.
3. A vágott felülettel összefüggő fogalmak. A lángvágás technológiája, a vágott felület minőségét befolyásoló paraméterek. Kézi és gépi vágás. Vágási hibák. Munkavédelem vágáskor.
4. Plazmavágás elve, a plazmavágás gázai, eszközei és berendezései. A plazmavágás alkalmazásai. Lézervágás elve, a lézervágás gázai, eszközei és berendezései. A lézervágás alkalmazásai.
5. A munkadarabok előkészítése a hegesztéshez. Felületi tisztítás. Leélezés, élkialakítás. Összehasonlítás, illesztés és fűzés. A fűzés sorrendje, és végrehajtása.
6. Mechanikus kötések típusai, alkalmazásai.
7. Az ipari ragasztás elve, feltételei. A ragasztás anyagai, a ragasztott kötés kialakítása. A ragasztás technológiája, ragasztástechnikai alkalmazások.
8. A forrasztás elve, forrasztási eljárások felosztása, csoportosítása. A forrasztás anyagai: folyósítószer, lágy- és keményforrasztás anyagok.
9. A forrasztás technológiája, végrehajtása, forrasztott kötések ellenőrzése. Lágyforrasztás, keményforrasztás, láng- és ívforrasztás
10. Hegesztési alapfogalmak: hegesztési kötés- és varrat típusok, hegesztési helyzetek. A hegesztés rajzi jelölése.
11. Fogyóelektródás ívhegesztés bevont elektródával. Az eljárás elve, az ívhegesztés ömlesztő folyamata. Az elektródákkal és bevonattal szembeni követelmények. Elektródák nemzetközi jelölésének rendszere.
12. Bevont elektródás ívhegesztő áramforrások típusai, az ív és áramforrás statikusviselkedése és kapcsolata.
13. Hegesztő áramforrások elvi felépítése, jelleggörbéje. A hegesztési adatok változtatásának lehetőségei (járomszabályzás, tranzisztoros, tirisztoros, inverteres). Hegesztő-áramforrások adattáblája. Bekapcsolási idő fogalma, jelentősége.
14. Az ívhegesztés technológiája. Hegesztés különböző helyzetben. Hegesztési paraméterek és megválaszolásuk szempontjai. Ívhegesztéskor előforduló főbb hibatípusok. Alkalmazási példák.
15. A fedett ívű hegesztési elve. Fedőpor és hegesztőanyag (huzal, szalag) megválasztása. A fedett ívű hegesztés technológiája: hegesztési adatok, hegfürdő-határolás. Hegesztési hibák. Alkalmazási példák.
16. A fogyóelektródás, védőgázos ívhegesztés elve. Védőgázok típusai és kiválasztásuk szempontjai. Védőgázos hegesztőhuzalok.
17. A fogyóelektródás, argon és szén-dioxid védőgázos ívhegesztés közötti különbség. A hegesztéstechnológia főbb jellemző adatai és hatásuk. Hegesztési eltérések. Alkalmazási példák.
18. Volfrámelektródás, védőgázos ívhegesztés elve. Az AWI hegesztő-berendezés fő részei.
19. Az AWI hegesztés technológiája. Jellemző adatok folyamatos ívű és lüktetőívű hegesztés és alkalmazása. Hegesztési hibák. Alkalmazási példák.

20. Plazma-ívhegesztés. A plazma előállítása, plazmaképzés gázok. Plazma ív-hegesztő berendezés. A plazmahegesztés eljárásváltozatai. Alkalmazási példák.
21. A gázhegesztés elve. Acetilén és oxigén jellemzői. Az acetilén égési folyamata.
22. Az acetilén és oxigén tárolási módjai. Gázpalack, nyomáscsökkentő, hegesztőpisztoly. Munkavédelmi előírások.
23. A gázhegesztés anyagai: hegesztőpálca, folyósítószer. A gázhegesztés technológiája különféle hegesztési helyzetekben. Balra és jobbra hegesztés. Alkalmazási példák.
24. Sugárhegesztési eljárások: elektronsugaras és lézeres hegesztés elve, berendezési technológiája. Alkalmazási példák.
25. Ellenállás – hegesztési eljárások felosztása, csoportosítása. Az ellenállás – hegesztés elve. Kötés- és varratípusok.
26. Ellenállás-ponthegesztés elve, eszközei és berendezései. A ponthegesztés technológiai adatai, munkaciklusok. Lágú és kemény munkarend. A hegpont kialakulása. Hegesztési hibák. Alkalmazási példák.
27. Ellenállás vonal- és dudorhegesztés elve, eszközei és berendezései. A hegesztés technológiai adatai. A hegesztés kötés kialakulása. A hegesztési hibák. Alkalmazási példák.
28. Sajtoló- és leolvasztó tompahegesztés elve, eszközei és berendezései. A hegesztés technológiai adatai. A hegesztett kötés. Hegesztési hibák. Alkalmazási példák.
29. A dörzshegesztés elve, eszközei és berendezései. A hegesztés technológiai adatai. A hegesztett kötés kialakulása. Hegesztési hibák. Alkalmazási példák.
30. Hegesztés hőtani folyamatai. Hőforrás, hőkeltés, hőterjedés. Fajlagos hőbevitel. Termikus hatások.
31. A hő hatása a szerkezeti elemre: hegesztési zsugorodás, vetemedés, feszültségek. Hossz-és keresztirányú zsugorodás. Szögzsugorodás. Hegesztési feszültségek hatásai és csökkentésének lehetőségei.
32. Ívhegesztés metallurgiai (fizikai-kémiai) folyamatai. Az oxigén hatása a hegesztési folyamatra. Oxidáció és dezoxidáció.
33. A hidrogén hatása a hegesztési folyamatra. Diffúzióképes hidrogén. A hidrogén okozta hidegrepedés oka, létrejöttének feltételei és elkerülésének lehetőségei. Nitrogén hatása a hegesztési folyamatra.
34. A salak szerepe és feladatai a hegesztés metallurgiai folyamatában. Salaktípusok. A hegesztési gáz- és salakzárványok keletkezésének feltételei, kimutatása és csökkentésének lehetőségei.
35. Hegesztési eltérések: repedések, zárványok, összeolvadási hibák, alak- és méreteltérések és egyéb eltérések Az eltérések kialakulásának feltételei, kimutatása és csökkentésének lehetőségei.
36. A hegeszthetőség fogalmi rendszere, összetevői.
37. A hegesztett kötés felépítése: varrat (heganyag), beolvadási vonal, hőhatásövezet. A hegesztett kötés fémtani szerkezetét befolyásoló tényezők.
38. C tartalmú acélok hegesztett kötésének fémtani szerkezete egyensúlyi hűléskor. Karbonegyenérték fogalma, alkalmazása hegeszthető acéloknál.
39. Kis C tartalmú acélok hegesztett kötésének fémtani szerkezete egyensúlytól eltérő hűléskor.
40. Acélok hegesztési repedésérzékenysége: hidegrepedések. A repedések kialakulásának feltételei, elkerülésükre tett intézkedések. Hidegrepedési vizsgálatok.
41. Acélok hegesztési repedésérzékenysége: melegrepedések. A repedések kialakulásának feltételei, elkerülésükre tett intézkedések. Melegrepedési vizsgálatok
42. A hegesztés technológiát meghatározó főbb hegesztési adatok: hőbevitel, előmelegítés, kötéskialakítás, lehülés. A lehülést befolyásoló tényezők.

43. A lehülési idő számítása. Kritikus lehülési idő. A hülési idő és a fémtani szerkezet kapcsolata.
44. Melegen hengerelt ötvöztelen szerkezeti acélok típusai és hegeszthetőségük..
45. Finomszemcsés szerkezeti acélok típusai és hegeszthetőségük. A szemcsefinomítás és a szívóssági kapcsolata Léggöri korrózióálló acélok típusai és hegeszthetősége.
46. Melegszilárd acélok típusai és hegeszthetősége.
47. Ötvözőelemek hatása a hegeszthetőségre. Erősen ötvözött acélok felosztása és csoportosítása Az erősen ötvözött acélok fázisviszonyai: Fe-Cr, Fe- Ni és Schaeffler-diagram alkalmazása.
48. Ferrites sav- és hőálló Cr-acélok típusai és hegeszthetősége.
49. Ausztenites korrózió- és hőálló acélok típusai és hegeszthetőségük.
50. Hidegszívós Ni- ötvözésű acélok és hegeszthetőségük.
51. Fekete- fehér kötések kialakításának problémái és megoldásai.
52. A színalumínium tulajdonságai és hegeszthetősége. Az alakítást követő hőközlés hatása.
53. Nem hőkezelhető Al - ötvözetek típusai és hegeszthetősége. Az alakítást követő hőközlés hatása.
54. Hőkezelhető Al - ötvözetek típusai és hegeszthetősége.
55. Öntöttvasak típusai és hegeszthetősége. Öntöttvasak javító hegesztések módszerei.
56. A hegesztés minőségirányítási rendszere. Az MSZ EN ISO 9001 sorozat és az MSZ EN ISO 3834-1-5: közötti kapcsolat. Hegesztési felelősök feladata, hatásköre.
57. A hegesztési kapcsolatok tervezése. Alapanyag és hegyvarrat határfeszültsége statikus igénybevételkor. A hegesztési eltérések figyelembe vétele a tervezéskor (MSZ EN ISO 5817).
58. A hegesztési kapcsolatok kialakítása a gépipari területeken.
59. Hegesztett kapcsolatok méretezése dinamikus igénybevételre. Igénybevételi formák. Wöhler, Kommer-Jaspers diagram. A hegesztett kötés fáradását befolyásoló főbb tényezők. A kötéskialakítás, az eltérések figyelembe vétele a tervezéskor.
60. A hegesztés technológiai tervezése és végrehajtása. Gyártói hegesztési utasítás (WPS), illetve előzetes gyártói hegesztési utasítás (pWPS). Hegesztési munkarend.
61. Üzemek alkalmasságának vizsgálata hegesztésre. A hegesztéstechnológia minősítésének változatai. A hegesztők minősítésének nemzetközi rendszere. A minősítési rendszer elve, kódja, a minősítés megszervezésének feltételei.
62. A hegesztett kötések roncsolásmentes vizsgálatai: szemrevételezés, folyadékbehatolásos, vizsgálat, mágnesporos vizsgálat.
63. A hegesztett kötések radiográfiai vizsgálatának elve, végrehajtása, a vizsgálat eredmények értékelése, a vizsgálat dokumentálása.
64. A hegesztett kötések ultrahangos vizsgálatának elve, végrehajtása, a vizsgálat értékelése, az eredmények dokumentálása.
65. A hegesztett kötések szakító-és hajlító vizsgálata. A vizsgálat elve, végrehajtása, a vizsgálat eredményének értékelése, vizsgálat dokumentálása.
66. Hegesztett kötések keménységvizsgálatának elve, végrehajtása, a vizsgálat eredmények értékelése, a vizsgálat dokumentálása.
67. A hegesztett kötések ütő-hajlító vizsgálatának elve, végrehajtása, a vizsgálat eredmények értékelése, a vizsgálat dokumentálása.
68. A felrakás célja, felrakó hegesztési eljárások és jellemzői.
69. A felrakó hegesztőanyagok csoportosítása. Vastartalmú, vasszegény és vasmentes felrakó anyagok.
70. Szerszámok és kopásálló rétegek felrakási technológiája.
71. Termikus szórás elve, termikus szóróeljárások. Hideg – és melegszerzés.

72. Polimerek kötési eljárásai. Polimerek hegesztése: forrógázos, dörzs, nagyfrekvenciás és sugárenergiás hegesztés.
73. A polimerek hevítő elemes hegesztése.
74. A műanyaghegesztők minősítési rendszere.
75. A kötési eljárások biztonságtechnikája. A tűz elleni védelem.
76. A kötési eljárások biztonságtechnikája. Sugárzás, füst, gázok, és gőzök elleni védelem.
77. Kötési eljárások biztonságtechnikája. Áramütés elleni védelem.
78. A hegesztési, vágási és termikus szóró munkahelyek biztonságos kialakításának szempontjai.
79. Hegesztési és környezetvédelem.

Budapest, 2018. 01. 08.

**Dr. Kovács Tünde**  
egyetemi docens  
nemzetközi hegesztőmérnök (IWE)