

CAD/CAM SZAKMÉRNÖKÖK POSZTGRADUÁLIS OKTATÁSA

Postgraduate teaching of specialized CAD/CAM engineers

Dr. Piros Attila*, Dr. Trautmann Laura**

ABSTRACT

The article presents a paid professional engineering training at the national level in a hybrid form, a highly specialized engineering subject, not only for those with a bachelor's degree in engineering. E-learning works with MS Teams (education version). With the help of video recordings shared as aids, authorizations (elimination of fraud and abuse), and the software used (Smath, Onshape, even on mobile devices), the students acquire knowledge through comprehensive projects, which range from the creation of a product concept to the writing of the machining program. Automated hybrid examinations and the collection of student feedback are used to improve the effectiveness of education. Another goal is to extend the training results (as a pilot project) to the entire university education system.

1. BEVEZETÉS

A tervezési és gyártási folyamatok változnak, ezért a képzési anyagoknak és módszereknek is változniuk kell. Az előtervezés, a gépészeti számítás (digitális analitikus számítás), a részlettervezés (digitális makett) és a virtuális tesztek mind a digitális módszer részét képezik [1]. Továbbá a digitalizált dokumentáció (gyártási rajzok és összeszerelési dokumentáció PDF és U3D formátumban [2]) a gyártástámogatás jövője, amelynek jellemzői a felhőalapú adattárolás, a heterogén adatok tárolása, az automatikus előnézetek, a párhuzamos tervezés, a fájlverziók kezelése, a letöltési linkek küldése webböngészőn keresztül.

A digitális gépészmérnöki képzés bevezetéséhez a magyar egyetemek többségén a következő változtatásokat kellene végrehajtani:

- minden tanórának digitális tananyagon kell alapulnia, amelyhez a diákok papírmentes formában férhetnek hozzá
- minden házi feladatot, értékelést és vizsgát teljes mértékben digitalizálni kell, lehetőség szerint automatikus értékeléssel
- a hallgatók nemcsak speciális laboratóriumokban, hanem saját eszközeik használatával is bővíthetik számítógépes tervezéssel kapcsolatos ismereteiket

- a gépészeti számításokat szintén speciális és ingyenesen elérhető szoftverek segítségével, tisztán számítógépes alapon végzik
- a CAD és a gépészmérnöki ismeretek oktatásának teljesen szinkronban és egymást kölcsönösen erősítve kell történnie, ahol a gépészeti terveket és dokumentációt a hallgatók teljesen elektronikus formában készítik el

A fenti változtatások a következő előnyökkel járnak:

- egy másik, a COVID-19-hez hasonló, karanténnal nehezített egészségügyi helyzet nem fogja komolyan befolyásolni az oktatás minőségét
- a papíralapú munka arányának csökkentése az oktatás által okozott környezeti terhelést is csökkentheti
- az automatikus értékelő rendszer drasztikusan csökkenthetné a hallgatók panaszait a teljesítményértékelések után
- a hallgatóknak lehetőségük lenne távolról részt venni a késői időpontokban tartott foglalkozásokon (pl.: CAD felzárkóztatás az órarenden kívül), amire eddig nem volt lehetőségük (pl.: a késői kezdés miatt nem tudtak volna hazaérni a foglalkozás után)
- a digitálisan elsajátított tudás és annak módszere jelentősen növeli a diákok motivációját, mivel a számítógépen végzett munkát könnyebben kezelhetőnek fogják értékelni

A digitalizáció mellett a hibrid képzési forma növelheti az oktatás hatékonyságát. A cikkben bemutatott CAD/CAM szakmérnöki képzés egy digitalizációra épülő hibrid képzési forma, amely modern és magas szintű mérnöki képzést nyújt.

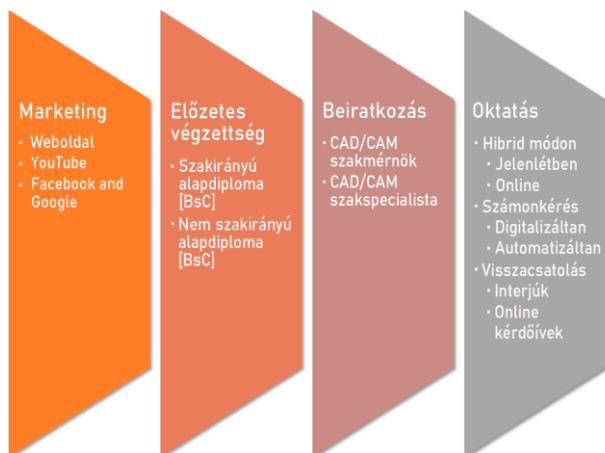
2. CAD /CAM SZAKMÉRNÖKI POSZTGRADUÁLIS KÉPZÉS

A CAD/CAM szakmérnöki posztgraduális képzés országos szintű, önfelfinanszírozású szakmérnöki képzés hibrid formában, egy nagyon speciális mérnöki témában, amely elérhető a nemcsak mérnöki alapidiplomával rendelkezők számára is. A szakirányú alapidiplomával induló hallgatók szakmérnöki, míg nem szakirányú alapidiplomával jelentkezők szakspecialista diplomát szerezhetnek. Az oktatás hibrid formában történik két jelenléti helyszínen (Kecskeméten és Budapesten). Habár egy vidéki egyetem indítja a képzést, de a budapesti helyszín lehetővé teszi a

* egyetemi docens, Neumann János Egyetem, Innovatív Járművek és Anyagok Tanszék

** adjunktus, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gép- és Terméktervezés Tanszék

fővárosból érkezők csatlakozását is. Az online forma az egész országra kiterjeszti a képzési kört, de határon túlról is vannak jelentkezők. A szakmérnöki képzés első két évfolyamában többen Németországból követték a tanórákat, de volt erdélyi és Franciaországban dolgozó hallgató is. A felmérések alapján a nagy távolság nem okozott problémát a szakmérnöki diploma megszerzésében. A képzés során a hallgatók átfogó projekteken keresztül mélyítik el tudásukat, a termékkonceptió megalkotásától a megmunkálási program megírásáig. Az 1. ábra a CAD/CAM mérnök posztgraduális képzésének sémáját mutatja be, amelyet a következő szakaszokban részletezünk.



1. ábra A CAD/CAM mérnök posztgraduális képzésének vázlata

3. MARKETING

A CAD/CAM szakmérnöki posztgraduális képzés egy vadonatúj képzésként indult (nem volt előzménye), így viszonylag nehéz volt piacra vezetni. Nem volt könnyű megtalálni a célközönséget és eljuttatni hozzájuk a képzés célját. Saját területén (mérnöki tudományok) jelenleg ez a legdrágább képzés Magyarországon, ami további kihívást jelent az értékesítésben. A marketing szinte kizárólag online módon történik különböző platformokon (weboldal, Youtube (pl. 2. ábra), Facebook, Google).



2. ábra Youtube LIVE, mint online marketing eszköz [3]

Napjainkban egyes egyetemeken az érzelmekre ható videók és a hatástalan online marketingkampányok próbálják felkelteni a hallgatók érdeklődését; azonban a

kurzuson alkalmazott precízebb online marketing, a Youtube LIVE beszélgetés, valamint az informatív, célzott weboldal [4] jobb eredményekhez vezetett. A jól célzott marketing hatékonyságát a következő mérési eredmények szemléltetik (1. táblázat):

1. táblázat Facebook marketing hatékonysága

kampány	hossz	elérés	jelentkező
Hagyományos	10 nap	30938	0 fő
CAD/CAM	4 nap	41346	20 fő

4. KORÁBBI KÉPESÍTÉSEK ÉS BELÉPÉS A KÉPZÉSBE

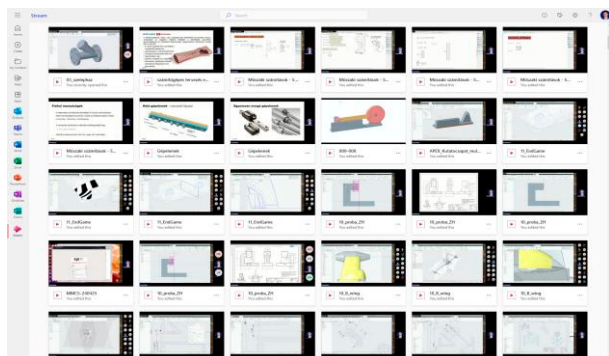
A képzésre jelentkezők között vannak olyanok, akik rendelkeznek szakirányú előképzettséggel, de vannak, akik nem. A különböző háttérű, korú és alapképzettségű jelentkezők integrálása a képzésbe nehézkes, ezért fontos szerepet játszik az ennek kiküszöbölésére indított felzárkóztató kurzus. A felzárkóztató kurzusnak nincs értékelése csak aláírást kell szerezni. A felzárkóztatás a képzés két alapvető területére koncentrál. A számítógéppel támogatott gyártás (CAM - Computer Aided Manufacturing) bemutatása a képzés első napján történik. Mivel a beiratkozás csak személyesen történhet, ezért az első oktatási napon minden hallgató a kecskeméti jelenléti oktatási helyszínen található. Itt az elméleti alapon felül lehetőség van a megmunkológépek helyszíni megtekintésére is, ami sok későbbi kérdés tisztázását teszi lehetővé. A másik nagy területnek, a számítógéppel segített tervezésnek (CAD - Computer Aided Design), a bemutatása már online oktatási napon folytatódik, mert itt már nem kell az ismereteket konkrét gépekhez kötni. A beiratkozás során az előképzettségtől függ, hogy a hallgató a képzés elvégzése után mérnöki vagy szakirányú oklevelet kap. A szakirányú képesítéssel nem rendelkező hallgatók alaposabb felkészítés után más jellegű féléves feladatokat kapnak. Ezen hallgatók felzárkóztatását nagyban megkönnyíti a tanórákon felvett videós tananyagok visszanezhetősége.

5. OKTATÁS

5.1. Oktatás és tudásátadás hibrid módon

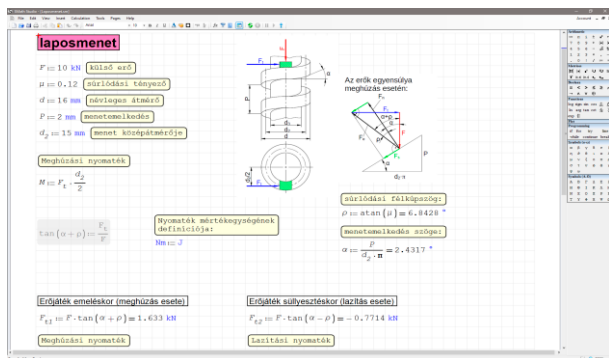
A személyes jelenléttel zajló laborfoglalkozások mellett a hibrid oktatási rendszer lehetőséget kínál online részvételre is az MS (Microsoft) Teams és a Moodle rendszerek segítségével. Az MS Teams egy összetett eszköz, amely hozzáférést biztosít különféle alkalmazásokhoz, például az MS Stream nevű videótárhely oldalhoz [5]. Az órákról videofelvételek készülnek, amelyek az MS Teams felületén keresztül visszanezhetők (3. ábra). Ennek a megoldásnak az a nagy előnye, hogy a feltöltött videofelvételekhez történő

hozzáférést automatikusan szabályozza a rendszer az MS Teams csoportokhoz rendelt hallgatói jogosultságok alapján. Ezen a módon a tananyagokhoz kapcsolódó szerzői jogok kezelése is megfelelő kereteket kap, hiszen csak az adott oktatási csoporthoz tartozó hallgatók érhetik el a vonatkozó oktatási segédleteket.



3. ábra Videofelvételek az MS Streamben

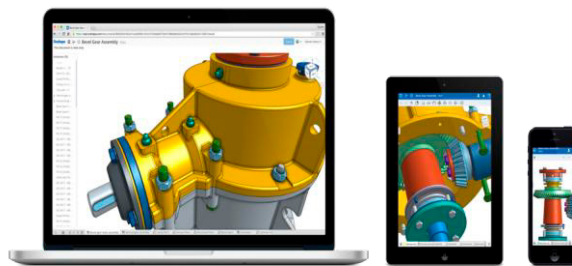
A böngészőben futó webes alkalmazások, például a Smath vagy az Onshape, akár mobileszközökön is hozzáférhetővé teszik az oktatási tematikákat. Az SMath szoftver kiváló támogatást nyújt a mérnökhallgatóknak a bevitt számítások természetes megjelenítésével és a fizikai mértékegységek széles körű támogatásával (4. ábra). Ez a szoftver sokat segít a mérnöki számítások jobb megértésében a fizikai mennyiségek (mérőszám és mértékegység szorzatával leírt mennyiségek) érthető ábrázolásával és azok átváltásának az automatizálásával.



4. ábra Számítási példa a SMath Studio programban

A webalapú CAD szoftverek (például az Onshape) használatának előnye, hogy nincs szükség telepítésre, a modellezési funkciók egy webböngészőn vagy a mobil informatikai eszközökre kifejlesztett applikációkon keresztül érhetők el (5. ábra). Ezzel az Onshape tökéletesen megvalósítja a szoftver, mint szolgáltatás elvet (SaaS - Software as a Service). Mivel a szoftver az adatokat felhőben tárolja el, ezért közös munka végezhető ugyanazon a modellen (hasonlóan a Google Sheet-ben kezelt táblázatokhoz). Ezen felül a feladatok beadása és az értékelés teljes egészében online történik. Ezt a lehetőséget az online CAD rendszeréhez kapcsolt speciális adatbázis kezelő PDM (Product Data

Management) rendszer teremti meg. Ebben a rendszerben lehet kezelni a tanulócsoportokat és a csoportoknak kiadott feladatokat is.

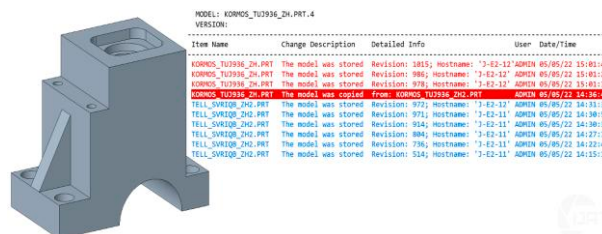


5. ábra Webalapú CAD szoftver különböző eszközökön

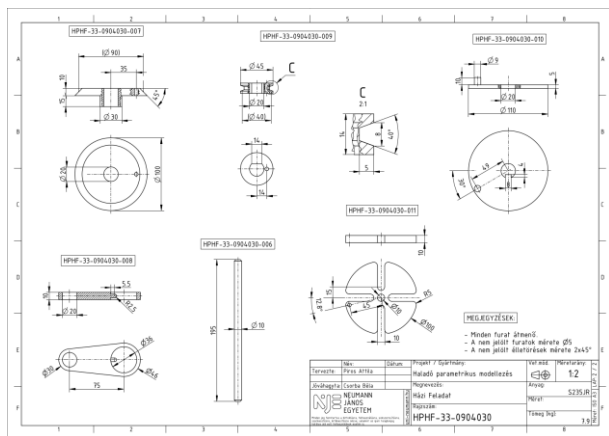
A digitalizált oktatás egy nagyszerű lehetőség, ami extra motivációt ad a diákoknak, hiszen (szinte születése óta) minden hallgató használ digitális eszközöket, így sokkal szívesebben oldanak meg gépészeti- (és egyéb) problémákat a számítógép használatával.

5.2. Számonkérés

A tananyag átadása mellett a számonkérés is digitálisan történik. A digitalizálás mellett fontos az automatizált feladatkiadás (7. ábra) és értékelés is, ami nagyban megkönnyíti az oktató dolgát. A digitális jogkezelés a digitális oktatás sajátosságaiból eredő csalások kiküszöbölésére szolgál. A csalások kiszűrésének az alapja a digitálisan létrehozott anyagok vízjelzése. Például a számítógépes tervezés folyamán elkészülő CAD fájlokat (3D-s modelleket) a szoftver (esetünkben a PTC Creo CAD rendszer) olyan digitális vízjellel látja el, amely alkalmas a modell létrehozójának a beazonosítására, valamint a modell változásainak a nyomkövetésére (pl.: pontosan ki és mikor másolta le az adott modellt és ez a művelet melyik számítógépen történt 6. ábra). Mivel egy ilyen azonosítás esetén indirekt módon, de személyes adatok kezelése is megtörténik, ezért fontos előre közölni a hallgatókkal az azonosított személyes adatok körét (számítógép- és felhasználói azonosító) valamint azok felhasználásának a konkrét célját (a tanulmányi szabályzatban nem megengedett adatátadás).



6. ábra Szabálytalan másolás nyoma a digitális vízjelben

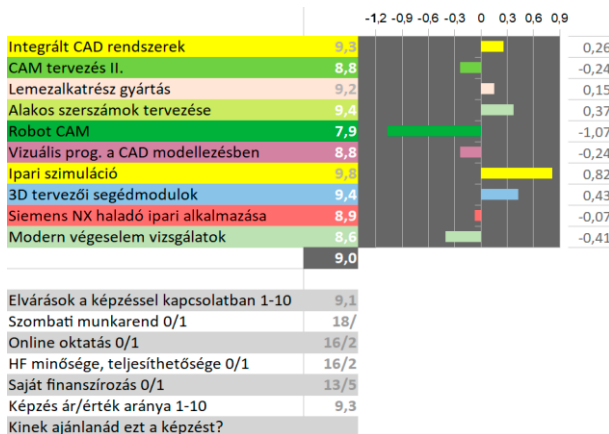


7. ábra Automatikus generált házi feladat a PTC Creo CAD rendszerben

5.3. Az oktatás hatékonyságának a növelése

A leghatékonyabb módszer a hallgatói elégedettség folyamatos mérése a személyes interjúk és az online kérdőívek. Ezeken a módokon közvetlen és személyekre bontott képet lehet kapni elsősorban az oktatott tantárgyakkal kapcsolatos hallgatói véleményekről.

A tantárgyi értékelésen felül még a kurzussal való elégedettség értékelése során a következő szempontokat mértük: a képzéssel kapcsolatos elvárások, a szombati munkarend, az online oktatás, az önállóan elkészíthető házi feladat, az önfelkészítés, valamint a képzés ár/érték aránya. Egy adott féléves felmérés eredményei a 8. ábrán láthatók.



8. ábra Féléves felmérés eredményei

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Az előzőekben ismertetett módszerek eredményeként az oktatás színvonala emelhető egy egységes, online és nagymértékben automatizált oktatási platform bevezetésével, miközben csökken az oktatók munkaterhelése is. Ez magában foglalja olyan szoftverek bevezetését is, amelyek egyetemi szinten, felhőalapú tárolással, automatizált adminisztrációval támogatott módon használhatók.

A fent leírt képzés kiterjesztésével modern, magas színvonalú, egyetemi szintű integrált oktatás valósítható meg, jelentős digitalizációval és az oktatók terheinek csökkentésével karöltve. A cél a képzési eredmények kiterjesztése (pilot projektként) a teljes egyetemi oktatási rendszerre.

7. SUMMARY

As a result, the standard of education can be raised by introducing a unified, online, and highly automated educational platform while reducing instructors' workload. This includes introducing software that can be used jointly with automated administration at the university level on a cloud basis.

By expanding the training described above, modern, high-level, university-level integrated education can be achieved, with significant digitization and reducing the burden on instructors. The goal is to extend the training results (as a pilot project) to the entire university education system.

8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A TKP-6-6/PALY-2021 számú projekt a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NVA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

9. IRODALOM

- [1] R. Riascos, L. Levy, J. Stjepandi'c, and A. Fröhlich, "Digital mock-up," Concurrent engineering in the 21st century: Foundations, developments and challenges, pp. 355–388, 2015.
- [2] A. Majorov, "Universal 3d (u3d)," in International Conference Graphicon, 2005.
- [3] Piros A C3D, "CAD/CAM + STARTUP", <https://www.youtube.com/live/sul80D9qcfM?si=T2cAOCpbb3VqjVxi>, 2024.
- [4] <https://szakmernoki.com/>, 2025.
- [5] S. Hai-Jew, "Evaluating "MS Teams" for teaching and learning," C2C Digital Magazine, vol. 1, no. 13, p. 7, 2020.