

# Oktatás a felhőben: a mikroelektronikai felhőalapú szövetség (MECA)

Géczy Attila, Krammer Olivér, Martinek Péter, Bonyár Attila,  
Illés Balázs, Bojta Péter

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Elektronikai Technológia Tanszék, 1111 Budapest, Egrý József u. 18.  
E-mail: gattila@ett.bme.hu

**Tartalmi kivonat.** A felsőoktatási intézményeknek általában fokozott kihívással kell szembenéznüik, amikor a tudományágak területeinek széles körű lefedésével szeretnék a szükséges oktatási infrastruktúrát és szakértői háttérrel kialakítani. Ezért is van szükség a szakterületeket átfogó virtuális oktatási anyagokra, amelyek kifejlesztése és alkalmazása az elmúlt évtizedek fontos oktatási irányzatainak tekinthetőek. A BME egy európai Erasmus+ program keretén belül csatlakozott a MECA (Microelectronics Cloud Alliance) konzorciumhoz, amelyben az egyetemek a projekt partnerek számára egy felhőalapú oktatási rendszer keretében biztosítanak hozzáférést távoli hálózati megoldások keretein belül egymás mikroelektronikai felszereléseinek leírásaihoz, tananyagokhoz, laboratóriumi, kutatási, illetve szoftver rendszereihez.

**Kulcsszavak:** e-learning; elektronikus oktatás; felhőalapú tudástár; Erasmus+

## 1. BEVEZETÉS

A mikro- és nanoelektronika a tudományterületek egyik leggyorsabban fejlődő területe, és alapja az elektronikus gazdaság fejlődésének is. A folyamatos oktatás és tanulás kérdése is fontos ebben a rendszerben. A technológiai tudás bővítésének érdekében az egyes európai oktatási és kutató-fejlesztő intézeteiknek össze kell fogniuk, hogy megerősítsék a térség K+F potenciálját. [1] Erre a kihívásra jelenthet megoldást az egyesített e-oktatási felületek kialakítása, ahol az ipar és az akadémia együttműködése újszerű potenciált hozhat az oktatási anyagok minőségét, tartalmát és hozzáférhetőségét illetően. Az elmúlt években több hasonló rendszer kialakítása is megtörtént a régióban, amelyek során fontos volt a tudástranszfer kérdése [2], a gyakorlatias problémamegoldás elektronikus tudanyagokba való integrálása [3] és az ezen elvrendszerek mentén zajló fejlesztések éles pilot-projektekben való tesztelése. [4,5]

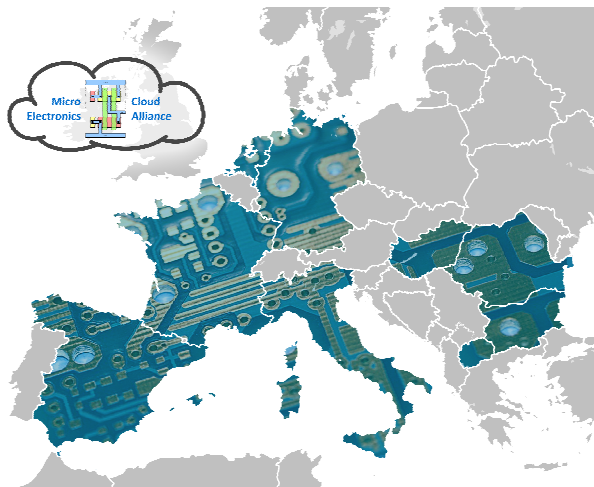
A környező országok hasonló kezdeményezései közül érdemes megemlíteni az romániai háttérrel megvalósított mSysTech projektet [6, 7], a svájci-makedón-bulgár közreműködésben futó SCOPES projekteket [8], valamint a DIPSEIL és Train\_Nanoelectronics kezdeményezéseket [9]. A tématerületen hazánkban is történtek jövőbe mutató fejlesztések az elektronikus oktatás területén. A mikro-elektromechanikai eszközök és a szenzorok területén a MEMSEDU [10] és a SENSEDU [11]

internetes kurzusokat szükséges megemlíteni. Az Eurotraining kurzusok [12] mellett pedig az Elec2EAT [13] és a Mechatronikai mérnök MSc tananyagfejlesztés [14] anyagok kötötték össze az ipar és az akadémia között a pontokat.

A MECA (Microelectronic Cloud Alliance) a korábbi tapasztalatokra építve folytatta a munkát. A szövetség feladata az volt a fentiek alapján, hogy létrehozzon egy felhő alapú infrastruktúrára (szoftver/hardver) épülő rendszert, melyben az egyetemi tantárgyak és adott esetben laborgyakorlatok ismeretanyagai, a CAD eszközök, a projektötletek és a rendelkezésre álló oktatási erőforrások egyfajta "oktatási felhőt" képezzenek. Ez a szövetség egy Erasmus+ projekt keretein belül valósult meg, a projekt kialakítása során tíz európai felsőoktatási intézmény és nyolc kis- és középvállalat fejlesztett közösen különféle virtuális tananyagokat tizenhat kurzushoz. A konzorcium ezeket a kurzusokat Nyílt Oktatási Segédanyagokként (angolul: „OER”, azaz „Open Educational Resources”) teszi közzé, ezzel könnyű hozzáférhetőséget biztosít mind az egyetemi hallgatóság, mind az ipari szakemberek számára. A felhőalapú oktatási rendszer keretében a projekt partnerek felhő alapú infrastruktúrában távhozzáférést nyújtanak egymás számára a saját virtuális felszerelésekhez, laboratóriumi, kutatási, illetve megosztható szoftver rendszereihez.

A BME Elektronikai Technológia Tanszéke (BME-ETT) és hazai oldalról a Lightware Kft.

három fő ponton csatlakozott a kilenc országot képviselő, tizennyolc partnert bevonó konzorcium munkájába. A partnerek térképét az első ábra mutatja be.



1. ábra. A MECA projekt partnereinek területi eloszlása

Az oktatási anyagok terén az ETT fő kompetenciaterületeit átfogó elektronikai technológiai, valamint egy elektronikai szerelési és elektronikai vizsgálati módszereket összefoglaló modullal bővíti a MECA tudástárát. Emellett egy átfogó szenzor- és MEMS technológiai, valamint egy virtuális laboratórium modul is bekerül a felhőalapú oktatási rendszer tudástárába.

## 2. A TECHNIKAI HÁTTÉR

A projekt fontos hozzáadott értéke a felhőrendszert futtató szerverháttér működési elvének kidolgozása, amelyben szintén kiemelt szerepet vállalt a hazai BME és a Lightware Kft. A rendelkezésre álló felhőszolgáltatások három fő csoportra oszthatók:

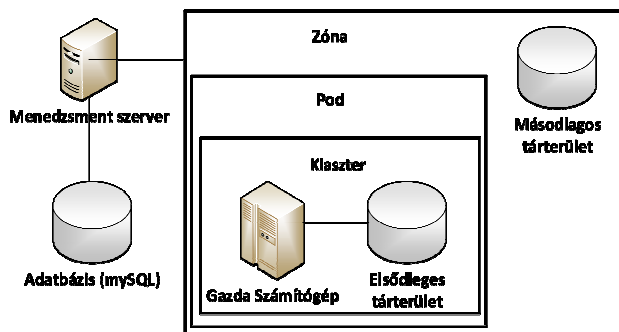
- Szoftverszolgáltatás (Software as a Service – SaaS),
- Platformszolgáltatás (Platform as a Service – PaaS) és
- Infrastruktúra-szolgáltatás (Infrastructure as a Service – IaaS).

Publikus felhőszolgáltatásokat az elmúlt években kedvező áron lehetett igényelni különböző szolgáltatóktól előre telepített szoftverek segítségével.

A nagyfokú testreszabhatóság és az alacsony beruházási költségek miatt a MECA konzorcium úgy határozott, hogy az infrastruktúra-jellegű szolgáltatás modellt (IaaS) követi a saját felhőjének

megvalósításánál. A vonatkozó felhő megépítéséhez többféle piacon elérhető megoldás választható, melyek mind képességeikben, mind árakban, mind licenzelési módjukban is jelentősen eltérnek. Néhány elterjedtebb megoldás ezek közül a szolgáltatások közül: Microsoft Private Cloud, VMware vCloud Suite, OpenStack és Apache CloudStack. A MECA konzorcium választása az Apache CloudStack-re esett, ami egy elterjedt, nyílt forráskódú, jól skálázható és minden alapvető üzleti igényt kielégítő rendszer.

A projekt során megépült, úgynevezett mCloud felhő az egyes partnerek által felajánlott hardver erőforrásokon osztozik, ez adja a működésnek az alapjait. Minden partner egy egyszerű infrastrukturális csomópontot épít saját telephelyén. Ennek megtervezésében és megvalósításában szigorú szabályokat kellett lefektetni a későbbi integrálhatóság érdekében. Minden csomópont pontosan egy zónát, azon belül egy „pod”-ot, azon belül pedig egy „cluster”-t foglal magában. Ez a felépítés látszik a lenti 1. ábrán is.



2. ábra. A Cloudstack csomópont (node) felépítése

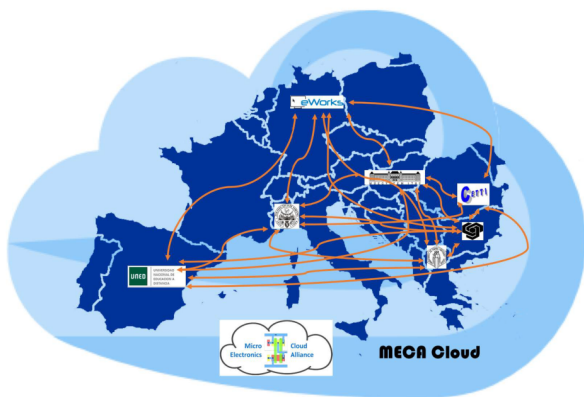
A fentiek mellett csomópontonként üzemeltetni kell egy menedzsment szervert, minimum egy gazda számítógépet, valamint minimum egy-egy elsődleges és másodlagos tárterület szolgáltatást. Valamennyi node csomópont saját, kizárólagos alhálózatban működik, melyek szabványos internet címeit (IP address) egységes rendszerben határozta meg a konzorcium a felhőn belüli egyértelmű azonosíthatóság érdekében. A hálózati megoldások tekintetében rögzítésre került továbbá, hogy kötelezően Kernel-based Virtual Machine (azaz KVM) virtualizációs technológiát alkalmaz valamennyi csomópont a gazdaszámítógépeken, a felhőből lehívható virtuális számítógépek (VM-ek) futtatásához. A csomópontok összekötéséhez az Apache CloudStack régiókon alapuló megközelítést használta a projekt. Az egyes

csomópontok egyértelműen sorszámozott régióként kerülnek megvalósításra, ami lehetővé teszi a rendszer üzemeltetői és fejlesztői számára valamennyi csomópont erőforrásainak elosztását, hozzáférését és kezelését. Egy megfelelő jogosultsággal rendelkező felhasználó – például egy oktató – egyszerre igénybe tud venni több erőforrást is a csomópontok segítségével, ezzel például ki tud szolgálni egy nagyobb létszámú vagy nagyobb erőforrás igényű elektronikus oktatási kurzust.

### 3. EREDMÉNYEK

#### 3.1. A technikai háttér eredményei

Kilenc projekt partner csomópontjainak összekötésével a mCloud működőképes és optimalizáción keresztül alkalmazható. Az alkalmazás során tovább finomodhat a működés: a hallgatói hozzáférés módszerének és szabályozásának rendszere, az oktatási környezet hivatalos tananyagokba való beépítése az egyes partnerintézményeknél kialakult alkalmazás kérdése. A projekt által felállított nemzetközi felhőrendszernek a BME is a részese, a teljes térképet pedig a 3. ábra mutatja be.



3. ábra. A MECA Clouds felépítése [15]

A rendszer minden probléma nélkül lehetővé teszi sablonok (olyan tömegesen klónozható számítógépek) definiálását, amelyek egy vagy több kurzus kiszolgálására képesek specifikus hardver/szoftver konfigurációjuknak köszönhetően.

#### 3.2. Előzetes és terepi tesztek eredményei

A rendszer előzetes pilot tesztjében a partnerintézményeknek köszönhetően 302 személy vett részt. A személyek 65%-a férfi, 35%-a nőnemű volt. Pilot tesztben résztvevők közül 90% azt jelezte vissza, hogy a rendszer kialakítása megfelel a felhasználóbarát elvárásoknak, a felület könnyen

értelmezhető és alkalmazható. A résztvevők 75%-a szerint nem szükséges technikai személyzet betanító segítsége a rendszer használatához. A résztvevők 65%-a azt jelezte, hogy a tananyagok konzisztensek, didaktikusak és a rendszer tartalmilag megfelelően van integrálva. A kezdeti tesztek azt igazolták, hogy a rendszerre méretezett Moodle külső felület megfelelő a projekt megvalósításához.

A rendszer éles terepi tesztjén a partnerek 826 résztvevővel ellenőrizték a rendszert. Ennek az úgy nevezett „field trial”-nak 45/55%-os résztvevő aránya volt a nemek tekintetében (nő/férfi). A visszajelzések alapján a következő pozitív pontokat lehetett leszűrni.

A rendszer jól strukturált, a gyors linkek és orientációs megoldások jól működnek a felhasználói felület szempontjából. A könnyű tanulási hozzáférhetőség mellett a felsorakoztatott tananyag széles spektruma is dicséretet kapott. A kezdeti visszajelzések tanulságai nagyságrendileg a terepi teszten is visszaköszöntek. A MECA rendszerrel szemben megfogalmazott általános kritika az információ nagy, olykor akár terhelő mennyiségét hozta fel fő pontként. A másik oldalról a több videó-animáció alkalmazásában látott volna még lehetőséget a tesztet elvégző felhasználók egy része. (A dicséreték között az animációk könnyű megérthetősége is visszaköszönő elem.) A felhasználók több mint 70%-a szerint a kurzusok a munkaerőpiac igényeit is lefedik, és 95%-uk ajánlaná a rendszert másoknak is.

A belső BME-s teszten abból a szempontból is vizsgálták a hallgatók az anyagokat, hogy mennyire tudják otthoni tanulásra használni azokat, olyan formában, hogy az órai anyag mellé kapják kiegészítő tananyagnak a felhőben szereplő kurzusokat. Az elégedettség általános volt, a döntő többség szerint be kellene vezetni az oktatásba a rendszert és a többség szerint az ilyen formában leadott anyagok számonkérések szempontjából (pl. zárthelyi dolgozatnál) is alkalmazhatóak.

A projekt statisztikái alapján tehát 25 kurzus készült, összesen 1128 fő tett gyakorlati próbát a rendszerrel, és végül 18 szakcikk készült a projekt eredményeinek terjesztése céljából. További információkat a projekt hazai [16] vagy a nemzetközi hivatalos [17] honlapján lehet megtalálni.

## 4. ÖSSZEFOGLALÁS

A cikkben bemutatásra került a MECA projekt koncepciója, felépítése, technikai megvalósításának a háttere. A munka kivitelezése felsőoktatási intézmények és vállalatok együttműködésében történt, a felhőalapú rendszer alkalmazása pedig a (mikro)elektronikai képzés elősegítése érdekében már rendelkezésre áll a projekt zárását követően.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A MECA az (562206-EPP-1-2015-1-BG-EPPKA2-KA) sorszámú Erasmus+ Knowledge Alliance projekt keretében valósult meg.

## IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Tzanova S., Martin P.M.C., Schaeffer C., „An European Project Virtual Performance Centred Environment for Training in aNanoelectronics”, *Web-Based Education*, Chamoni, Franciaország, 337-341 o., 2007.
- [2] Tzanova S., „Innovation of the Electronics Education Through an Internet-Based Performance Support System”, *Learning Conference 2004*, Havana, Kuba, június 27-30, 260-266 o., 2004.
- [3] Mediano C.M., Mileva N., Tzanova S., Castro M., Bastiaen T., Stonayov S., López E., Mathieu N., „Los sistemas de apoyo a la realización de tareas prácticas a través de internet: resultados de su aplicación a la enseñanza de ingeniería en diferentes universidades europeas”, *XIII congreso nacional de pedagogía*, Valencia, Spanyolország, szeptember 13-16, 270-282 o., 2004.
- [4] Tzanova S., Codreanu N., „Training Microsystems Technologies in an European eLearning Environment”, *Proc. of EDUCON 2010*, Madrid, Spanyolország, április 14-16, 2010.
- [5] Tzanova S., Codreanu N., Chaisemartin M., Beisser E., Wlekinski F., Tzanov M., Svasta P., Popescu G., Fuica R., Pantazica M., „Advanced Performance-centered and Job-linked Training Approach based on the E-Training Microsystems Technologies European Project”, *Proc. of 10th European Conference E-COMM-LINE*, 50-56 o., 2009.
- [6] Pantazica M., Codreanu N., „Multi-media “DFM” course for design of electronic modules/micro-systems”, *IEEE-SIITME 2009*; 45-49 o., 2009.  
<https://doi.org/10.1109/siitme.2009.5407404>
- [7] Pantazica M., Codreanu N., Svasta P., Ionescu C., „E-learning packaging technologies course in the frame of the MSYSTech European project”, *IEEE-SIITME 2010*; 317-320 o., 2010.  
<https://doi.org/10.1109/siitme.2010.5650874>
- [8] SCOPES, (Scientific co-operation between Eastern Europe and Switzerland),  
<http://www.snf.ch/en/funding/programmes/scopes/Pages/default.aspx#Documents> elérés: 2019. 02. 22.
- [9] Mediano C.M., Tzanova S., Castro M., Díaz G., Riopérez N., „Distributed Internet-based Performance Support Environment for Individualized Learning. Application in several European Universities”, *FIE 2008*, Saratoga Spring, USA, október 22-25, T1A1-T1A6 o., 2008.
- [10] Harsanyi G., Bojta P., Gordon P., Santha H., „An Internet Course for Teaching Basic MEMS Technologies and Applications: MEMSEdu”, *55th IEEE Electronic Components and Technology Conference*, 1935-1942 o., 2005.  
<https://doi.org/10.1109/ectc.2005.1442064>
- [11] Harsányi G., Lepsényi I., Gordon P., Bojta P., Ballun G., Illyefalvi-Vitéz Z., „SensEdu - an Internet Course for Teaching Sensorics”, *IEEE Sens.*, 2. évfolyam, 1. szám, 34-40 o., 2002.  
<https://doi.org/10.1109/7361.987059>
- [12] Illyefalvi-Vitéz Z., Harsányi G., Balogh B., Civera P., „Analysis of Distance Learning Courses Offered by the EuroTraining Course Directory”, *55th IEEE Electronic Components and Technology Conference*, 1909-1915 o., 2005.  
<https://doi.org/10.1109/ectc.2005.1442059>
- [13] Bátorfi R., Illyefalvi-Vitéz Z., „Teaching Electronics Assembling, Inspection and Test Techniques in Elect2EAT”, *IEEE-SIITME 2009*, 39-43 o., 2009.  
<https://doi.org/10.1109/siitme.2009.5407403>
- [14] Fodor D., Korondi P., Szabó T., „Mechatronikai mérnök MSc tananyagfejlesztés”, TÁMOP-4.1.2.A/1-11/1-2011-0042; elérés: <http://moodle.autolab.uni-pannon.hu/>; Elérés időpontja: 2019. 02. 24.
- [15] Roch M.R., Demarchi D., Klossek M., Tzanova S., „MECA, the microelectronics cloud alliance”, *2018 IEEE Global Engineering Education Conference EDUCON*, 1419-1423 o., 2018.  
<https://doi.org/10.1109/educon.2018.8363396>
- [16] MECA hazai honlap:  
<http://www.ett.bme.hu/meca/index.html>; Elérés: 2019. 02. 24.
- [17] MECA nemzetközi honlap:  
<http://meca-project.eu/>; Elérés: 2019. 02. 24.