

**TÉRBELI GONDOLKODÁS SEGÍTÉSE ELEKTRONIKUS ESZKÖZÖKKEL**

## HELPING OF SPATIAL THINKING WITH ELECTRONIC DEVICES

**Bognár Géza, Kaczur Sándor***Gábor Dénes Főiskola***Összefoglaló**

A mérnöki tevékenység legfontosabb célja termékek és szolgáltatások előállítása. A termékek előállításakor kivétel nélkül, de a szolgáltatások biztosításakor is gyakran szükséges a helyes térbeli gondolkodás az úgynevezett térlátás. Ezért az elmúlt század mérnöki alapképzésében kitüntetett helyet kapott az ábrázoló geometria oktatása. Ma is fontos szerepe van ennek, de a sorozatos tanterv reformok jelentősen csökkentették az erre fordítható időt, helyet adva a gyakran konstrukciós tárgyak örve alatt megjelenő 3D modellezés oktatásnak. Ennek keretében gyakran egyszerű, mindenki által ismert egyszerű gyártási eljárások modellezésével, síkbeli alakzatokból vagy primitív testekből kiindulva hoznak létre térbeli alakzatokat. Ezek a térbeli alakzatok azután tetszés szerinti nézetben szemlélhetők, illetve más környezetbe helyezhetők. Az elektronikus oktatási eszközök teljes kellékárának használatával jelentősen hozzájárulhatunk a hallgatók térlátási képességének fejlődéséhez.

**Kulcsszavak**

3D modellezés, ILIAS, térinformatika, CADKEY, oktatás

**Abstract**

The most important aim of the engineering activity is production of the product and services. At the time of manufacturing the products without an exception, but at the time of providing the services often necessary the correct spatial thinking the so-called space eyesight. The education of the descriptive geometry has received place honoured for this in the basic training of engineering in the last century. Nowadays this is important too, but several curriculum reforms made the time less, giving time the 3D modeling appearing in constructional subjects for education. Often with the modeling of simple plains, with the modeling of plain production procedures, making three-dimensional figures from primitive elements and spatial formations. The views of these 3D figures can be contemplated, can be put into other environment. We may contribute the usage of the full properties of the electronic educational devices to the development of the students space eyesight ability significantly.

**Keywords**

3D modeling, ILIAS, geoinformatics, CADKEY, education

## 1. 3D gondolkodás fejlesztése ábrázoló geometria segítségével

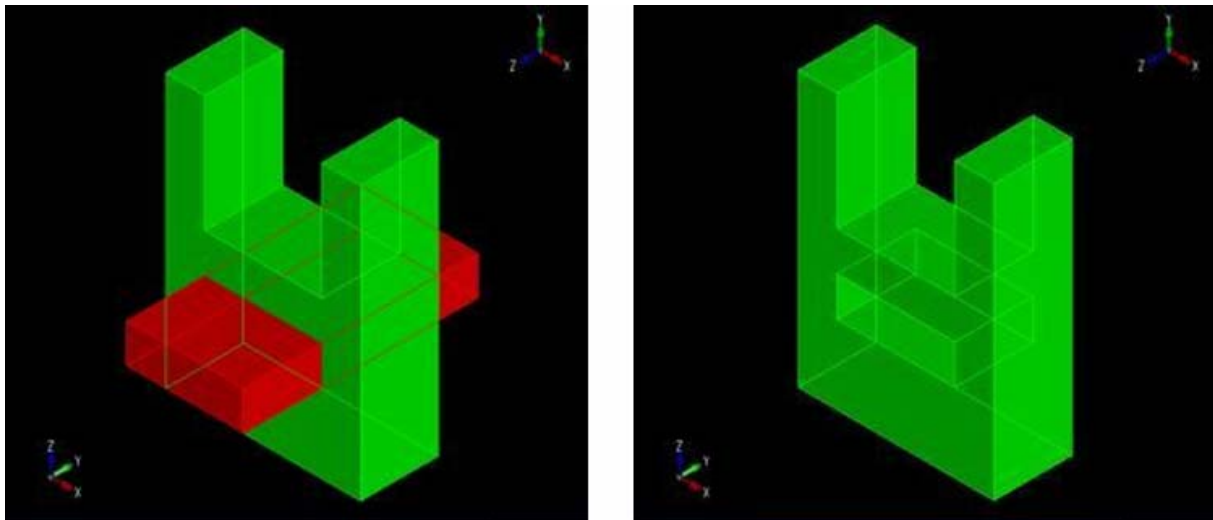
Ahhoz, hogy egy kivitelezésre kerülő objektumot szabatosan dokumentálni tudjunk, elengedhetetlenül szükséges, hogy az objektum alakját el tudjuk képzelni, azaz tisztában legyünk azzal, hogy az objektum egyes részei a térben hol és hogyan helyezkednek el. A térbeli objektumok egy referencia rendszerben való szabályos ábrázolását lehet megoldani az ábrázoló geometriában használt vetületi ábrázolással. A műszaki életben egyszerűsége miatt a derékszögű vetítés terjedt el. Egyes különleges esetekben azonban olyan vetítéseket is használnak, melyeknél a vetítősugár nem merőleges a vetületi kép síkjára. A térbeli objektumokat tervező mérnöknek „látnia kell fejben” a térben kitérő egyenesek helyzetét, a síkot képező egymást metsző egyeneseket, a síkok áthatási vonalait, a különféle görbült felületek egymáshoz képesti helyzetét, testek áthatási vonalait. Ha valaki rendelkezik a „térbeli látás” képességével, könnyebben birkózik meg a fenti problémák vetületi megoldását megadó alapszerkesztésekkel. A térbeli látás képessége az emberrel veleszületett tulajdonság, amit kisgyermekkorban viszonylag könnyen lehet fejleszteni térbeli építőjátékok használatával, amilyen például a LEGO rendszer. Ma már a 3D CAD szoftverekhez hasonló térbeli LEGO tervező rendszer is áll az érdeklődők számára [6]. Ugyanakkor a fenti elemi szerkesztések begyakorlásával olyan esetben kialakítható a térlátás, mikor a hallgató készség-készletében eredetileg ez a készség hiányzott.

A szerzők többéves oktatási tapasztalataik alapján állítják, hogy:

- 1) a veleszületett és kisgyermekkorban 3D játékok használatával erősített térlátás megkönnyíti az ábrázoló geometriai alapszerkesztések elvégzését;
- 2) az alapszerkesztések gyakorlása visszahat a térlátás kialakulására.

## 2. Térbeli modellező szoftverek közös elemei

A GDF-en a 3D modellezéssel részben műszaki, részben művészeti szempontok szerinti megközelítésben találkozunk a hallgatók. A 3D modellezés céljaira alapvetően a Cadkey, KeyCreator, 3D studio MAX, Solid Edge és SolidWorks szoftvereket használjuk [5]. A 3D szoftverekkel kapcsolatos tantárgyainkban sosem a szoftver elsajátítása a cél, hanem a modellezés elveinek megtanítása. Úgy véljük, hogy a fenti szoftverek mindegyikében előforduló modellezési technikák megtanításával hozzásegítjük a hallgatót ahhoz, hogy egy új környezetbe kerülve, gyorsan tudjon alkalmazkodni bármilyen szoftver kezeléséhez. Ilyen közös elem a primitív testek létrehozása, a testek hasonló eszközökkel történő módosítása, a Boole algebrai műveletek végzése, szabványos elemkönyvtár használata (a műszaki szoftverek esetében). Mindazonáltal az adott tantárgy eredményes teljesítéséhez elvárjuk, hogy a hallgató a 3D modellt hibátlanul elkészítse. Mivel a szoftver teljes elsajátítása nem cél, a számonkérés során tankönyvet használhatnak, de elektronikus adathordozót és internetet nem. A tökéletes modellre elégségest lehet kapni, míg a további differenciálás az egyéb funkciókban való jártasságtól függ. Az alábbi képen azt szemléltetjük, hogy a tanítás során egy üreg kivágását úgy végezzük, hogy erre a célra létrehozunk egy kivágó szerszámot (az ábrán piros) és a módosítandó testből (az ábrán zöld) logikai kivonással kapjuk meg az eredményt.



1. ábra – Boole algebrai kivonás üreg készítéshez, és az üregkészítés eredménye [7]

A 3D objektumok ilyen technikával történő módosítása jelentősen hozzájárulhat a hallgató térlátásának fejlődéséhez, jóllehet valamennyi szoftverben ugyanezt a feladatot szoftver-specifikus módon sokkal egyszerűbben is el lehet végezni, de az oktatás kezdeti szakaszában kifejezetten előnyösnek találtuk a fenti módszert. A fentiekhez hasonlóan a bonyolultabb geometriájú alakzatokat elemi testek összeépítésével (union) végezzük el. A felületek kezelésében lényeges különbségek mutatkoznak a művészeti és a műszaki célú szoftverek között. Míg a művészeti szoftvereknél egy görbe jellemzőit kézi irányítással (egérhúzással) is beállíthatjuk a műszaki szoftverek esetében jellemző a paraméterek numerikus megadása. Mindenképpen közös azonban a kétféle szoftverben a felületek létrehozásának technikája. Az egérhúzásos beállítás tág teret enged a fantázia szárnyalása „szabadkézi” rajzzal történő követésének.

### 3. Gyártás és modellezés kapcsolata

A 3D modellező szoftverekben a testek létrehozásának menete, ha csak nem primitív testeiket használunk, sokban hasonlít a valódi testek legyártásának folyamatához. Így a térbeli gondolkodás kialakításához az oktatás során olyan konstrukciós példákat választunk, amelyek a valóságos testek gyártásának lépéseit követik. Az 1. ábrán látható zöld színnel jelzett alaptest modelljét úgy készítjük el, hogy készítünk egy extrudáló szerszámot, amelyet a test peremén végigfutó kontúrvonal mentén képezünk ki. Azt a zárt görbét azután adott hosszúságúra extrudálva kialakul a test.

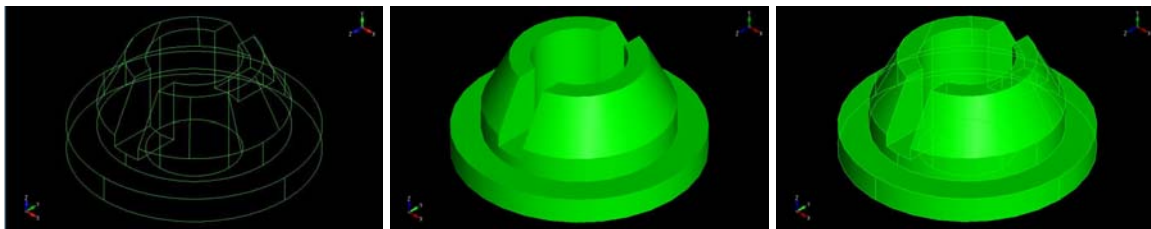
Ahogy a forgástesteket a valóságban esztergálással készítjük, ugyanígy megvan a lehetősége, hogy a 3D modellező szoftverekben is hasonlóképpen készítsük el ezeket. Az extrudáláshoz hasonlóan itt is egy zárt görbét kell létrehozni. Ez a zárt görbe fog megfelelni annak a pályának, amelyen az eszterga kését végig kell mozgatni. Majd meg kell adni a forgatás tengelyét. Ezután a szoftver a profilt megforgatva előállítja a testet. Így készült a 2. ábrán látható test 3D modellje.

A valóságos munkadarab ezután úgy készül el, hogy a test modelljét egy megmunkáló-szoftverbe adjuk át, ami a választott technológiának megfelelő HW eszközök szerszámait kiválasztva meghatározza a megmunkálás lépéseinek paramétereit (pl.: szerszám pályák, fordulatszámok, sebességek) elkészíti a megmunkálás programját, amit a CNC megmunkálógép

befogad és legyártja a munkadarabot. A fájlok átadására többféle szabványos fájlformátum létezik. Testeknél leggyakrabban az IGES és az STL használatos, míg vektoros rajzoknál a DWG, DXF a legismertebbek. Amennyiben 2D kivágóeszközök (habkivágó, lézerkivágó) állnak rendelkezésre úgy 2D formátumban kell átadni az információt.

#### 4. A megjelenítés segítése

A hagyományos papíralapú szerkesztésekkel ellentétben a 3D modellezés esetében mód van arra, hogy a testeket és felületeket úgy jelenítsük meg már a felépítés közben is, hogy azok segítsék a szemlélő eligazodását azzal, hogy a takarásokat valósághűen mutatják be, azaz a szemlélőhöz közelebb eső felületek a szemlélő számára takarásba helyezik a távolabb eső felületeket és testeket. A korai modellező szoftverek csak úgynevezett drótváz (wire-frame) nézetek megjelenítésére voltak képesek. A HW és SW eszközök fejlődésével könnyen elérhetővé vált az a technológia, amely a takarások figyelembevételével (rendering) mutatja be az objektumokat. Az objektumok felépítése során nagyon hasznos lehet, ha a renderelt képpel együtt a drótváz is látható.



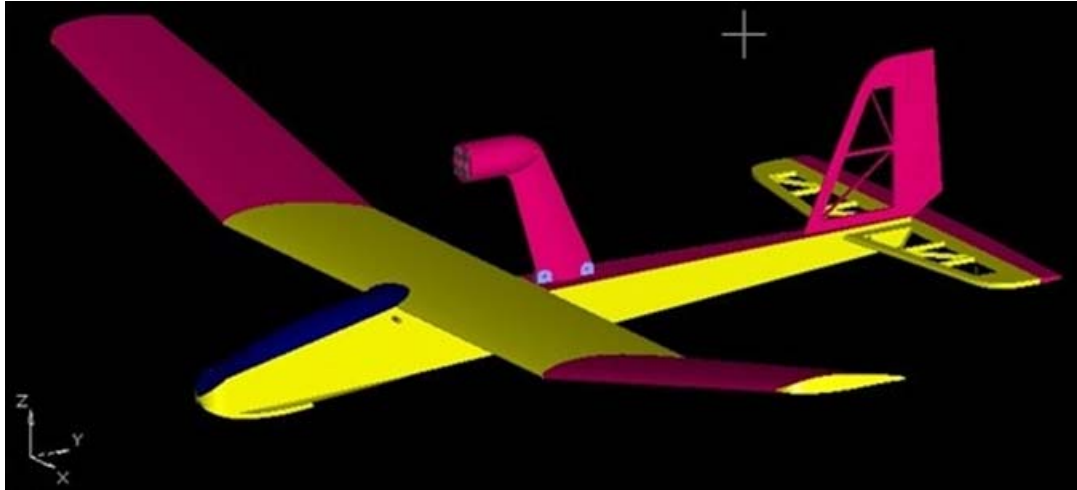
2. ábra – Ugyanaz az objektum drótváz, renderelt és renderelt drótváz megjelenítésben [7]

A drótváz megjelenítés szemléltetése, különösen egyszerű szimmetrikus testek esetében, gyakran nem teszi lehetővé a test egyértelmű rekonstrukcióját. Például, ha egy téglatestet szemlélünk, a test elhelyezkedését úgy is gondolhatjuk, hogy az egy csúcsban összefutó élek a képernyő síkja és a szemlélő közötti térben találkoznak, de úgy is értelmezhetjük a képet, hogy a képernyő síkja mögött helyezkedik el a csúcs. Ezen segít a renderelt nézet használata. A renderelt kép alapján még az is könnyen elképzelhető a testet, aki gyenge térlátással rendelkezik. Ha a 3D modellre különféle valóságos fényképről származó felületi struktúrákat húzunk, az eredmény a megtévesztésig fog hasonlítani a valóságra. A 3. ábra baloldalán egy repülőmodell 3D modelljét láthatjuk, míg a jobboldalon a valóságos repülőmodellről készített fénykép látható.



3. ábra – 3D modell és valóság, a kettő megtévesztően hasonló [4]

Egy diplomamunka feladat kapcsán egy hallgatónk légifelderítésre alkalmas kisrepülőgép 3D modelljét készítette el, amelynek alapján megépítette a repülőgépet, amely távirányítású videókamerát hordozott a fedélzetén.

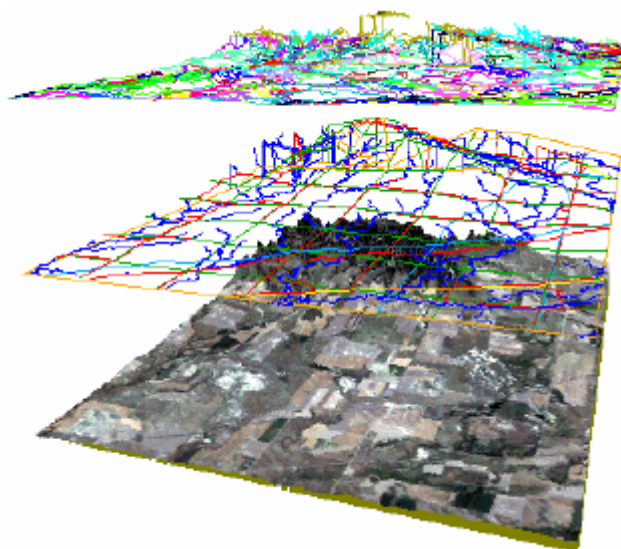


4. ábra – Légifelderítésre alkalmas kisrepülőgép 3D modellje [2]

A gép elkészítése úgy történt, hogy a 3D modell alapján 2D összeállítási rajzot készített, amelynek egyes elemeit a jellemzően lemez anyagokra rárajzolva lombfűrészsel körbevágta azokat, majd az összeállítási rajz szerint összeépítette a szerkezetet.

## 5. 3D renderelő technológiák a térinformatikában

A térképek többféle elterjedt szabványos formátumban tárolhatók és jeleníthetők meg. Népszerű a magassági modell, a drótváz modell, a TIN modell. A térinformatikai szoftverek (pl.: TNTLite, GeoMedia) képesek arra, hogy több eltérő osztályú réteget (raszteres, vektoros, TIN) megjelenítsenek 3D formában (View 3D).



5. ábra – Több térképi réteg összeillesztése 3D térképi modell esetén [9]

A drótváz modell vonalas topológia, elterjedt tárolási módja az ún. spagetti modell. A tárolást a vonatkoztatási rendszer, a megjelenítést a beállított vetületi rendszer határozza meg. Textúrának tekintjük azt a raszteres képet (légifelvétel, szkennelt térkép), amely – megfelelő referenciapontok megléte esetén – ráfeszíthető egy drótváz modellre. A műveletet textúrázásnak nevezzük. A felület tetszőlegesen kibillenthető a síkjából, bármely nézőpontból (irányvektor, távolság, látószög) megtekinthető. A TNTLite szoftver sztereografikus megjelenítésre is képes.

Animáció elkészítésekor összerendelést készíthetünk a megjelenített térkép egy kiválasztott repülőgépmoddell között. Az FMS repülőszimulátor szoftver segítségével készíthetünk mozgó animációt, amely földi nézőpontból, vagy a repülőgépen elhelyezett kamera szemszögéből képes fényképeket készíteni, vagy mozgóképet renderelni. A szoftver magyar nyelvű menüvel rendelkezik, akár távirányítóval is vezérelhető. A szimulációba be kell tölteni a kiválasztott térképet és repülőgépmoddelt, majd, meg kell határozni a kezdőpontot, az irányvektorokat, a repülőgép sebességét, a szélirányt, a motor teljesítményét, a fordulások szögeit, a nézőpontokat. A mozgóképes renderelés végeredménye egy avi vagy mpeg fájl, amelyet tetszőleges videolejátszó program képes megjeleníteni.



6. ábra – Az FMS repülőgépszimulátorral készített pillanatkép [11]

## 6. Oktatás e-learning eszközökkel

### 6.1. Az ILIAS környezet összetevői

ILIAS webalapú tananyagkészítő és -szolgáltató keretrendszer szervezett rendszerben fogja össze az internetes távoktatási szolgáltatásokat a Főiskolán, mintegy infrastruktúrát biztosít az elektronikus tananyagok rendszerezett feldolgozásához és az internetes kommunikációhoz. A főiskolán 2004-en került bevezetésre. Az ILIAS folyamatos szolgáltatásához korszerű szerverparkot alakítottunk ki. A keretrendszer működtetése ingyenes, ill. nyílt forráskódú szoftverekkel is megvalósítható. Minden hallgató rendelkezik hozzáféréssel. Az oktatók továbbképzése folyamatos. A tantárgyi és hallgatói fórumok egységesek, használatuk nagy aktivitást tükröz. A tapasztalatok kölcsönös kicserélése más ILIAS-t használó intézményekkel rendszeres ILIAS és eLearning fórumokon történik.

A GDF ILIAS főbb szolgáltatásai: internetes távoktatás magyar nyelven a világháló bármely pontján; egységes webes adatszolgáltatás a GDF tantárgyakról és a hozzájuk kapcsolódó kiegészítő adatokról, önellenőrzés lehetősége az internetes távoktatásban, multimédiás, interaktív, webes oktatóprogramok; online kurzusok, hatékony, számítógéppel segített elektronikus tananyag-fejlesztés, egységes elektronikus kommunikáció a hallgatók, a tanulócsoportok tagjai és a tanárok között, aktív mentorálás és tutorálás, elektronikus számítástechnikai foglaltár, mintatananyagok megtekintése.

### 6.2. Térinformatika az ILIAS-ban

A Térinformatikai rendszerek tantárgy kötelező a főiskola műszaki informatika és informatikus közgazdász szakos hallgatói számára. A tantárgy tematikája, követelményrendszere, előadásra és gyakorlatra vonatkozó óraszám, kredit értéke mindkét szakon egységes, a naplós és távoktatás tagozaton is. Hagyományos tankönyvként a Detrekői Ákos-Szabó György: Térinformatika című tankönyvet használjuk (ISBN 978-963-19-5266-7).

A tantárgy célja, hogy a hallgatók megismerjék a szakterület fontosságát, fogalmait, rendszerépítési alapelveit, fejlesztési módszertanát, alkalmazási lehetőségeit, egy konkrét szoftverkörnyezetet, és annak projektszemléletét.

Az ILIAS keretrendszerben a tantárgy kezdőlapján elérhető PDF formátumban a tantárgyi útmutató, a tantárgyleírás, valamint 20 darab ellenőrző kérdés a válaszokkal együtt. A hallgatók számára önértékelő teszt még nem készült. Az több száz bemutató diából öt elkülönített fejezetben letölthetők az előadásvázlatok, szintén PDF formátumban. A tananyag ezen és egyéb kiegészítései elérhetők a minden tanévkezdéskor rendelkezésre bocsátott Hallgatói DVD-n is. Ez különösen a távoktatási tagozat hallgató számára fontos, főleg a kontaktórák alacsony száma miatt. A hallgatók – e tantárggyal kapcsolatos – egymás közötti és a tárgyfelelőssel való kommunikációját külön tantárgyi fórum is támogatja.

A tantárgy gyakorlatain a GeoMedia 5.1 szoftvert használják, amit külön CD-n is rendelkezésre bocsátunk. A CD tartalmazza a szoftver Viewer változatának telepítőkészletét, két amerikai és egy magyarországi mintaadatbázist, valamint a szoftver magyar és angol nyelvű részletes dokumentációját. Az angol nyelvű leírás funkcióorientált, tételesen ismerteti a szoftver lehetőségeit, képernyőit, attribútum alapú lekérdezésekre mutat példákat. A magyar nyelvű leírás projektorientált, esettanulmány jellegű; néhány nagyobb feladat megoldását ismerteti lépésről lépésre.

Az írásbeli teszt jellegű számonkérés  $\frac{3}{4}$  részben az elméleti,  $\frac{1}{4}$  részben a gyakorlati anyagból történik.

### 6.3. 3D modellezés az ILIAS-ban

A Testmodellezés CADKEY-vel tantárgy kötelező a főiskola műszaki informatika és informatikus közgazdász szakos hallgatói számára. A tantárgy tematikája, követelményrendszere, kredit értéke mindkét szakon egységes. A nappali tagozaton az oktatás hagyományos előadás és számítógépes gyakorlat keretében valósul meg.

A tantárgy célja, hogy megismertesse hallgatókat a 3D modellek készítésének alapvető módszereivel, a 3D modell alapján előállított 2D műszaki rajzok készítésével, a gyártási eljárások és a 3D modellezés kapcsolatával, valamint a hallgató legyen képes önállóan létrehozni egy egyszerű test 3D modelljét, 3D modell alapján egy 2D műszaki rajzot automatikusan elkészíteni.

Hagyományos tankönyvként a Bognár Géza: Gépalkatrészek 3D modellezése CADKEY Workshop-pal című tankönyvet használjuk. A tantárgy gyakorlatain a CADKEY szoftvert használjuk. A távoktatás hallgatói számára a tárgyfelelős sorozatos konferenciákat és vizsgaelőkészítőt szervez. Mindezt 2007 tavaszán az MSN szoftver, 2008 tavaszán pedig a Skype használatával történt.

Az ILIAS keretrendszerben a tantárgy kezdőlapján elérhető PDF formátumban a tantárgyi útmutató, a tantárgyleírás. Elérhető az Intelligens E-tankönyv – a tankönyv elektronikus változata –, a SCORM szabványnak megfelelően, keretes megjelenésű, hierarchikus tartalomjegyzékkel rendelkezik, tartalmaz képeket, belső és külső hivatkozásokat, valamint oktatóvideókat. A hallgatók a tantárgyhoz külön CD-t kapnak, amely gyakorló- és vizsgafeladatokat is tartalmaz. Megtalálhatók rajta az oktatóvideók is, ez elsősorban nagy méretük miatt előnyös. Az oktatóvideók egy-egy feladat megoldásának lépéseit mutatják be. A tárgyfelelős a szoftverrel dolgozva, a képernyőn történő tevékenységeket rögzítette, hanganyaggal is kísérve.

A tantárgyi fórum az erős moderálásnak köszönhetően könnyen áttekinthető. Aktivitását jól mutatja, hogy csak az utóbbi egy évben 500-nál is több bejegyzés született. A szakmai kérdések dominálnak. A konferenciák alatt a hallgatók kérdeznek, és szóbeli választ kapnak, nem azonnali választ igénylő kérdéseiket a fórumban teszik fel. Az egyéni gyakorlás során elkészült feladatok a fórumbejegyzésekhez csatolva letölthetők, értékelhetők.

Elkészült a tantárgy angol nyelvű online tananyaga is, elérhető a <http://3dmod.multiply.com> internetcímen. Tartalmaz blogot, modellekről készült képernyőképeket, oktatóvideókat (angol nyelvű hanganyaggal), valamint naptárat is. 2008 tavaszán a hallgatók számára választható tantárgyként megjelent 3D Modeling with CADKEY címmel. Az angol nyelvű kurzust a Skype konferencia funkciója, valamint az ILIAS tantárgyi fórumban található angol nyelvű témakör segíti.



**Irodalomjegyzék**

- [1] Jankowski: SolidWorks for Dummies, Wiley Publishing Inc., Indianapolis, ISBN-10: 7645-9555-5
- [2] Reé István: Légifotózásra alkalmas pilótánélküli repülőgép tervezése és építése 3D modellező szoftver segítségével, Diplomamunka, Gábor Dénes Főiskola, Budapest, 2006.
- [3] Bognár, Reé: Légifelderítés egyszerű eszközökkel, HADMÉRNÖK különszáma, Budapest, 2006. [http://www.zmne.hu/hadmernok/kulonszamok/robothadviseles6/bognar\\_rw6.html](http://www.zmne.hu/hadmernok/kulonszamok/robothadviseles6/bognar_rw6.html)
- [4] Repülőmodell szimulátor program: [http://n.ethz.ch/~mmoeller/fms/index\\_e.html](http://n.ethz.ch/~mmoeller/fms/index_e.html)
- [5] Testmodellezés elektronikus tananyag a GDF-ILIAS-on: <http://ilias.gdf.hu>
- [6] LEGO Virtual Designer: <http://ldd.lego.com>
- [7] CADKEY tananyag: [www.3dmod.multiply.com](http://www.3dmod.multiply.com)
- [8] Berecz, Balogh: Az ILIAS alkalmazása a Gábor Dénes Főiskolán, tananyagfejlesztő és távoktató e-learning keretrendszer intézményi szintű működtetése, MELLearn workshop, ELTE 2006. október 24.
- [9] TNTLite 6.9 Tutorial (view3d.pdf)
- [10] Térinformatika elektronikus tananyag a GDF-ILIAS-on: <http://ilias.gdf.hu>
- [11] FMS repülőgépszimulátor szoftver dokumentáció: [http://n.ethz.ch/student/mmoeller/fms/index\\_e.html](http://n.ethz.ch/student/mmoeller/fms/index_e.html)