

Épületinformáció-modellezés: modell alapú, integrált tervezési környezet, amely segíti a tervezők, mérnökök és kivitelezők koordinált együttműködését

Jelen cikkben az épületinformáció-modellezés sajátosságainak rövid ismertetéséről, illetve a modellkörnyezet gyakorlati előnyeiről lesz szó. A tervezési gyakorlatban hasznosítható előnyök elemzésekor a tervezők és társtervezők közötti együttműködés sajátosságait (elsősorban az építészek és az épületgépész, energetikus mérnökök közötti információcserét, valamint a változások követését) kívánom részletezni.

## Épületinformáció-modellezés

**A** modell-központú tervezési környezet épületgépészeti és energetikai vonatkozásának ismertetése előtt tekintsük át röviden a tervfeldolgozás során használatos eszközök és munkafolyamatok legfontosabb kronológiai állomásait és azok sajátosságait.

### Rajz alapú tervfeldolgozás és a 2D-CAD

A „hagyományos” tervfeldolgozás esetén az egyes tervezők jellegzetesen „rajzos” (azaz kétdimenziós) terveket készítenek. Ezeket használják a társtervezők közötti információ-szolgáltatás, azaz az együttműködés során is. A hagyományos tervfeldolgozás először papíron – ceruzával, tussal – kidolgozva történt, amely eszközöket később a számítógép váltotta fel.

A hagyományos CAD (a rövidítés jelentése „Computer Aided Design” vagy „Computer Aided Drafting”, azaz számítógéppel segített tervezés vagy rajzolás) tervfeldolgozás az 1980-as évek elejétől vált elérhetővé a mérnökök számára. Bár 2D-CAD használata esetén mind a tervezés, mind a tervfeldolgozás számítógépen történik, de meghatározóan a kézzel, papíron végzett munkafolyamatokat veszik alapul ezek a számítógépes alkalmazások. Ekkor ugyanazokat a kétdimenziós épület-vetületeket (alaprajzok, metszetek, homlokzatok stb.) dolgozzák fel, amelyek korábban ceruzával, tussal és vonalzóval készültek a rajztablán.

Jelen esetben a kézi tervfeldolgozáshoz képest a számítógépes tervfeldolgozás előnyei között szerepel a változások digitális kezelése és átvezetése. Ez azt jelenti, hogy nem kell manuálisan újrarajzolni egy teljes tervlapot abban az esetben, ha annak egy kisebb része vagy részlete változik. Elegendő a megváltozott részt átdolgozni, a változatlan részek idő- és ener-



2. ábra. Rajz alapú tervfeldolgozás: a tervezési folyamat minden résztvevője által azonos módon, általánosan használt eszközöket jelent

giaráfördítés nélkül felhasználhatók a nyomtatás, a plottolás, a fájlküldés során.

A kétdimenziós tervfeldolgozás előnyei közé tartozik – történjen papíron vagy számítógépen – az is, hogy szakterületől függetlenül bármely tervező, konzulens, mérnök használhatja ugyanazt az eszközt. A számítógépek megjelenése előtt a papír, ceruza, vonalzó és a csőtollak általánosan használatosak voltak, minden tervező és mérnök ugyanazokat az eszközöket használta. A 2D-CAD számítógépes alkalmazások gyakorlatilag ezekhez hasonló, általános igényeket kielégítő, digitális eszközöket jelentenek. Például az Autodesk cég AutoCAD vagy a Bentley cég Microstation programcsomagjai egyaránt használatosak voltak – sőt használatosak napjainkban is – az építészeti, a szerkezeti, az épületgépészeti stb. tervek kidolgozása során.

Az általános 2D-CAD programcsomagok fejlesztése mellett – az 1990-es évek végétől kezdődően – a szoftverfejlesztő cégek előálltak úgynevezett „szakosított” programcsomagokkal is, amelyek kifejezetten épületgépészek, villamos- vagy szerkezettervező mérnökök számára készültek. Ezek a „szakosított” számítógépes alkalmazások a korábbi 2D-CAD programok „kétdimenziós motorjára” épültek. E programcsomagok igyekeztek – több-kevesebb sikerrel – elősegíteni az adott szakági tervcsomagok könnyebb, gyorsabb elkészítését (pl. tervezés során használatos elemkönyvtárakat – ún. „blokkokat” kínáltak a felhasználók számára). Léteztek olyan rajzolás segítő algoritmusok is, amelyek párhuzamos vonalak esetén a vonalak szögben történő összemetszését adott sugarú körív beiktatásával készítették el, ez a megoldás elősegítette az épületgépészeti tervekben a csőrendszerek alaprajzi vetületeinek megrajzolását (3. ábra).



3. ábra.  
2D-CAD, azaz „számítógéppel segített rajzolás”, amely a rajz alapú tervfeldolgozás munkafolyamatát digitális eszközökkel valósítja meg

A hagyományos 2D-CAD programok a kézi munkafolyamatot, annak számos jellegzetességét – így annak hátrányait is – magukon viselik. Az épület vetületeit egymástól függetlenül kell kidolgoznunk, a változásokat – egér segítségével – manuálisan kell átvezetnünk a különböző nézetek és csomóponti részletrajzok között. Az alaprajzokat, metszeteket, homlokzatokat és csomópontokat, bár ezek ugyanazon épület összetartozó nézetei, mégis mind külön-külön kell kezelnünk és kidolgoznunk, továbbá a változásokat összenéznünk. A tervezők az egyes tervlapokat, illetve nézeteket jellegzetesen külön-külön fájlban kezelik. Ez azt jelenti, hogy a fájlokat egyesével megnyitva kell a változásokat elvégeznünk. A számítógép is nyújt némi segítséget a munkához (pl. fájl-referenciák létesítése, ami nem más, mint a kézi „pausz” technika digitális megfelelője).

A tervezési folyamatban részt vevő szakemberek és konzulensek (építész tervezők, szerkezettervezők, épületgépészek, tűzvédelmi szakemberek, villamos tervezők, belsőépítészek stb.) egymás között kétdimenziós tervrajzok segítségével kommunikálnak, legyenek azok nyomtatott tervlapok vagy jellegzetesen kétdimenziós, vektor-grafikus információt hordozó digitális adatállományok. Tipikusan az Adobe cég (www.adobe.com) PDF (Portable Document Format) hordozható doku-

mentum formátuma, az Autodesk cég (www.autodesk.com) DWG (Drawing) rajza, a DWF (Design Web Format) internetes formátumú tervrajza, illetve a Bentley cég (www.bentley.com) DGN fájl szabványok használata terjedt el leginkább.

Összegzésképpen megállapíthatjuk: bár mind a papíron történő, mind a 2D-CAD számítógépes megvalósítású tervfeldolgozás más-más technikai hátteret és eszközöket használ a tervezési munka során, a tervfeldolgozás munkafolyamata mindkét esetben gyakorlatilag azonos módon történik. Ezek a 2D-CAD programcsomagok nem alkalmasak méretezési algoritmusok kezelésére, mindössze a tervrajzok digitális feldolgozását lehet elkészíteni segítségükkel.

### 3D-CAD

A háromdimenziós elemek használatával történő tervezést elsősorban az építész- és szerkezettervező mérnökök alkalmazták hatékonyan a tervezési gyakorlatban. E szakemberek munkája szorosan kapcsolódik egymáshoz, nagymértékben függ az épület térbeli kialakításától, az épülettömegek egymáshoz való viszonyától és azok pontos, geometriai jellemzőitől.

Mindez olyan információ, amelyet a leghatékonyabban háromdimenziós, azaz térbeli épületmodellek létrehozásával lehet a legjobban értelmezni és elemezni. Szerkezeti számítások, illetve állékonysági elemzések kidolgozása során fontos pontosan átlátni és megérteni az épület térbeli teherhordó elemeit. Az építészeti tervezés alapvető követelménye az épület térbeliségének megfogalmazása és tervezése (4. ábra).



4. ábra.  
3D-CAD: háromdimenziós elemeket is használ a tervfeldolgozás során, ugyanakkor a szakági tervezőkkel való együttműködés továbbra is kétdimenziós rajzok segítségével történik

Ugyanakkor az épületgépészeti, világítási, villamossági stb. tervek kidolgozása nem kötődik szorosan az épületgeometria pontos és részletes megértéséhez, illetve ismeretéhez. Például a világítási tervek során tudnunk kell a különböző helyiségek belmagasságát, az egyes helyiségek befoglaló geometriáját. Ezek olyan információk, amelyek akár egy helyiséglista formájában is továbbíthatók, azaz nem feltétlenül szükséges hozzá egy részletesen kidolgozott térbeli épületmodell.

Az 1990-es évek vége felé több szoftverfejlesztő cég is próbálkozott az eredetileg kétdimenziós tervezésre szánt „szoft-

ver motorok” újrahasznosításával, így született meg a 3D-CAD. Ezekkel az alkalmazásokkal elsősorban az építész tervezőket célozták meg a szoftverfejlesztő cégek, hiszen az építészeti tervezés során volt leginkább szükség az elemek térbeli feldolgozására. Az építész tervezők pedig elsősorban látványtervek készítésére használták a plusz dimenzió szolgáltatata lehetőségeket.

Léteztek „általános” és „szakági” tervezést segítő 3D-CAD programcsomagok is. Ezek képesek voltak bizonyos elemeket térbeli tulajdonsággal ellátni, térbeli megjelenítést végezni, ugyanakkor a térbeli tervezés, az elemek szerkeszthetősége, az egyes nézetek és vetületek – alaprajzok, metszetek, homlokzatok, részletrajzok, elemlisták stb. – integrációja nem volt, nem is lehetett igazán jól kiforrott. A hagyományos 3D-CAD programcsomagok sohasem voltak igazán sikeresek a tervezők körében, a tervdokumentációk elkészítéséhez továbbra is nélkülözhetetlenül szükség volt 2D-CAD programcsomagokra.

A 3D-CAD programcsomagok a hagyományos 2D-CAD alkalmazásokhoz képest képesek kezelni az épületről némi többletinformációt, ugyanakkor a tervezők és a szakágak közötti információcsere továbbra is rajzos, azaz kétdimenziós alapon, illetve ezek digitális megfelelőivel (PDF, DWG, DWF, DGN) történik.

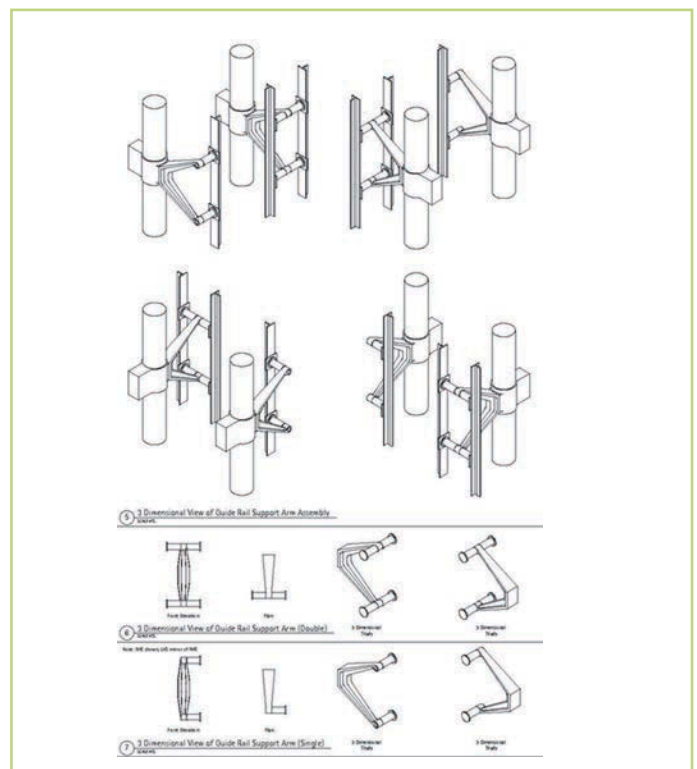
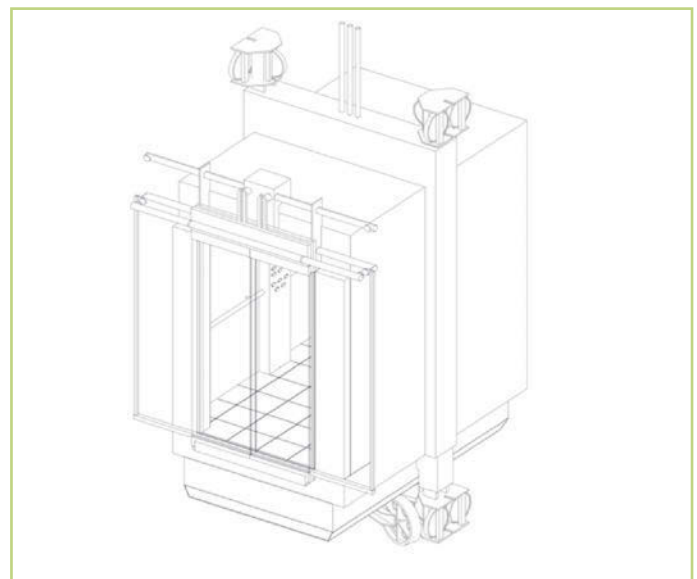
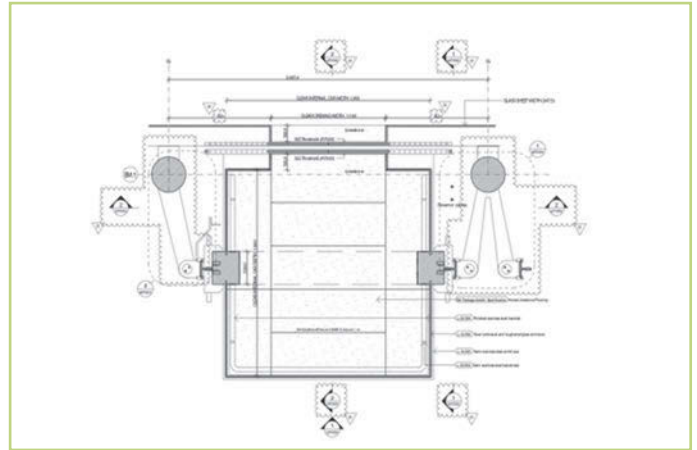
### Modell alapú tervezési környezet

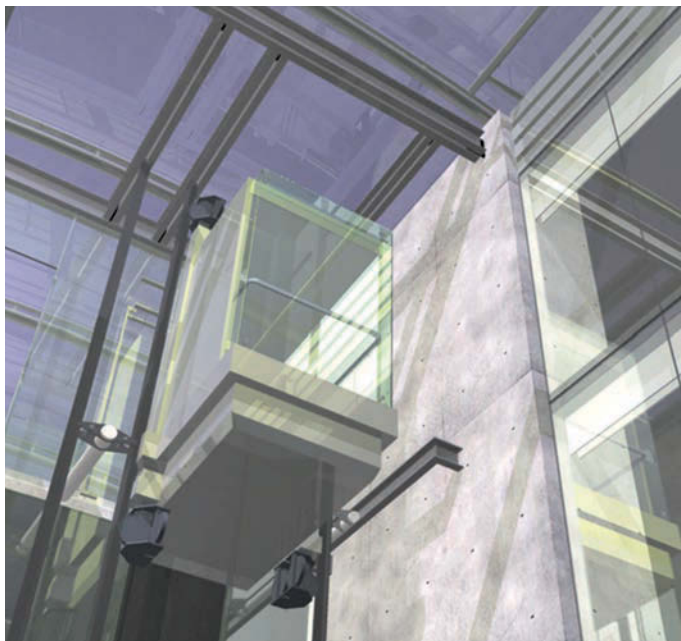
A modell alapú tervezési környezet stratégiai célja az, hogy a tervezésben részt vevő minden tervező, mérnök, konzulens, kivitelező és létesítményt felügyelő szakember modellkörnyezetet használjon munkája során! Itt nem csupán épületelemek geometriájának térbeli ábrázolásáról van szó, hanem a tervezés során felhasznált információ (bemenő adatok), illetve a tervezés – méretezés, elemzés, költségvetés-készítés stb. – eredményeképpen létrejött ismeretanyag fogadására és megosztására is alkalmasnak kell lennie ennek a munkakörnyezetnek.

Modell alapú tervezési környezet biztosításához kifejezetten erre a célra fejlesztett szoftver-megoldások szükségesek. A hazai Graphisoft cég 1982 óta segíti a tervezőket „virtuális épületek” megépítésében. Az ArchiCAD egy modell alapú, építész tervezők számára készült programcsomag. Az Autodesk cég 2002 elején vásárolta fel a Revit Corporation céget, amely a gépészeti tervezés során már alkalmazott motort használta. Bár az Autodesk Revit programcsomag első kiadása az építész tervezők munkáját hivatott segíteni, időközben elérhetővé váltak a szerkesztőtervezők és épületgépész mérnökök munkájához ajánlott alkalmazások is.

Modell alapú tervezés során – függetlenül attól, hogy milyen programcsomagot használunk – egy térbeli, virtuális épületet hozunk létre. Ebből a központi épületmodellből történik a különböző – tetszőleges számú – nézetrajz automatikus „generálása”. A nézetek – alaprajzok, metszetek, homlokzatok – minőségét és helyességét a modell részletes kidolgozása befolyásolja, azaz minél részletesebb az épületmodell, annál pontosabbak és részletesebbek lesznek a generált nézetrajzok is (5., 6., 7., 8. ábrák).

A modell alapú tervezési folyamatok gyakorlati előnyeinek kiaknázásához elengedhetetlen a hagyományos tervezési folyamat átalakítása. Ez esetben már nem egymástól független

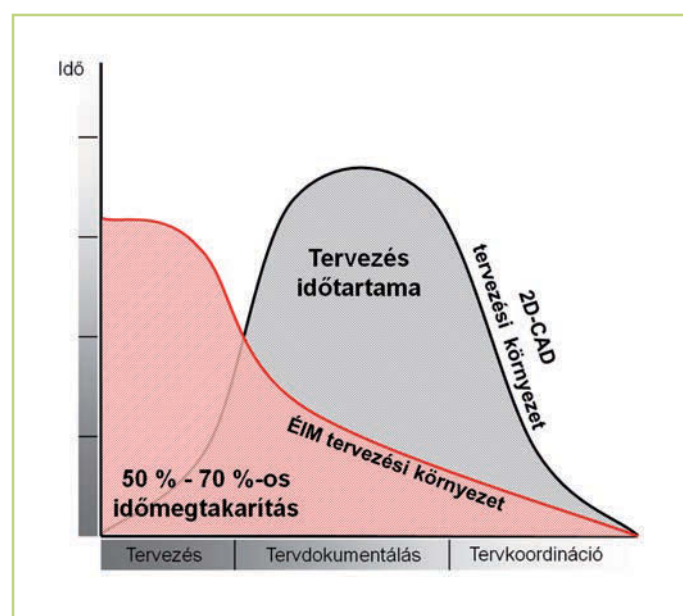




5-8. ábra. Modell alapú tervezési környezet: a tervezők és mérnökök által, közösen létrehozott és karbantartott „épületinformációs adatbázis” számos előnyt nyújt a tervezés, kivitelezés és üzemeltetés során egyaránt

nézetrajzok (alaprakajok, metszetek stb.) kidolgozása történik, hanem egy háromdimenziós épületmodell felépítése és frissítése a cél. A tervezési munkafolyamatok átszervezése mellett elengedhetetlenül szükséges a szakági tervezők együttműködésének korszerűsítése is. Modell alapú tervezési környezetben már nem ajánlott a hagyományos, kétdimenziós adatcsera használata, hiszen ez elkerülhetetlenül információvesztéshez vezet. A „lebutított” információt újra kell építeni, amely egyrészt pénz- és időráfordítást igényel, másrészt megnöveli a hibalehetőséget. Ha a tervezési munka modellalapú környezetben zajlik, az építész tervező olyan „intelligens” adatszolgáltatást képes biztosítani például a gépésztervező irányába, amely során az épületgépész csak a számára fontos elemeket kapja kézhez (pl. helyiségek funkcióját, geometriai adatait, határoló szerkezetek jellemzőit stb.). Ezek az elemek közvetlenül felhasználhatók a gépészeti számítások elvégzéséhez. Ha az adatszolgáltatás kétdimenziós rajzokon történik, a gépész tervezőnek – lényegi munkája megkezdése előtt – először értelmeznie kell az épületet, és újraépítenie a számára szükséges „gépészeti modellt”, amely a későbbiekben a méretezés alapját képezi.

Az épületmodell létrehozása és szerkesztése a kezdeti tervezési fázisokban jóval több időráfordítást igényel, de mindez megtérül a későbbi tender és kiviteli tervfázisok során, hiszen többszörösen számú nézetrajz generálható. Ráadásul ezeket a számítógép automatikusan frissíti, ha a központi modell változik. A korábban ismertetett folyamathoz képest itt a nézetrajzok frissítése már nem manuálisan történik. Sőt! A tervrajzok koordinációja is automatikusan megvalósul. A kiviteli tervdokumentáció kidolgozása (csomópontok, gyártmánytervek stb.) nagyrészt ebben az esetben is kétdimenziós, rajzos elemek hozzáadásával készül. Viszont e tervek alapjául szolgálhatnak a központi modelltől generált nézetrajzok, ez a lehetőség felgyorsítja a tervek véglegesítését. Modell alapú tervezés esetében már nincs szükség 2D-CAD programcsomagok használatára.

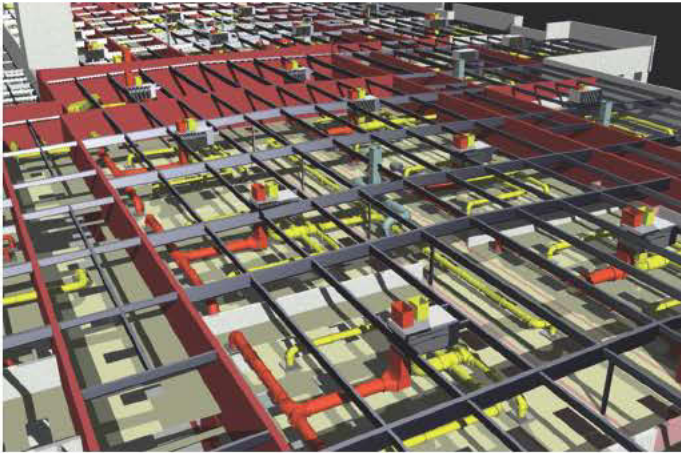


9. ábra. Az épületinformáció-modell környezetben folytatott tervezés, tervdokumentálás és szakágak közötti koordináció jelentős – akár 50–70%-os időmegtakarítást is eredményezhet

Például egy ereszcsoópont esetében a tető hajlásszöge, rétegtrendje, illetve a kapcsolódó födém befoglaló geometriája a központi modelltől generálható – ráadásul mindez automatikusan frissül, ha a modell változik. A csomópont vonalas kidolgozása során a generált modelltől kidolgozása, felgazdagítása a cél, amely munka során egy eredendő koordináció

## Oventrop 1/6

biztosított. A modell alapú tervezés esetében elemlisták is generálhatók, amelyek költségvetési, illetve konzignációs táblázatok kidolgozásával segítik a tervezőket.



10-11. ábra. Az ÉIM-alapú integrált tervezés és kivitelezés sikeres alkalmazásának egyik alapfeltétele a társtevezők közötti adatszolgáltatás munkafolyamatainak korszerűsítése.

Összefoglalásként megállapíthatjuk: a modell alapú tervezési munkafolyamat eltér a hagyományos, rajzos tervfeldolgozás során használt munkamódszertől. Az épületmodell jóval több információt és összefüggést, és ebből kifolyólag jóval több előnyt és lehetőséget is tartalmaz, mint az a hagyományos, két-dimenziós munkamódszer során lehetséges volt. Mindennek teljes kiaknázásához – a munkafolyamat átstrukturálása mellett – a szakágak közötti adatszolgáltatás frissítése is elengedhetetlenül szükséges.

### Az épületinformáció-modell előnyei

A épületinformáció-modell, azaz ÉIM az angol „Building Information Modeling” (BIM) magyar megfelelője. Az épületinformáció-modell egy olyan központi „épület-adatbázist” jelöl, amely a tervezés, kivitelezés és létesítménygazdálkodás folyamán használatos minden információt tartalmazza az épületről. Az ÉIM rendelkezik számos olyan információval, amely

jól használható épület életciklus-elemzéskor is. Itt tehát már nem csupán egy térbeli vagy építészeti háromdimenziós modellről van szó, hanem egy olyan központi épület-adatbázisról, amely egyaránt tartalmazza az összes szakág tervezési tevékenysége során használatos bemenő adatot és eredményt.

Egy gyakorlati hasonlatot alapul véve azt mondhatjuk, hogy az ÉIM tervezési környezet hasonlít a gépjárművek és repülőgépek tervezése során használt munkamódszerhez. A személygépkocsik tervezése és gyártása során már évtizedek óta egyetlen, központi adatbázist használnak a szakemberek. A tervezés, gyártás és üzemeltetés bonyolult folyamataihoz mind a bemenő információ, mind a számítási, illetve gyártási eredmények egyetlen központi adatbázisban összegződnek, melyeket minden tervező, kivitelező és üzemeltető szakember veszteség és adatvesztés nélkül elérhet és felhasználhat munkája során.

Az építőiparban az ÉIM adatbázist a tervezők közösen és folyamatosan hozzák létre, amely – ideális esetben – mindenki és minden alkalmazás számára hozzáférhető, használható és szerkeszthető, függetlenül attól, hogy éppen melyik szoftverfejlesztő cég termékét használja a tervezés során. Ez tehát azt jelenti, hogy az ÉIM egyenértékű részét képezik az építészek által létrehozott helyiségek és nyílászárók, a szerkezettervező mérnökök által tervezett gerendák és födémek, az épületgépezetek által tervezett fűtési és hűtési rendszerek egyaránt. Az ÉIM tulajdonképpen egy olyan „modell alapú tervezési” környezet, amelyet minden tervező, mérnök, szakember és konzulens használ. A résztvevők szabadon és adatvesztés nélkül használhatják egymás eredményeit.

Összegzésképpen megállapíthatjuk: az épületinformáció-modell minden tervezésben részt vevő szakember munkáját segítheti. Ahhoz, hogy valóban minden szakember élvezhesse az ÉIM előnyeit, fontos, hogy:

- a megváltozott tervezési munkafolyamatot minden résztvevő egyaránt alkalmazza,
- a szakágak közötti adatáramlás és információcseré – adatvesztés nélkül, nyílt szabványok használatával történjen.

A fentiek gyakorlati megoldása a következő lapszámban lesz majd olvasható.

*(A munka szakmai tartalma kapcsolódik a „Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műegyetemen” c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását az Új Széchenyi Terv TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002 programja támogatja.)*



FILETÓTH LEVENTE PhD  
okl. építésmérnök