

SZERZŐ:
SKALICZKI JUDIT

TÉMAVEZETŐK:
PATAKY GABRIELLA PHD
SZABÓ ÁRPÁD DLA

ÉPÍTÉSZE TI MAKETT

Egy tervezési eszköz lehetséges szerepe az építészet oktatásában

A tanulmány az építészeti makettek különböző alkalmazási módjait keresi az építészet-
oktatás területén, kiemelten az olyan eszközszerű használatot, amelynek az alkotási
folyamatban aktív szerepe lehet. Feltevésem szerint az oktatásban fontos hangsúlyozni,
hogy a makettezés és a szabadkézi rajzolás egyenértékű kreatív tervezési eszközök
lehetnek. Főként abban az esetben, ha a képzés kezdetétől fogva, megfelelő feladatokon
keresztül a hallgatók elsajátítják az alapvető technikai fogásokat, és megtanulják a
gondolataikat térben kifejezni. Ami eleinte egy vizualizációs mankó, és segíti a belső
látás fejlődését, az később, egy kifinomult kommunikációs csatornává is alakulhat.
Az első fejezet a makettek történetét tekinti át, hogy érthető legyen, a jelenleg bevett
gyakorlatok mikor és miért alakulhattak ki. Ismert építészek példáinak bemutatásával
a makettek alkalmazásának sokszínűsége mutatkozik meg. A második rész az oktatás
területéről származó nemzetközi példák elemzését tartalmazza, melyek a makettezést
módszertani elemként alkalmazzák. Ez egy esettanulmánnyal egészül ki, mely egy
harmadéves építészhallgatóknak tartott tervezési kurzus keretein belül a makettezés
különböző alkalmazására tett kísérletet.

MODELL/MAKETT

Fogalmi szinten különbséget lehet tenni
modell és makett között. Az Oxford
Értelmező Kéziszótár szerint a makett az
alkotó elme önmaga számára létrehozott
alkotása, míg a modell fogalma takarja
a valóság kicsinyített mását bemutató
alkotást, mely a gyakorlatban leginkább a
prezentációkra készített végső tervváltozat
bemutatását jelenti. A digitális technikákkal
készülő tervek esetében a tervfázisoktól
függetlenül a modellezés szó használatos.

1: SMITH, Albert C.(2004): *Architectural model
as machine*. Elsevier, Architectural Press

2: A Városépítészet 2. tantárgy a BME
tantárgystruktúrájában a harmadik év második
félévének kiemelt tervezési tárgya, melynek
keretében a hallgatók a településtervezés
gyakorlatával ismerkednek meg valós
feladatokon keresztül.

AZ ÉPÍTÉSZE TI MAKETT, MINT ESZKÖZ

INDOKLÁS

A kortárs építészetben, legyen az szakmagyakorlat vagy oktatás, a makettek
igen változatos formákat mutatnak. A műtárgyként megjelenő, nemes
anyagokból és finom megmunkálással készített alkotásoktól a szépséget
háttérbe helyező abszolút funkcionális, problémaelemző darabokig minden
megtalálható. Nem ritka a fizikai alakot öltő makettek teljes mellőzése és
digitális modellekkel történő kiváltása sem. Albert C. Smith szerint az
építészeti makettek az emberi kultúra egészének pillanatnyi definíciói, melyek
pontos képet festenek az adott kor gondolkodásmódjáról és ismereteiről.¹
Ezek alapján annyi bizonyosan állítható, hogy jelen kultúránk nem mutat
egységes képet, igencsak sokszínű.

A közvetlen inspirációt, hogy a maketteket, mint eszközöket próbáljam meg
körüljárni Szabó Árpád témavezetőm adta. A Városépítészet 2. tantárgy²
gyakorlati óráin hetente konzultáltuk közösen a harmadéves építészhallgatókat,
és valahol a negyedik alkalom táján ütötte meg a fületem egy vissza-visszatérő
szó a szájából. Látom, hogy eszköztelenek vagytok és pont ez a nehéz ebben
a feladatban – mondta a hallgatóknak, akik egyetemi éveik alatt először
próbáltak városi léptékű tervezési kérdéseket átgondolni. Eleinte ez zavart,
mintha legalábbis nem eszköztelennek, hanem meztelennek és tehetetlennek
nevezte volna a hallgatókat. Persze érthető, hogy arra utalt ezzel, hogy a
diákok ebben a feladatban hiába próbálják az elmúlt félévekben megtanult
gyakorlati mintákat alkalmazni, itt teljesen más tervezési módszertanhoz
kellene nyúlniuk. Ez pedig még hiányzik a repertoárjukból, hiszen a település-
tervezés kérdéseinek átgondolásához nem az egyes épületek megtervezésén
át vezet az út. Oktatóként tehát azt tekintettük elsődleges célunknak, hogy
olyan eszközöket adjunk a kezükbe, melyek segíthetnek a feladatot megérteni
és megoldani.

A reformpedagógiai mozgalmak egyik nagy eredménye volt az oktatójátékok
elterjesztése. Friedrich Fröbel elsőként használt oktatóeszközként fa építő-
kockákat. Az általa kidolgozott foglalkoztató-feladatok bizonyították, hogy
egy szisztematikusan felépített rendszer képes a világ működését megérteni
csupa geometrikus térbeli és síkbeli absztrakción keresztül. Az építőkockák
és más építőjátékok később több pedagógiai irányzatba is szervesen beépültek.
Az építészetoktatásba a weimari Bauhaus iskolával érkezett meg az építés,
a játék, a kísérletezés és a makettezés tudatos alkalmazása. Ebből az eszköz-
készletből mára a makettezés ugyan megmaradt, de a tudatosság egy kissé
megkopott.

MAKETTEK A TERVEZÉSI FOLYAMATBAN

Az építészeti makettekről lényegesen kevesebb összefoglalás és áttekintés
született, mint az építészet másik jellemző kifejezési médiumáról, a rajzról.
Stan Allen amerikai építész-teoretikus *Építészeti gyakorlat, technika és
reprezentáció* című esszégyűjteményében úgy fogalmaz, hogy az építészet

három különböző csatornán keresztül születik, melyek a rajz, az írás és az építés.³ A könyv érdekessége, hogy olyan kommentárokkal együtt jelent meg, amelyeket Diana Agrest, Allen egykori tanára fűzött a szöveghez. Egyik megjegyzésében Agrest a fenti megállapítást egészíti ki: tulajdonképpen négy csatornáról van szó, ha számításba vesszük a maketteket is.⁴

A közelmúltban született írások közül Charlotte Reynolds szakdolgozata izgalmas áttekintést ad a témában, mert nem a jellemző tipológiai bemutatást követi, hanem öt különálló esszében fogalmazza meg a makettek lehetséges szerepeit.⁵ Ezek a következők: a makett mint tárgy, mint idea, mint kép, mint épület és végül az épület mint makett. Érdekes, hogy ebből a felsorolásból a makett mint eszköz teljesen kimarad, és magukból az írásokból is hiányzik a makettek tervezési folyamatban betöltött szerepének tárgyalása. Dolgozatom jelképesen ezt a hiányt enyhíti.

Tervezési szempontból sokoldalúan használható eszköz a makett, melyet mindig a munka aktuális szakaszához lehet alakítani. Rudolf Arnheim szerint minden munka esetében kialakul a tervezőben egy gondolati modell⁶, egy mentális kép a tervezendő feladról, még mielőtt a tényleges alkotás megkezdődne.⁷ A hallgatók esetében ezeknek a mentális képeknek a felerősítésében kell segíteni. A koncepció- és munkaközi makettek három dimenzióba öntött skicc-csírák,⁸ az ötletek azonnali térbeli tesztelését teszik lehetővé. Nyitott végű rendszerek, hiszen még nem a végleges megoldást mutatják, és alkotójuk újabb és újabb ötleteket meríthet belőlük. Nem feladatuk a szó klasszikus értelmében szépnek lenni, sokkal fontosabb, hogy kifejezőek legyenek. A jó makett segít észrevenni olyan hibákat is, melyeket pusztán rajzban nehezebb lenne kiszűrni, mint az arányok, térkapcsolatok, helyszíni illeszkedés nehézségei. Fontos szerepe van ebben a „sajátkezűségnek”, hiszen az alkotó a makett összeállítása során a tervének olyan részletein megy végig, amiket esetleg a korábbi vázlatok még nem érintettek, vagy teljesen másnak feltételeztek, így akaratlanul is átlép a pusztán tárgykészítésből a tervezésbe. Míg egy külsős makettkészítő alkalmazása esetén csak a végeredménnyel szembesül a tervező, addig építés közben folyamatosan finom módosításokat tud alkalmazni, nyílások, anyagok, tömegugrások változhatnak a különböző léptékű makettek folyamatos fejlesztésével. Segít ebben, hogy a makettek az emberi testtel is más viszonyban állnak, mint a rajzok, alapos megvizsgálásuk legtöbbször testmozgást, nézőpontváltást igényel, ráadásul egyszerre több érzékszervünkre hatnak.⁹

MAKETTEK A GYAKORLATBAN

Számos sikeres építésről tudott, hogy munkamódszerében kiemelt jelentősége van a maketteknek. Az azonos módszerek utalhatnak akár egy-egy ország sajátos tervezői kultúrájára, de bizonyos építészkolák is hagyományteremtők lehetnek. Több japán építészről ismert, hogy sok makett készül műtermében, Kazuyo Sejima és Sou Fujimoto irodáinak működéséről részletes tanulmány is született.¹⁰ Az általuk alkalmazott módszer lényege, hogy a hely és a program ismeretében a csapatok megpróbálják elkészíteni az összes elképzelhető beépítési variációt, amiket egy nagyobb terepmakettbe helyezve elemeznek. A variációk számának növelése addig folytatódik, amíg a tökéletes verzió meg nem születik. Mivel nagy mennyiségűről van szó, fontos a gyorsaság és

FRIEDRICH FRÖBEL

Német pedagógus, mineralógus, a Kindergarten (szó szerint „gyermekkert”), a mai óvoda intézményének megalapítója.

3: ALLEN, Stan (2003): *Practice. Architecture, Technique, Representation*. Routledge, 164.

4: REYNOLDS, Charlotte (2015): *The fourth Register of Architecture*. „model as...”. Thesis, The Bartlett School of Architecture, 12.

5: Uo., 17.

6: ARNHEIM, Rudolf (1997): *The Dynamics of Architectural Form*. University of California Press, 17.

7: ARPAK, Asli (2008): *Physical and virtual. Transformation of the architectural model*. Thesis. The Middle East Technical University, 17.

8: PORTER, Tom – NEALE, John (2001): *Architectural Supermodels*. Architectural Press, 26.

9: Uo., 28.

10: ALONSO-PROVENCIO, Marta – ALMAZÁN, Jorge: *Designing the process. Scale models in the work of Kazuyo Sejima and Sou Fujimoto*. *Archnet-IJAR*, 2011/1, 22.

11: Uo., 25.

12: KOLLÁR Bence (2013): A csillagok állása – Kollár Bence Peter Zumthor műtermében. *Építészfórum*.

13: ZUMTHOR, Peter: Tanítani az építészet – tanulni az építészet. ford: Masznyik Csaba, *ARC'2*, 1999.

14: ALONSO-PROVENCIO, Marta – ALMAZÁN, Jorge: i.m., 33.

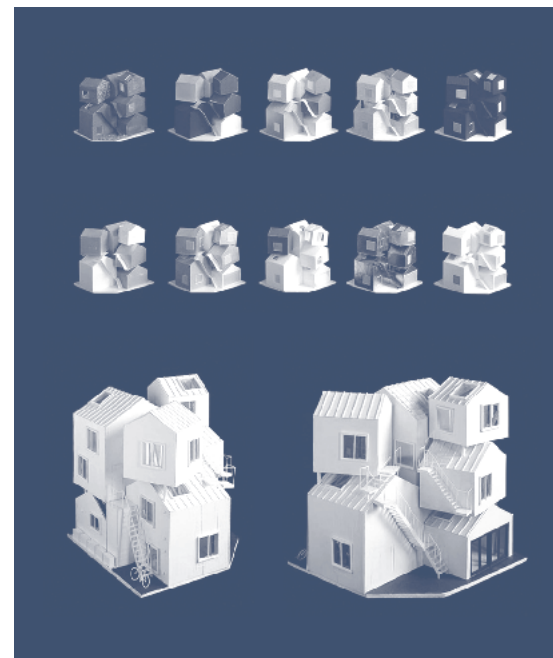
15: ZALEWSKI, Daniel: Intelligent Design – Can Rem Koolhaas kill the skyscraper? *The New York Times*, 14 March 2005.

16: BUN Zoltán (2011): *Az elmélet és a tervezés-módszertan változása a dekonstrukciótól a topografikus gondolkodás felé az ezredforduló építészetében*. Doktori Értekezés BME, 72.

17: Uo.

18: ZALEWSKI, Daniel: i.m.

„Először a konkrét tárgyat kell megépíteni; a lépték helyes rajz csak ezt követi.”
(Peter Zumthor, fordította: Masznyik Csaba)



SOU FUJIMOTO TOKYO APARTMANHÁZ (2010)
PROJEKTJÉNEK MAKETTJEI IDŐRENDI SORRENDENBEN

a hatékonyság, így a legtöbb esetben hőszigetelő lemezekből készülnek az opciók. A módszer egyedisége, hogy itt nem a klasszikus értelemben vett tervezési folyamat zajlik, hanem folyamattervezés, melyben nem lineárisan finomodik egy kezdeti vízió, hanem párhuzamosan fejlődő opciókon keresztül rajzolódik ki a projekt valódi lényege.¹¹

Peter Zumthor esetében a makett általános tervezési eszközként megjelenik a munkafolyamat minden szakaszában, eleinte a tér-tömeg viszony ábrázolására, később a tömeg részleteinek finom kidolgozására és szerkezeti részletek megoldására. A feldolgozási fázisban a tervrajzokat megelőzi elkészítésük. Minden tervről részletes, nagy léptékű makett készül, mivel digitálisan nem építik meg a terveket, a makettfotók alapján készülnek a perspektívák.¹² Az építészet oktatásáról szóló esszéjében Zumthor a valós anyagok jelentőségét is említi a makettekkel kapcsolatban, melyek tapinthatók, szagolhatók, hallhatók.¹³ Irodájában is eszerint épülnek a makett műrecek.

Frank Gehry ikonikus épületeinek születésénél is nagy szerepe van a maketteknek. A koncepcióalkotás szakaszában több sorozatot is készít. Módszere a léptékváltás. Egyszerre két-három léptékben építi makettjeit, hogy szoborként felülről, emberi léptékben pedig alulról vizsgálhassa meg a tervezett épületet.¹⁴ Eleinte csak végtelenül leegyszerűsített elemekből, téglatestekből és hálódarabokból dolgozik, majd a forma megtalálása után az iroda személyzetének feladata a mester által jóváhagyott opció 3D-s szkennelése és digitalizálása.

Kortárs holland építésziroda szinte elképzelhetetlen könnyű, gyors makettezést segítő gépek nélkül. Rem Koolhaas a kollégái elmondásai alapján ma már nem használ más rajzeszközt az irodában, mint egy piros golyóstollat, amivel a többiek rajzait javítja.¹⁵ Az irodára jellemző sajátos kifejezési forma, a diagramok világa, hosszabb fejlődési szakaszokon keresztül született meg.¹⁶ Makettjeik tulajdonképpen térbeli diagramok, melyeknek elsődlegesen a közérthetőség és a kommunikáció terén van kiemelt szerepe. Az általuk hordozott térbeli tartalomtól születik meg a végső formai kifejeződés.¹⁷ Több sorozat makett készül minden tervről, amíg a „legintelligensebb” megoldás kialakul.¹⁸

A válogatott példákból érzékelhető, hogy a makett több esetben is az egyedi közlésmód csatornájává tudott válni, és ezáltal az építészeti tervezés hatékony eszköze lett.

A MAKETTEZÉS KIALAKULÁSÁNAK TÖRTÉNETE

KEZDETEK

Az eszközszerű alkalmazást keresve bizonyos történelmi események kiemelt fontosságot kapnak. A makettek gyakran kerülnek előtérbe, amikor valami gyökeresen újnak a keresésébe fognak az építészek, mert a formakeresés és kísérletezés együtt jár az elméletek tesztelésének igényével. Ez a fajta „trial and error” metódus, vagyis a problémáknak próbálkozások sorozatával való megoldása könnyen és gyorsan alkalmazható maketteken.

A korszakváltások mellett a tudományos és technikai ismeretek fejlődése is meghatározó volt az építészeti ábrázolás területén. Az euklideszi geometria rendszere, a perspektíva és a háromdimenziós elemek síkbeli ábrázolásának kidolgozása, a nyomtatás és a sokszorosítás elterjedése, a digitális forradalom mind gyökeres változásokhoz vezettek az építészek munkamódszereiben.

Albert C. Smith könyvében¹⁹ tipológiai áttekintést ad az építészeti makettekéről. Elmélete szerint ezek nem csupán az adott építmények fizikai és technikai jellemzőit hivatottak képviselni, hanem az emberi kultúra egészének pillanatnyi definíciói. Ilyen alapon az első emberek hajlékai, melyeket azért emeltek, hogy védelmet és biztonságot nyújtsanak a természeti környezet viszontagságaival szemben, egyben építészeti modellek is, hiszen bennük a közösség teljes tudása és ismerete tükröződik.

Az ókori Egyiptomban jelennek meg az első mai értelemben is modellnek használt alkotások. Az egyiptomi kultúrában, ahol a halottak világa az élők gondolkodásának és mindennapjainak erősen meghatározó része volt, nem meglepő, hogy sírkamrákban akadunk az első kicsinyített modellekre.²⁰ Az élet apró részleteit ábrázoló modelleket, mint amik például egy pékség működését mutatták be életszerű kellékekkel és emberalakokkal, azzal a céllal helyezték el a sírkamrákban, hogy a lelkek halál utáni életének kényelmét szolgálják.

Az ókori görögöknél az építésnek szigorú szabályrendszere volt, nem volt szükség tervrajzokra és külön modellekre egy-egy templom megépítéséhez,²¹ hiszen minden részlet közismert rendszeren alapult kezdve az alaprajzi elrendezéstől az oszlopok számán át egészen az oszlopfejeket díszítéséig. Azonban megjelent egy új típusú modell, a „paradeigma”, ami egy meghatározott építészeti részlet vagy probléma megvizsgálására szolgált, ilyen volt például egy kidolgozott triglif, vagy egy-egy menet közben pontosított faragvány.²² Ez az első jele annak, hogy építészek modelleket nem kizárólag reprezentációs céllal, vagy megértetés és ismertetés céljából alkottak, hanem saját gondolkodási és tervezési folyamataikat segítő önmaguk és értő kortársaik számára. Ezzel megjelent az építészeti makett mint tervezési eszköz.

Európában sokáig nem volt kiemelt szerepe sem a rajznak sem a makettnek. Az építészeti tervek is tulajdonképpen csak a matematika reneszánszának idején, a középkorban jelentek meg, miután a 12. században latinra fordították az Elemeket, Euklidész könyvét. A középkorban az alkotási folyamatban

19: SMITH, Albert C.: i.m.

20: Uo.

21: HABA Péter (2010): Az építészeti rajz szerepváltásai. In: WESSELÉNYI-GARAY Andor (szerk.) (2010): *BorderLINE Architecture* (a 12. Velencei Nemzetközi Építészeti Biennále magyar pavilonjának katalógusa) Műcsarnok, 30-39.

22: SMITH, Albert C.: i.m.

23: PORTER, Tom (1997): *The Architect's Eye. Visualization and Depiction of Space in Architecture*. E&FN Spon.

24: Domenico Cresti festménye: Michelangelo presenting his Model to Pope Paul IV.

25: PORTER, Tom: i.m.

26: HABA Péter: i.m.

27: Académie Royal d'Architecture (1760-1793), majd az Académie des Beaux-Arts (1816-)

28: REYNOLDS, Charlotte: i.m.

29: HABA Péter: i.m.

30: ARPAK, Asli: i.m., 37.

31: Gropius Bauhaus-manifesztuma eredeti és angol nyelven elérhető a következő linken: <http://bauhaus-online.de/en/atlas/das-bauhaus/idee/manifest>

32: REYNOLDS, Charlotte: i.m., 27.

jellemzően nem használták a maketteket, csupán az épületek megépítése után készítették kicsinyített reprezentatív modelleket a megrendelő dicsőségének hirdetésére. A gótika késői korszakában már születtek olyan papíralapú részlet-makettek, amelyek egy-egy szerkezeti megoldásról, boltozati bordák kapcsolatáról szóltak.

RENEZÁNSZ

Az áttörést azonban a reneszánsz hozta meg. A korábbi kötött stílusrendszer megtörése, a görög-római formavilághoz való visszanyúlás és a kísérletező tervezői attitűd új eszközöket kívánt, és előtérbe került a makett. Nagyméretű koncepciómaketteket építettek különböző anyagokból, fából, agyagból, kőből. Ezeket nemcsak a szerkezeti részletek kidolgozását tanulmányozták, mint korábban, már fontos szerepet kapott a tömegek és terek arányának finomítása is. Brunelleschi szinte kizárólag maketteken tervezett, melyeket gyakran 1:20-as léptékben épített meg.²³ Michelangelo is maketteken ellenőrizte a tervezett épület részleteit.²⁴ A reneszánszban a makettek mellett a tudatos térszemléletet is fontosnak tartották, célzottan képezték erre azokat a fiatalokat, akiknek a választott szakmája ezt megkövetelte. Leonardo különféle gyakorlatokkal fejlesztette segédjeinek a térlátását és térszemléleti képességeit.²⁵ Óriási lépést jelentett a perspektivikus ábrázolás technikájának kifejlődése, és bár eleinte főként a festészetben teljesedett ki ez a technika, idővel ez vezetett ahhoz, hogy az építészeti ábrázolásban és gondolkodásban a súlypont eltolódott a maketről a rajzra.²⁶ A barokk maketteken már megfigyelhető ez a szerepváltás, az eszköz jelleg háttérbe szorul a finoman megmunkált dísz tárgy jelleggel szemben. A rajz egyeduralmát erősítette meg az akadémiai oktatás rendszere.²⁷ Alapvető szemléletváltást hozott, és az építészetet elválasztotta a kézműves, iparos jellegtől. Művelésének helyéül pedig a műtermet jelölte ki, ahol szinte kizárólagosan csak két dimenziós ábrázolások születtek, makettek nem.²⁸ Ezt tovább fokozta a nyomtatás elterjedése, és a műszaki ábrázolás folyamatos fejlődése, például a Monge-féle képsíkrendszer megjelenése a 18. században. A 19. századra már egyre költségesebb volt a makettek készítése a rajzokhoz képest, így tovább veszített népszerűségéből. Kivételek akadtak persze, itt említhetjük Gaudit, aki alig használta a rajzot a tervezéshez,²⁹ helyette komplex geometriai és matematikai rendszereket épített, hogy újító szerkezeti megoldásait finomítsa.³⁰ Ez azonban egyedi jelenség maradt. A modern művészeti mozgalmak megjelenése kellett ahhoz, hogy az akadémikus Beaux-Arts stílushoz igazodó közgondolkodásban jelentős változás indulhasson el.

BAUHAUS

A weimari Bauhaus küldetésének tekintette, hogy az építészetet a rajzok világából visszaterelje eredeti közegéhez az építéshez, és megteremtse művészet és kézművesség egységét. Walter Gropius 1919-ben megjelentetett Bauhaus-manifesztumában³¹ megfogalmazza a művészeti intézmény programját, és kijelenti, hogy az építészet és minden művészet alapja az „építés”, az a kétkezi fizikai munka mely kapcsolatban van az anyaggal és a formával. Az elsőéves hallgatók alapozó kurzusában, melyet Johannes Itten dolgozott ki, kiemelt szerepe volt a kézimunkának és a kisplasztikáknak.³² Itten ezeket az új típusú maketteket a „tisza kreativitás eszközeként” jellemezte, melyek a leginkább

alkalmasak a tömeg és a tér kapcsolatának tanulmányozására.³³ Az iskola filozófiája a kezdetektől nagy hangsúlyt fektetett a kreativitás kibontakoztatására. Az akadémiai hagyománykövető módszerekkel szemben a valós problémákra adott egyedi válaszokat keresték. Vajon erre a szemléletváltásra miként voltak felkészülve a Bauhaus oktatói? Honnan vették az inspirációt, ötletet és gyakorlatot az új típusú pedagógiai rendszer felállításához? Egy érdekes és lehetséges választ fogalmaz meg erre Brosterman, aki összefüggéseket talált a modern művészeti mozgalmak vezéralakjainak gyermekkorában.³⁴ Friedrich Fröbel munkásságát kutatva azt találta, hogy a modern művészeti mozgalmak több kiemelkedő vezéralakja fröbeli szellemiségű óvodákba járt. Johannes Itten a Bauhaus alapkurzusának első vezetője Fröbel-féle óvodapedagógusi diplomával is rendelkezett. Josef Albers, aki Moholy-Nagy után harmadikként vette át az alapkurzus irányítását, szintén tanár volt, több mint tíz éven át tanított általános iskolában, mielőtt Weimarba települt. A közös előélet eredményeképpen ezeknek az embereknek természetes lehetett egy olyan oktatási rendszer, amelyben a makettek építése munka- és oktatóeszköz egyaránt.

A MODERN UTÁN

Bár a modernizmus új életre hívta az építészeti makettet, ez a feléledés nem szorította ki általánosan az építészeti rajzot vezető pozíciójából. A stílus bukása után pedig egyértelműen a rajz került újra fókuszba, de az akadémiai vonal háttérbe szorult, és forradalmi változások indultak el ezen a téren is. A londoni Architectural Association és a New York-i Cooper Union az építészeti rajz megújulásának gócpontjaivá váltak a 60-as évektől kezdve.³⁵ A 70-es években megjelent új szemlélet az építészeti makettet az épülettől függetlenedő ideológiai entitásnak tartotta. Ennek a szétválasztódásnak egyik nyilvános megjelenése volt 1976-ban Peter Eisenman kurátorságával megrendezett kiállítás New Yorkban „Az eszme mint modell” címen.

HOMO DIGITALIS

A kilencvenes évektől kezdve hatalmas változás következett be a technológia és az anyagok terén az építészeti ábrázolásban. A digitális technikák megjelenésével a klasszikus makettezés korszaka leáldozott. Sok esetben gyorsabb, precízebb és előre megjósolhatóbb eredményt érhetünk el a háromdimenziós ábrázolások alkalmazásával. Pálóczi Tibor DLA dolgozatában³⁶ a hagyományos rajzolás additív jelek átfedésével fejleszthető folyamatának fejlődéseként említi az analóg modellezést, mely mindig akkor jelent meg, amikor hagyományosan kialakult megoldások helyett az építészek új utak keresése felé indultak. Pálóczi szerint a formakereső időszakokban a rajz már nem tudott a tervezés végeredményét megjósoló eszközként létezni, és felváltotta a fizikai formakeresés vagyis a makett, amit az elmúlt évtizedekben felváltott a digitális modellezés, amely gyorsabb választ tud adni összetettebb épületek tömegéről és fizikailag meghatározhatatlan alakok megjelenítésében is hatékonyabb.

Az építészképzések között található olyan iskolák³⁷, ahol rendkívül sok formatanulmány készül, olyan anyagvizsgálatok, melyek analóg technikákkal kivitelezhetetlennek tűnnek, vagy egyenesen lehetetlenek. Digitális technikák segítségével ezek mégis megvalósíthatók, és a hallgatók az elkészült maketteket tovább vizsgálhatják alak és formaváltás (hajlítás, nyújtás, csavarás), teherbírás

33: MORRIS, Mark (2006): *Models. Architecture and the Miniature*. Wiley.

34: BROSTERMAN, Norman (1997): *Inventing Kindergarten*. Harry N. Abrams Inc., 120.

35: REYNOLDS, Charlotte: i.m., 28.

36: Pálóczi Tibor dolgozata elérhető a következő linken: http://dla.epitesz.bme.hu/appendfiles/1200-paloczi_ek_1%20.pdf

37: Confluence Institute for Innovation and Creative Strategies in Architecture – Odile Decq 2014-ben alapított magánegyeteme kiemelt fontosságúnak tartja a térbeli kísérletezés minden formáját. Részletesebb elemzés elérhető: <http://dla.epitesz.bme.hu/appendfiles/1249-Confluence-reszletes.pdf>

38: YAZAR, Tugrul – PAKDIL, Oya: Role of Studio Exercises in Digital Design Education. *eCAADe*, 27, 145.

39: JASPER, Michael: Thinking Through the Architecture Studio. *Artifact*. 3:2, 3.1.

#texasrangers

KIT-OF-PARTS FELADATOK

Elemkészlet feladatok. Minden olyan feladat, melyben a végleges megoldáshoz felhasználandó elemek előre meg vannak adva. A kihívást ezekben az esetekben az elemek egymáshoz való viszonyának tanulmányozása, térbeli kapcsolatának a kialakítása jelenti.

szempontjából. Majd a legtöbb esetben valamilyen beépítés, installáció következik, amikor a szerkezetet térben elhelyezik, más felülethez, anyaghoz kapcsolják, rögzítik, a környezetével kontextusba hozzák. Ez a szakasz tulajdonképpen a digitális produktumot visszahelyezi a manuális alkotófolyamat világába. Ez a fajta oda-vissza kölcsönhatás igen eredményes lehet a diákok szempontjából.

MÓDSZERTANI PÉLDÁK A NEMZETKÖZI ÉPÍTÉSZOKTATÁSBAN

Manapság a legtöbb építészkola igyekszik a lehető legjobban felszerelt makettező műhelyt biztosítani a hallgatói számára. Nyilvánvalóan, igen nagy eltérések mutatkoznak ezen a téren, de látható a tendencia, hogy az általános pedagógiai reformok nemzetközi irányai mentén mindenhol a fizikai tapasztalatokon alapuló ismeretszerzési lehetőségek fejlesztésére törekednek. A fizikai környezet és a műhelyek felszereltségének javítása mellett azonban érdemes lehet a tervezési stúdiók programjait is átgondolni, hogy miként lehetne jobban integrálni a komplex makettezési és rajzolási feladatokat a tematikába. A következő nemzetközi példák olyan tervezési programokat mutatnak be, ahol a makettezésnek kizárólagos vagy kiemelt szerepe volt. Közös vonása a példáknak, hogy a hallgatók bizonyos fokú megkötéseknek kapnak a feladat elvégzéséhez. Ezek a kötöttségek segítenek olyan ismeretek átadásában, amikre más eszközök csak közvetve lennének alkalmasak. Ezen kívül fejlesztik a kreativitást, mert a megkötések bizonyos dolgokban korlátoznak, más területeken végtelen számú lehetőséget nyitnak.

NINE-SQUARE GRID – KILENCOSZTATÚ RASZTER

John Hejduk és kollégái (Colin Rowe, Robert Slutzky)³⁸ mára klasszikussá vált feladata az ötvenes évek elején született meg a texasi egyetemen Austinban, de hatása a mai napig érezhető, amerikai építészgenerációk sora kezdte egyetemi pályafutását ezzel a feladattal. Az „elemkészlet” feladattípusok ösytja, a „kilencosztatú raszter problematikája” arra a speciális kiindulási helyzetre épül, hogy a végleges kompozíció elemei a feladat kezdetekor már adóttak, és mindenkinek ugyanabból a készletből kell dolgoznia. A feladat magja egy kilencosztatú raszter, mely azonos minden hallgató számára. Ehhez aztán meghatározott elemeket kapnak a diákok (oszlop, gerenda, keret, falpanel), és azt kell a raszterben elhelyezni. A megkötésnek itt az a célja, hogy a figyelem kizárólag a térkapcsolatokra és a kialakított terek minőségére koncentrálódjon. Gyakorlatilag végtelen számú megoldás létezik. Ez a stúdió projekt egy nyílt végű folyamat, amelynek nincsen végpontja, legfeljebb dokumentálás céljából egy adott pillanatnyi állapota rögzíthető.³⁹ A kilencosztatú raszter feladata egy sorozat első része, kifejezetten elsőéves hallgatók bevezető tárgyaként állították össze. Hejduk úgy fogalmaz, hogy az egy didaktikus eszköz az építészet lényegének bemutatására, és célja az elemek primer egzisztenciájának megértése. Érdekes az a kulturális háttér, melyből ennek a feladatnak a megszületése eredeztethető. Meghatározó szerepe van ebben Rudolf Wittkovernek, aki Alberti és Palladio villáit elemezte háromdimenziós ábrákon. Palladio alaprajzait egy kilencosztatú hálóra vetítette, és feltételezte, hogy Palladio hitt ennek a térszerkezetnek

a tökéletességében, ezért ismétlődik ez a térszerkesztés munkáiban. Ez a rendszer megtalálható Le Corbusier Villa Stein épületének alaprajzában is. Szintén jelentős inspiráció volt Rudolf Arnheim művészettörténész elmélete a formák pszichológiájáról, melynek alapja ugyancsak a kilencosztatú tér.

A feladat merevségét sok kritika érte, leginkább amiatt támadták, hogy sok mindent figyelmen kívül hagy, amit egy valódi tervezési munka során nem lehet, például nincsen tervezési program megadva, így funkció és forma kapcsolata nem is valósulhat meg. De ugyanígy kimarad a technikai részletek és a forma kapcsolatának vizsgálata. **A gyakran elhangzó megállapításból, miszerint a térbeli kompozíció mindent ural, később jelmondat is lett: térbeli komplexitást az egyszerűség helyett!**⁴⁰

A kötöttségek ilyen típusú alkalmazása rokonítható a reformpedagógusok módszereivel. Fröbel húsz óvodai játékának tematikája lineárisan halad a legnagyobb megkötéstől a nagyobb szabadságfokot adó feladatokig. Filozófiájának központi eleme a rész-egész viszonyának megismertetése a gyerekekkel,⁴¹ és ebben mindennek az alapja a geometria, a formai absztrakció. A gyerekek munkafelülete ugyanolyan négyzethálával volt ellátva, mint ami Hejduk kilencosztatú terének az alapját is képezte. A szándékos kötöttség tulajdonképpen a lényegre való fókuszálást segíti. A kötöttségek feloldásában Hejduk ugyanolyan lineárisan halad, mint Fröbel: az elsőéves stúdiót még két másik követi, a Kocka és a Juan Gris stúdiók, melynek végén már komplex tervezési kérdésekkel birkóznak a hallgatók.

FOUR IDEAL HOUSES – NÉGY IDEÁLIS HÁZ

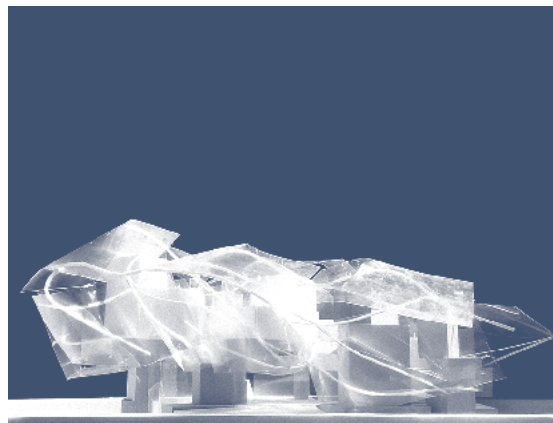
A kötöttségek kifinomult alkalmazását magától John Hejduktól tanulhatta meg Lebbeus Woods. Hejduk negyedszázadon keresztül volt a Cooper Union dékánja, az ő vezetése alatt kezdte meg oktatói pályafutását Woods a nyolcvanas évek második felében. Az általa kifejlesztett tervezési feladat szintén az elsőéves hallgatókat szolgálta. Ez is egy irányított feladatsor, megadott formákból kell kiindulni a tervezés során. Látszólag itt nagyobb a szabadság, mert az alapformán túl nincsen más fix elem, de itt az absztrakció kiegészül egy-egy konkrét napszakkal, ami a ház használatának jellemző idejét adja. A cél, hogy a párosított alapforma és napszak az ideális használókkal a tervezés során megtalálja tökéletes formai alakját. A félév során négy alkalommal van közös tervbemutató. A második alkalomtól kezdve elsődleges követelmény a makett, a koncepciómakettekől a részletes technikai problémákat is bemutató valóság-hű makettekig. Woods saját feladatismertetésében kiemelte, hogy a kurzus folyamán **nagyon fontos az emberi lépték megtalálása, ami semmiképp sem azt jelenti, hogy apró, léptékhelyes emberalakokat kell a makettek mellé ragasztani, hanem olyan tektonikai elemeket kell beépíteni, amelyek az emberi használatra utalnak, és ezáltal léptéket is adnak, mint például a lépcsők vagy a nyílások.** Másik fontos modellezési szempont a stúdióban a tektonika kivitelezés felőli megközelítése. A CNC gépek modelljeinek egységes tömegszerűségével szemben a valódi anyagok viselkedésének megmutatása a cél. Lebbeus Woods a kurzus vezetőjeként 2012-ben bekövetkezett haláláig évenként saját blogján számolt be a stúdiók eredményeiről.⁴²

#cooperunion

40: LOVE, Timothy: Kit-of-Parts Conceptualism. Abstracting Architecture in the American Academy. *Harvard Design Magazine*, No. 19.

41: BROSTERMAN, Norman: i.m.

42: <https://lebbeuswoods.wordpress.com>



FRANK GEHRY MUNKAKÖZI MAKETTJE
A LOUIS VUITTON ALAPÍTVÁNY MŰZEUMÁHOZ (2014)

#homofaber

43: A kutatás vezetői: Mark Burry, Peter Downton, Andrea Mina (RMIT, Melbourne) és Michael Ostwald (University of Newcastle, Newcastle)

44: A három kiadott könyv tematikája egymásra épül: 1. Modelling Architecture, 2. Modelling Ideas, 3. Modelling: Identity and the Post Digital

45: A stúdió tematikájának felvetése párhuzamba állítható Juhani Pallasmaa *The Thinking Hand* című könyvében foglaltakkal, mely 2009-ben jelent meg, két évvel az ausztrál kutatás után.

46: https://issuu.com/brentallpress/docs/homofaber_2007_catalogue/6

MANUAL IDEAS – MANUÁLIS GONDOLATOK

A harmadik külföldi példa kissé eltér az előzőektől, mert egy egyszeri kísérletről van szó. Megkötés azonban itt is található, mert ebben a stúdióban a makett kizárólagos munkaeszközzé lépett elő. A Melbourne-i RMIT egyetem négy oktatója⁴³ 2006-ban nyerte el az ausztrál állam ARC Discovery Grant ösztöndíját hároméves kutatásához. A kutatók a „Homo Faber” programban arra keresték a válaszokat, miként befolyásolhatja az építészeti tervezés folyamatát a makettezés. A három kutatási évben több kiállítás és könyv jött létre, mely dokumentálja az elkészült maketteket.⁴⁴ A második kutatási évhez Peter Downton és Andrea Mina kidolgozott egy stúdiótematikát is, amelyet az RMIT másodéves építész-belsőépítész hallgatói elvégeztek. A tervezési stúdió Manuális gondolatok néven futott, amely a kézi alkotás és a gondolkodás folyamatának kapcsolatára utal.⁴⁵ A munka fókuszában a gondolatok és ötletek fizikai modellezése állt.⁴⁶ A stúdió célja e tárgyak létrehozása volt. Több rövidebb feladat során fogalmakat kellett makett formájába önteni. A megadott listán olyan szavak szerepeltek, mint felelősség, izoláció, komfort. De olyan feladat is volt, hogy a hallgatóknak az otthon fogalmát kellett ábrázolni, az általánosságok helyett a személyes gondolatok bemutatására koncentrálni. A beszámolók alapján kiderült, hogy nehézséget okozott a nem téri fogalmak megjelenítése és a személyesség azt eredményezte, hogy az egyes makettek csak alkotóik szóbeli bemutatása után váltak teljesen értelmezhetővé.

A makettek nem a stúdió ideje alatt készültek. A közös munka a makettek elemzésével és beszélgetéssel telt, amelyben meg-vitatták egymás alkotásait és a lehetséges folytatási irányokat, technikai részleteket, anyagokat. Annak érdekében, hogy a hallgatók elképzeléseiket minél pontosabban meg tudják jeleníteni, a stúdiót egy párhuzamos gyakorlati kurzus kísérte egy ötvösművész vezetésével, mely a makettezéshez adott gyakorlati információkat és anyagismeretet. Ez azért volt hasznos, mert a fél éves feladatkiírás tiltotta az olyan bevett anyagok használatát, mint a kartonok, a papír vagy a balsafa, mivel a mesterek szerint ezek kizárólag lapszerű makettezésre alkalmasak. Helyettük a fa, a fém, a textil, a gipsz és az agyag kerültek előtérbe, mert ezek az anyagok valós terek és térkapcsolatok ábrázolására jobban megfelelnek.

Tapasztalatok szerint a hallgatók végül a kijelölt anyagokat igen változatos megmunkálási módokkal építették be makettjeikbe. A kurzus általános tapasztalatai között szerepel a makettek kommunikációt segítő hatása. Mivel a makettek nem érvényes az építészeti rajz ábrázolási szabályrendszere, sokkal szabadabban lehet vele gondolatokat kifejezni.

LEHETŐSÉGEK A BME ÉPÍTÉSZMÉRNOKI KARÁN

A műegyetemi képzésben jelenleg nincs megoldva, hogy a hallgatók állandó műtermekben dolgozhassanak, így az egyetemen a helyben dolgozás esélye minimális. Nem kedvez ennek a helyzetnek, hogy a mérnöki szakismeretek és a tervezés oktatása egymástól független tantárgyak keretében zajlik. Az elmúlt évek tantervi átszervezései azonban abba az irányba haladtak, hogy a tervezési stúdiókat a hetenkénti több rövidebb alkalom helyett, egyszeri, tömbösített alkalmakba vonják össze. Ezek a hosszabb gyakorlati órák más, sok esetben kreatívabb óratermatikára buzdítják az oktatókat. Az elsőéves hallgatók bevezető stúdiója, a Térkompozíció kizárólag makettezésre épül. A félév során építészeti alapfogalmakat kell megjeleníteni térbeli alkotások formájában, hasonlóan az ausztrál példához. Pedagógiai célzatú kötöttség ennek a tárgynak a tematikájában is található, hiszen a félév során elkészítendő makettek mérete eleve rögzített. Minden alkotásnak bele kell férnie egy megadott méretű kocka kontúrjába. A második félévben az Építészeti alapjai tárgyban még erős a feladatok térbelisége, sok a makettezés, de félév végére eltolódás érezhető a rajz irányába. A felsőbb éves hallgatók tervezési stúdióiban leggyakrabban a hozott vázlatok konzultálása zajlik. Ebben minden oktatónak mások a szokásai, de legtöbb esetben rajzok és skiccek kerülnek az asztalra. Vannak természetesen olyan oktatók is, akik a makettezést preferálják, és kéri is hallgatóiktól rendszeresen a munkaközi makettek bemutatását, de ezek elkészülése nem az órai munka része. Időről időre akadnak azonban kísérleti jelleggel olyan tankörök, ahol a helyben dolgozást próbálják megoldani a rendelkezésre álló 4-6 órában.⁴⁷ A konzultációra és gyakorlati blokkra felosztott rövidebb szakaszokba kisebb léptékű, alaposan előkészített feladatok beleférhetnek, melyek koncentráltan valamilyen tervezési részfeladat köré épülhetnek.⁴⁸ A makettek, mint tervezési eszköznek a beépülési folyamatában a Térkompozíció tárgy mindenképpen hasznos, de nem elégséges.

ESZKÖZ AZ ESZKÖZTELENSÉGBEN

Esettanulmányként a korábban már említett Városépítészet 2. tantárgy szolgál. Ez a kurzus a BME tantárgystruktúrájában a harmadik év második félévének kiemelt tervezési tárgya, melynek keretében a hallgatók a településtervezés gyakorlatával ismerkednek meg valós feladatokon keresztül.⁴⁹ A nemzetközi példákkal ellentétben itt nem egy teljes félévet átfogó egységes makettezésre épülő módszertanról van szó, hanem egy kísérletről, melyben a makettezést különböző tervezési fázisokban és léptékekben alkalmaztuk. Az a tapasztalat motiválta ezt a változtatást, miszerint a hallgatóknak nehezen megy a váltás az épület léptékéről a tömb-kerület-város léptékére. A tervezési feladat sajátosságából adódóan itt más kérdések merülnek fel, mint egyetlen épület esetében, de a tömegek, formák, arányok keresésének módszerei mégis nagyban hasonlítanak.

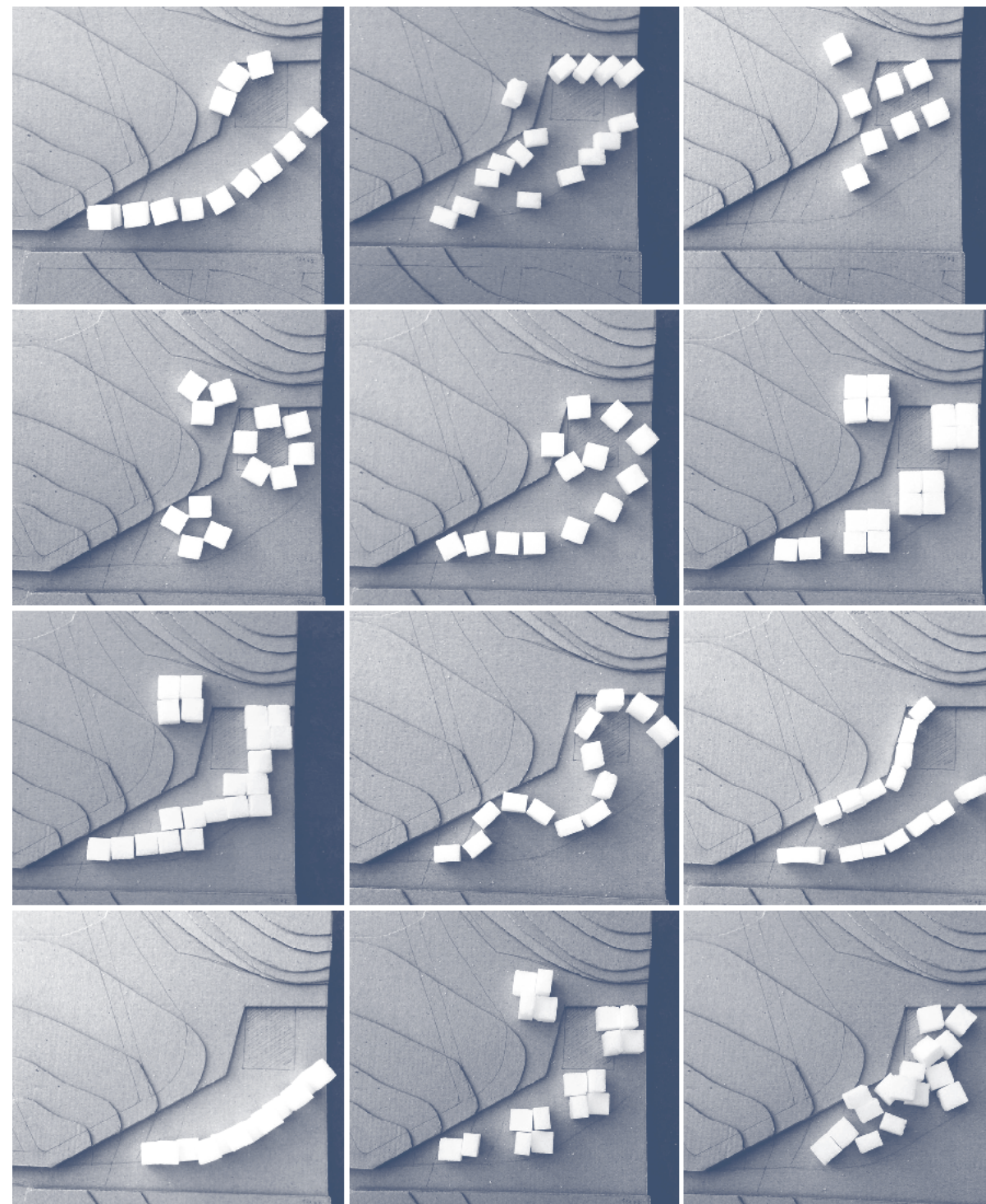
A tapasztalatok összefoglalása további jövőbeli kísérletek alapjául szolgálhat. A helyszíni bejárások és az alaptérkép tanulmányozása nem feltétlen elegendő még egy harmadéves hallgató esetében sem egy nagyobb terület valós térbeli-

47: Az Urbanisztika Tanszéken a Térkompozíció és az Építészeti alapjai című tárgyak Bach Péter, Szakács István és Vörös Tamás vezetésével működő tankörökben rendszeres a műtermi munka. Ebben klasszikus makettezés ugyan nem szerepel, de több esetben térbeli szituációs gyakorlatokról, tér tanulmányokról van szó.

48: Dankó Zsófia tankörében a Lakóépülettervezés 2. tárgy keretében pár éve érdekes kísérlet zajlott, ahol egy török egyetemi példa alapján az órán makettek a hallgatók. Lakóépületek bútorzatán keresztül tanulmányozták a bútorok által lehatárolt tereket és térhasználatot. Falat nem is építettek, csupán a mobilíák segítségével értelmezték a lehetséges elrendezéseket és a szomszédos funkciók kapcsolatát.

49: Először egy nagyobb terület átfogó koncepcióját határozzák meg, majd a félév második részében kisebb területekre készítenek konkrét beépítési terveket.

#város2



3: VÁROSEPÍTÉSZET 2. – VARGA ÁGNES & LÁDAY REGINA LEHETSÉGES BEÉPÍTÉSEKET VIZSGÁLÓ MAKETT-SOROZATA

és terepviszonyainak megértéséhez. Kísérletünkben a vázlattevi szinten javasolt koncepció érzékeltetéséhez elsőként a terület teljes ábrázolását kértük maketten, mely a tervezési folyamatot hatékonyan, de a megismerési fázist kicsit későn támogatta meg. Egy ilyen makett mielőbbi megépítése segíthetné a hallgatókban a tervezési terület mentális képének pontos kialakulását.

A Sejima és Fujimoto esetében bemutatott eltérő opciók halmozására épülő módszer ilyen léptékű feladat esetében csak megfelelő előzetes vizsgálati szakasz után hoz eredményt. Egy intuitív makettező feladatot a megismerés túl korai szakaszában iktattunk be, ami elegendő személyes benyomás hiányában nem jelentett igazi előrelépést. Ami működik egyetlen épület tömegének megformálásakor, az nem működik összetett városi területek kapcsolatrendszerének újragondolásában.

A kísérlet egyértelműen pozitív eredményt mutatott a személyre szabott feladatok alkalmazásában. A hallgatókhoz igazított megkötések komoly lendületet adtak a konkrét beépítési terv fázisában. Ez oktatói oldalról nagyobb kihívást jelent, mert kevésbé tervezhető előre. A konzultáción felmerülő kérdések alapján kell olyan makettezési technikára, módszerre vagy léptékre javaslatot tenni, mely kifejezetten az adott problémák megválaszolásában segítheti a tervezést. Ez több esetben ahhoz vezetett, hogy az általános gondolat-rajz-makett sorrendben felcserélődött a térbeli és síkbeli ábrázolás helye. Ez egyértelműen jelzi, hogy érdemes tudatosan alkalmazni a makettezést a tervezési feladatok különböző szakaszaiban, mert ami az oktatásban leginkább fontos, hasznos eszköznek bizonyult a tudásátadás és -elsajátítás területén.

KONKLÚZIÓ

Mint sok minden másban a tanulási folyamatok során, a makettezésben is mintakövetés zajlik. Az adott oktatási intézmény szokásai, működési rendje, felszereltsége meghatározó a hallgatók munkamódszereinek kialakulásában. Az eszközszerű használat elmélyítésében az oktatók tudatosan segíthetik a hallgatókat megfelelő feladatok kidolgozásával. Ehhez túl kell lépni a tökéletes és szép tárgyak utáni vágyunkon, mert oktatási szempontból nem a végső terv makettjének szépsége az igazán fontos. A makettezés hatékonyságának értékelésében az első kérdés az, hogy milyen tanulási folyamatokon megy keresztül a makett készítése közben az alkotó?

Napjaink digitális világában is megtalálható a manuális technikák szerepe. Az oktatás első éveiben a hallgatók még tanulják csupán a digitális ábrázolási módokat, ekkor a számítástechnikai ismereteik szintje még korlátozza őket a gondolataik tényleges bemutatásában. Gyakran lassabb és időigényesebb felépíteni egy digitális modellt, mint egy fizikai makettet, főleg mert kezdő szinten nehéz megtalálni a részletezettség ideális mértékét a számítógépben, ahol a közelítés-távolítás léptéktelen. A második kérdés az, hogy hogyan segíti a gondolatok megfogalmazásának folyamatát és kommunikációját a makett?

A makettek olyanok, mint a multifunkcionális robotgépek. Az építészeti tervezés minden fázisában hasznos eszközök lehetnek, de csak akkor, ha

tudatosan és megfelelően alkalmazzuk őket, különben előfordulhat, hogy évekig használat nélkül porosodnak a konyhaszekrény legfelső polcán. A tudatosság elengedhetetlen mind oktatói, mind hallgatói oldalról. A harmadik kérdés, hogy oktatásmetodikai szempontból tudunk-e megfelelő feladatokat és kötöttségeket (részfeladatot és technikát) definiálni?

Ha egy kurzus kapcsán a három kérdésből egyre sem sikerülne egyértelmű választ adni, akkor az eszköz alkalmazása nem elég hatékony, és a robotgépünket nyugodtan helyezzük vissza a polcra.

—

Forrásjegyzék:

ARPAK, Asli (2008): *Physical and virtual: transformation of the architectural model*. Thesis. The Middle East Technical University.

BUN Zoltán (2011): *Az elmélet és a tervezés-módszertan változása a dekonstrukciótól a topografikus gondolkodás felé az ezredforduló építészetében*. Doktori Értekezés, BME Építészmérnöki Kar.

HABA Péter (2010): Az építészeti rajz szerepváltásai. In: WESSELÉNYI-GARAY Andor (szerk.) (2010): *BorderLINE Architecture* (a 12. Velencei Nemzetközi Építészeti Biennále magyar pavilonjának katalógusa) Műcsarnok, 30-39.

KOLLÁR Bence (2013): A csillagok állása – Kollár Bence Peter Zumthor műtermében. *Építészfórum*. <http://epiteszforum.hu/a-csillagok-allasa-kollar-bence-oeter-zumthor-muteremben>

MORRIS, Mark (2006): *Models: Architecture and the Miniature*. Wiley.

PORTER, Tom (1997): *The Architect's Eye. Visualization and Depiction of Space in Architecture*. E&FN Spon.

PORTER, Tom – NEALE, John (2011): *Architectural Supermodels*. Architectural Press.

RAJK László (2005): *Az építészeti modell*. <http://rajk.info/hu/rajk-laszlo-az-epiteszeti.html>

REYNOLDS, Charlotte (2015): *The fourth Register of Architecture*. „model as...”. Thesis, The Bartlett School of Architecture.

SMITH, Albert C. (2004): *Architectural model as machine. A New View of Models from Antiquity to the Present Day*. Elsevier, Architectural Press.

ZALEWSKI, Daniel (2005): Intelligent Design – Can Rem Koolhaas kill the skyscraper? *The New York Times*, 14 March 2005.

BROSTERMAN, Norman (1997): *Inventing Kindergarten*. Harry N. Abrams Inc.

ALONSO-PROVENCIO, Marta – ALMAZÁN, Jorge: Designing the process. Scale models in the work of Kazuyo Sejima and Sou Fujimoto. *Archnet-IJAR*, 2011/1.

LOVE, Timothy (2003): Kit-of-Parts Conceptualism. Abstracting Architecture in the American Academy. *Harvard Design Magazine*, No. 19. 1-5.

PALLASMAA, Juhani (2009): *The Thinking Hand*. Wiley.

YAZAR, Tugrul – PAKDIL, Oya (2009): Role of Studio Exercises in Digital Design Education. *eCAADe*, 27.

ZUMTHOR, Peter: Tanítani az építészetet – tanulni az építészetet. *ARC'2*, 1999.