

FIZIKAI HATÁSOKRA

REAKTÍV TERVEZÉSI MÓDSZEREK

A KORTÁRS ÉPÍTÉSZETBEN

Doktori értekezés

Szerző: BURIÁN GERGŐ

Témavezető: NAGY TAMÁS †, DLA, egyetemi tanár

Külső Konzulens: PAULINYI GERGELY, DLA

Budapest, 2021.

MOHOLY-NAGY MŰVÉSZETI EGYETEM
DOKTORI DLA KÉPZÉS
ÉPÍTŐMŰVÉSZET

FIZIKAI HATÁSOKRA
**REAKTÍV
TERVEZÉSI
MÓDSZEREK**
A KORTÁRS ÉPÍTÉSZETBEN

Doktori értekezés
Szerző: BURIÁN GERGŐ
Témavezető: NAGY TAMÁS †, DLA, egyetemi tanár
Külső Konzulens: PAULINYI GERGELY, DLA
Budapest, 2021.

“A világ dolgai nem szűnő kölcsönhatásban vannak egymással, s valamennyinek az állapota hordozza mindazok állapotának a nyomait, amelyekkel hatottak egymásra...”

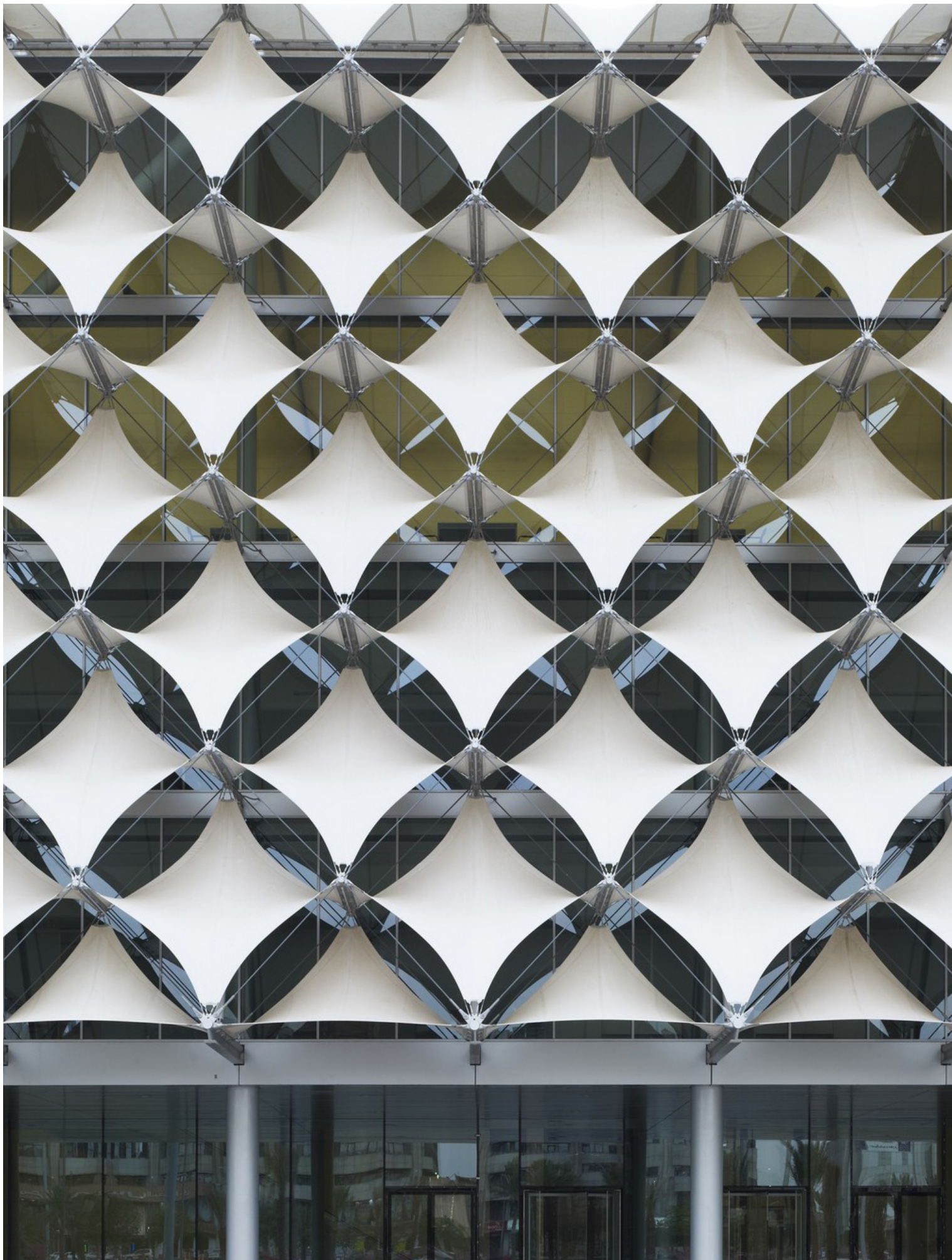
Carlo Rovelli: Hét rövid fizikalecke



C.F. Moller: Üvegház és botanikus kert, University of Aarhus, Aarhus, Dánia, 2014
Forrás:<http://www.cfmoller.com/p/Greenhouse-in-the-Botanic-Garden-University-of-Aarhus-i2458>

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS, TÉZISEK	9
A KORTÁRS KORSZAK ÉS A REAKTÍV MÓDSZEREK SZERINTI ÉPÍTÉSZETI TERVEZÉS HÁTTERE	15
Egyre nagyobb fokú globalizáció	17
Felgyorsult világ, Megállíthatatlan technológiai fejlődés	20
Fenntarthatósági szemlélet Elterjedése	24
FOGALOMMEGHATÁROZÁS: ADAPTÍV, REFLEXÍV VAGY REAKTÍV	29
REFLEXÍV ÉS REAKTÍV SZEMLÉLET MEGJELENÉSE A TÁRSADALOM-TUDOMÁNYOKBAN	33
REAKTÍV TERVEZÉSI MÓDSZEREK ÉS DIMENZIÓI	39
A reaktív tervezési módszerek meghatározása	40
A reaktív építészet dimenziói és előzményei	41
A reaktív tervezési módszerek első dimenziója	42
A reaktív tervezési módszerek második dimenziója, kinetikus építészet	46
A reaktív tervezési módszerek harmadik dimenziója, szinergiára törekvő épületek	50
A REAKTÍV ÉPÍTÉSZET MEGJELENÉSI FORMÁI, HATÁSOK ÉS ELLENHATÁSOK	57
Külső környezeti, fizikai hatások miatti reaktív tervezési elvek és módszerek	60
Változó funkcionális igények miatti reaktív tervezési elvek és módszerek	74
Komplex igények és fizikai hatások miatti, szinergiára törekvő, reaktív építészet	80
MESTERMŰVEK	93
2013-, Mestermű I.: Budapest One irodaépület, Őrmező, Budapest	94
2018-2020, Mestermű II.: Zuglo EcoHousing Környezettudatos Szociális Bér lakástömb, Budapest	100
2014-2020, Mestermű III.: Pannon Park Biodóm, a Fővárosi Állat- és Növénykert bővítése, Budapest	104
KIVONAT, TÉZISEK - ABSTRACT, THESES	113
ÖNÉLETRAJZ - CURRICULUM VITAE	119
IRODALOMJEGYZÉK	129
NYILATKOZATOK	133



Gerber Architekten: King Fahad Nemzeti Könyvtár, Rijád, Szauz-Arábia, 2014

Forrás: https://www.archdaily.com/469088/king-fahad-national-library-gerber-architekten?ad_medium=gallery

BEVEZETÉS, TÉZISEK

A doktori disszertáció célja, hogy a kortárs építészetben keressen olyan tervezési módszert, mely elemei újszerűek, nagyfokú fejlődésen megy keresztül és hatásai megfigyelhetők az épületeken. Ilyennek tekintem a reaktív módon történő tervezést, mely módszer - tudatosan, vagy kevésbé tudatosan - szélesebb körben válik korunk építészeti tervezésének fontos részévé, a tervezést támogató eszközzé. Vizsgáltam, hogy ez a tervezési módszer hatott-e a megvalósult épületekre, milyen új épületszerkezetek, épületelemek vagy épületformák terjedtek el ezáltal és ezeknek milyen kihatásuk képzelhető el a jövőre nézve.

A reaktív tervezési módszer - szűken értelmezve - az épületterv vagy a megvalósult épület valamilyen fizikai hatás, azaz külső környezetére és/vagy belső funkcionális igények szerinti reagálását jelenti. Ez a fajta racionális hozzáállás felfogható a teljes tervezési folyamatot segítő módszernek is. A reaktív építészet tágabb értelmezése során a fizikai hatások mellett az építész a kulturális és társadalmi aspektusok szerint a pontos és megalapozott funkcionális igényekből, a helyszínből és a klimatikus viszonyokból kiindulva hoz létre ezekre reagáló, változásra képes és így fenntartható épületet. A szemlélet alapvető tulajdonsága, hogy a döntési mechanizmusok racionálisak, indokolhatók és így közérthetőek, könnyebben kommunikálhatók.

TÉZIS 1.:

A kortárs építészeti tervezésben a fizikai hatásokra, azaz külső környezeti hatásokra és/vagy belső igényekre való visszacsatolást reaktív tervezési módszereknek lehet tekinteni.

A módszer térnyerése nem eredményezi az intuitív, művészi hozzáállás eltűnését, vagy szükségességének tagadását. A reaktív tervezési elvek a tervezést támogató eszköznek és inkább a gondolkodásmódban való különbséget, az építészeti attitűd változását jelentik. Az emberi intuíció, az építészet művészeti tulajdonsága megmarad, azonban az irányzat követői elvetik a tervezői önkényességet (vagy önkifejezést) és a tisztán formai, szubjektív elképzelések meghatározó voltát. A reaktív szemléletet olyan jellemző tervezési módszernek ítélem meg, mely egyrészt mindig is jelen volt az építészetben, azonban dominanciája megnövekszik a korábbi építészeti korszakokban tapasztaltaktól képest, nagyfokú fejlődésen megy keresztül, ennek hatásaként ezért újszerű részletek, elemek is megjelennek az épületeken.

A reaktív tervezési elvek karakteres képet tudnak adni a kortárs korszak világnézetéről, ezért az építészeti felfogás kialakulását és annak hátterét térképeztem fel. Az előzmények (társadalomtudományokban megjelenő reaktív és reflexív kifejezés és módszerek, a globalizáció, a technológia folyamatos fejlődése, vagy a fenntarthatóság globális térnyerése) mellett a korszak jellemzőinek egyéb kiváltó okait is vizsgáltam. Korunk meghatározó társadalmi, politikai, kulturális

technológiai jellegét térképeztem fel és a tervezési elvekkel való kapcsolatukat kerestem. Az egyre nagyobb fokú globalizáció (a piaci szemlélet térnyerése, munkaerőpiac és a megrendelői elvárások egységesülése, a világ változásainak felgyorsulása és a szakma közeledése a közgondolkodáshoz), a technológia megállíthatatlan fejlődése (a kommunikációs eszközök és igények megváltozása, az információcsere növekedése és felgyorsulása, az egyre gyorsabb munkavégzés igénye és a tervezésben megjelenő új eszközök és lehetőségek), továbbá a fenntarthatósági szemlélet elterjedése (vernakuláris építészet újra felfedezése, a passzív és aktív fenntarthatósági eszközök) segítette a reaktív építészeti módszerek térnyerését. Ugyan több esetben a piaci szemlélet jellegtelen, művészi értelemben silány épületeket eredményez, ez azonban nem jelenti azt, hogy a racionális döntések alapján megtervezett, reaktív épületek esetén nem alakítható ki az építészet művészi értelmében értékes épület.

TÉZIS 2.:

A reaktív tervezési módszerek alkalmazása során megfigyelhető egyfajta racionális és indokolt döntések sorozata, mely a kortárs építészetben fokozatosan terjed el és lesz egyre gyakrabban alkalmazott tervezési eszköz.

A reaktív építészet elemzésénél külön kezeltem az épületeket érő fizikai ingereket, hatásokat és igényeket és az ezekre reagáló válaszreakciókat. Az épületet érő fizikai hatások lehetnek külső környezeti hatások, illetve a belső térben és időben változó funkcionális igények. Bizonyítom, hogy ezek az ingerek hatása - többek között a világban tapasztalható meghatározó globális folyamatok miatt - dominánssá váltak több esetben, a reagálás, a reakciók fokozatosan elterjedtek a kortárs építészet ezen ágában.

A válaszreakciók megjelenhetnek a tervezés közben, illetve az épület egyes elemeiben, avagy a teljes épületen. Ezek lehetnek a használat módja, jellege, az épület programja, funkcionális elemei, telepítése, alakja, a felhasznált anyagai, vagy a megtervezett szerkezetei. A válaszreakciók megjelenése, mélysége, azaz hatékonysági foka szerint a reaktív építészeti elemek megjelenését három csoportba, három dimenzióba csoportosítottam. Az első dimenzióknak nevezem azt, amikor a reaktív építészeti elvek csak a tervezésben jelentkeznek. A tervezők a külső fizikai hatásokra és a belső igényekre optimalizált, de statikus, változásra nem képes épületet hoznak létre. A reaktív szemlélet csupán a tervezésben jelenik meg, az épület nem képes a változó fizikai igényekre és hatásokra változó módon reagálni.

A reaktív építészet második dimenziójának a mozgatható épületelemekkel, mozgó szerkezetekkel rendelkező épületeket értem. Az időben és térben változó, külső-, belső fizikai hatásokra az épület dinamikusan, változó módon képes reagálni. Jóval magasabb minőségű, nagyobb szabadságfokkal rendelkező reakció érhető el, ha a változó hatásokra változó formájú vagy mozgó szerkezetekkel rendelkező épületeket tervezünk. A reakciók előre programozott, vezérelt módon, gépi úton (motorok és szenzorok segítségével), energiát fogyasztva történnek. Ezek miatt a változásnak és így a reakcióknak bizonyos korlátjai vannak.

A harmadik dimenzió még legtöbb esetben csak kísérleti fázisban vagy csupán elméletben létezik. A cél olyan reaktív anyagok, épületszerkezetek, majd később teljes épületek létrehozása, melyek önmagukba kódolva, automatikusan képesek az őket érő fizikai hatásokra reagálni és változni. Az irányzat kutatói intelligens épület(szerkezetek) létrehozásával kísérleteznek, melyek külső vezérlés vagy energia felhasználás nélkül képesek alkalmazkodni környezetükhöz. Amennyiben ez sikerül, újszerű, eddig ismeretlen lehetőségek nyílnak meg az építészeti tervezésben.

Komplex, szinergiára törekvő alkotás jön létre, ha az épület több környezeti, fizikai hatásra, az időben és térben változó funkcionális igényekre egyszerre képes reagálni. Az ilyen épületek magas dimenzióban, fejlett módon képesek a reakcióra, a reaktív építészet legkiérleltebb épületeinek tekinthetők. A komplex, szinergiára törekvő reaktív épületek így a jövő építészetének egyik lehetséges irányai is lehetnek.

TÉZIS 3.:

A reaktív épületek - és így a reakciók megjelenési formái - 3 csoportba, 3 dimenzióba sorolhatók. Az első dimenzió, amikor csak a tervekben, statikus épületet létrehozva történik meg a reakció, a második, amikor az épület egyes elemei mozogva, előre programozva reagálnak és a harmadik, amikor a reakció automatikus. Ha több reakció egyszerre, magas fokon valósul meg, létre jöhet a teljes szinergiát megvalósító épület.

A reaktív építészet három dimenzióját a hatások alapján elemzem. Az építészetre jellemző módszerek és elvek gyakorlati hatását és következményeit vizsgálom. Bizonyítom, hogy a reaktív építészeti elvek az épületeket akár domináns módon alakíthatják a kortárs építészetben. A reaktív kísérletek az építészet jövőjét, egyes fejlődési lehetőségeit is jelenthetik. Ezek az újszerű anyagok, épületszerkezetek a kortárs építészeti tervezésben kezdenek elterjedni, melyek karakteresen átalakíthatják az épülettervezés folyamatát, illetve épületeket és azok használatát.

TÉZIS 4.:

A reaktív tervezési módszerek és építészet következménye képen újfajta épületformák, épületelemek és épületszerkezetek jönnek létre, melyek megjelenése a kortárs építészeti korszak egyik meghatározó jelenségévé válik.



Eric Ruiz, *Cloud9: Media-ITC*, Barcelona, Spanyolország, 2011

<https://www.gettyimages.com/detail/photo/media-tic-eric-ruiz-geli-cloud-9-barcelona-high-res-stock-photography/527202964>

A KORTÁRS KORSZAK ÉS A REAKTÍV MÓDSZEREK SZERINTI ÉPÍTÉSZETI TERVEZÉS HÁTTERE

A kortárs, mai építészet irányzatainak vizsgálata közben többszörösen is nehéz a dolgunk. A XX. század elejétől megszűnt az építészeti korszakok linearitása. „Az építészet nem épületek és stílusok egymást követő és egymásra épülő vonulata többé..., hanem tudatos és akaratlan viszonyulások, közelítések, megértések, és kétségek bonyolult halmaza.”¹ A XX. és XXI. század építészetének tervezési módszerei térben és időben eltérő módon, egymással átfedésben jelennek meg. Sok esetben országoktól, régióktól függően eltérően és különböző intenzitással figyelhető meg az egyes stílusok, módszerek.

A XXI. századtól kezdve az építészeti iskolák száma, az alkotók és műkedvelők köre is szélesebb, így - tekintettel a századforduló óta eltelt rövid időszakra - egységes szemlélet, álláspont sem alakulhatott ki a mai napig. Igaz ez a fejlett világ ún. mainstream építészetére és azok kiemelkedő alkotásaira, épületeire is, amelyekkel foglalkozni kívánok. A fejlett világ építészetén elsősorban a nyugat-európai, az észak-amerikai, ausztrál és japán vezető építészirodák építészetét értem.

A doktori kutatás tehát nem foglalkozik, nem foglalkozhat teljes körűen a kortárs korszak minden építészeti stílusával és irányvonalával és azok összes jellemzőivel sem. Disszertációm témájaként kiválasztottam a reaktív szemléletű tervezést, aminek jelentését meghatározom, csoportosítom használatát és vizsgálom az elveinek használatát. A disszertáció nem kísérel meg a meglévő építészeti módszerek és álláspontok felett ítélni, vagy rendszerezni azokat. Céлом bebizonyítani, hogy a kortárs korszakban a reaktív elvek szerinti tervezés előtérbe kerül, az építészek tudatosabban alkalmazzák azokat.

Az építészetben végbemenő folyamatokat nem lehet az adott kor társadalmi, gazdasági, technológiai, kulturális, társadalomtudományi, avagy politikai háttere nélkül szemlélni, ezért három fő kategóriában gyűjtöttem össze a jelenkor legfőbb változásait, illetve vizsgálom a reagens szemlélet társadalomtudományi megjelenési formáit. Ezek a karakteresen megjelenő folyamatok hatnak a kortárs építészeti tervezésre és így a reaktív módszerek kialakulásának okai is voltak egyben:

- EGYRE NAGYOBB FOKÚ GLOBALIZÁCIÓ
- FELGYORSULT VILÁG, MEGÁLLÍTHATATLAN TECHNOLÓGIAI FEJLŐDÉS
- FENNTARTHATÓSÁGI SZEMLÉLET ELTERJEDÉSE

¹ Lévai-Kanyó Judit: *Véget ért a modern, a kiadó előszava Bonta János: Modern építészet, 1911-2000, TERC, 2002 című könyvéhez, 9-14. oldal*

EGYRE NAGYOBB FOKÚ GLOBALIZÁCIÓ

A globalizációs folyamatok már a korábbi időszakokban elkezdődtek, hiszen „húsz évvel a második világháború után már nem lehetett a háború utáni évekre jellemző széttagoaltsággal gondolkodni, a kultúra és a gazdaság, a társadalmi élet minden területén az egyetemes hatások kerültek előtérbe.”² Magyarország és a keleti blokk azonban igazán az 1990-es évektől csatlakozhatott a világméretű piachoz. A folyamat ebben a korszakban teljesedett ki minden földrészen, így egy időben vált számunkra is meghatározóvá. A globalizáció hátrányai is ebben az időszakban váltak nyilvánvalóvá. A túlzottan egységesedő világ és a nem arányos piaci erők veszélye a kor aktuális problémájává váltak.

A túlzott hasonlóság volt az egyik kiváltó oka a sztárépítész jelenség elterjedésének. A globális piacon bárhol elérhetővé váltak a legkeresettebb sztárépítészek, a világ minden pontján megjelenhet más kulturális közegből érkező tervező és a kultúrák keveredése. Ez nem csak azt jelenti, hogy főleg kellő tapasztalattal, tudással és kiemelkedő kommunikációs, marketing képességekkel rendelkező építészeket keresnek meg a presztízs beruházások tervezésével, hanem a társadalom és a politikai, piaci elit igénye lett a szélsőséges individualitás. Ezt, a mindenáron való megkülönböztetési igényt várják el és követelik meg a szabad építészeti döntésekkel rendelkező sztárépítészeketől. Csak akkor válik „(el)ismerté” az épület, ha különböző tud lenni. A hamis szemlélet egyfajta építészeti versenyt indukál, ahol mindenáron újat és soha nem látottat kell tervezni. A tervezési technológiák erre már adottak, azonban a valós alkotói háttér hiányzik.

A reaktív építészeti felfogás követői nem támogatják a sztárépítészet ezen fajta individualista jelenségét, azonban a legtöbb sztárépítész alkalmaz reaktív elveket, mint újszerű, technológiai orientált tervezési eszközöket. A tisztán reaktív tervezési elvek ellentétben állnak a szoborszerű, önös geometrikus térbeli játékokkal, az újszerű szerkesztési kísérletezésekkel és a pusztán filozofikus mondanivaló szerint létrejövő épületekkel (melyek mind jelen vannak a kortárs és közelmúlt építészetben, a Dekonstruktivizmus, az Organikus Dekonstruktivizmus, a Folding, vagy a Racionalista építészeti irányban). Kapcsolatot és racionalitást keresnek a szerkezet, a funkció és a kialakult forma között, tagadják a jelmezt, a díszletszerű skin építészetet. A sztár- vagy reprezentáló építészet a világ kortárs építészetében jelen van, azonban az előfordulásuk a legtöbb esetben egyénileg értelmezhető és indokolható. A sztárépítészek többsége ugyan alkalmazza a reaktív módszereket (mivel a jelenség megkerülhetetlen lett a kortárs építészetben), azonban ezek, a jellemzően presztízs beruházások a túlzott individualista szemlélet miatt nem tekinthetők meghatározóan racionális és ezáltal alapjaiban reaktív épületeknek. A kettő irányzat bizonyos értelemben egymás ellentétének számít, két olyan irányzat, ami közel egy időben terjedt el a kortárs építészetben, mégis karakteresen eltérő végeredményt ad.

Zygmunt Bauman társadalomtudós szerint a modern utáni éra a fogyasztói társadalom eljövételét is jelenti. „A szépség dömpingjét éljük, amely minden mást – hasznosságot, alkalmasságot, vagy helyénvalóságot – kiszorít, hiszen a legegyszerűbben globalizálható.”³ A valódi és reális társadalmi igény, szükségesség sokszor megszűnik. A jelenséggel szemben kritikai szemlélet

² Vámosy Ferenc: *Az építészet története: A Modern Mozgalom és a későmodern*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2002, 315. old.

³ Moravánszky Ákos: *Átmenetek / Szépség, globalizáció és az építészet ellenállóképessége*, TERC, 2002, 117. old.

és mértékletesség szükséges.

A gazdaság globalitása mellett a munkaerőpiac is egyre inkább liberalizálódott. Már könnyen lehetséges más országokban, más kontinensen munkát vállalni és így országot, kultúrát váltani. Ez egyrészt azt jelenti, hogy az emberek tudása világviszonylatban áll versenyben egymással, másrészt különböző kultúrák megismerése és befogadása elengedhetetlenné vált. Megjelennek más országok népes kolóniái elsősorban nagyvárosokban. Ezekben az „etnikai negyedekben” a bevándorlók személyiségük, kultúrájuk és a különbözőség foka szerint asszimilálódtak, avagy távolodtak el a társadalom többi rétegétől. A kultúrák keveredése egyrészt különös eredményeket hozhat, másrészt nagy feszültségeket kelthet. „A globalizáció - mint a modernizáció új korszaka - továbbfejlesztése, egyféle humanizálása éppúgy követelmény, mint a kultúrák együttlétezése, az életstílus sokféleségének tudomásulvétele. Az építészet művelői csak az emberi életfeltételek javulását szolgáló világkultúra sokszínű továbbfejlődésében, a modernizáció eszközeinek kibontása révén találhatják meg feladataik megvalósításának méltó esélyeit.”⁴

A globális piac következtében a kortárs korszakot globális munkaerőpiac és globális, sztenderd elvárások is jellemzik. A nemzeti, egyedi karakterek és igények háttérbe szorulnak, ezért a globalizáció következménye az is, hogy olyan tervezési elvek kerülhetnek előtérbe, melyek mindenhol alkalmazhatóak, de az adott elvrendszert felhasználva figyelembe is veszik a helyi, fizikai adottságokat. A tervezési elvek és a döntési faktorok is kellően gyakorlatias és pragmatikussá változtak. Az egyediség, az intuíció esetenként háttérbe szorul a globális piacon. Ez a gondolkodásmód is segítette a reaktív módszerek elterjedését, hiszen a különböző fizikai, külső környezeti hatásokra és az eltérő belső felhasználási módokra is lehet az újszerű tervezési eszközöket és elveket felhasználni és alkalmazni.

A tervezési folyamat és az épület használata közben egyre több információ jut birtokunkba, az épületelemeket egyre gyakrabban monitorozzuk és mérjük. Ezek miatt is a beuházóknak bonyolultabb, több elemből álló (globális) követelményrendszert kell biztosítani, mérni és megkövetelni a tervezőktől. Az építészeknek ezért több és több elsősorban fizikai jellemzőket kell így előre megbecsülni vagy szimulálni. Ezek a fizikai jellemzők lettek a reaktív építészet egyes ingerei, melyek biztosítása globális követelményekké válnak a kortárs építészetben.

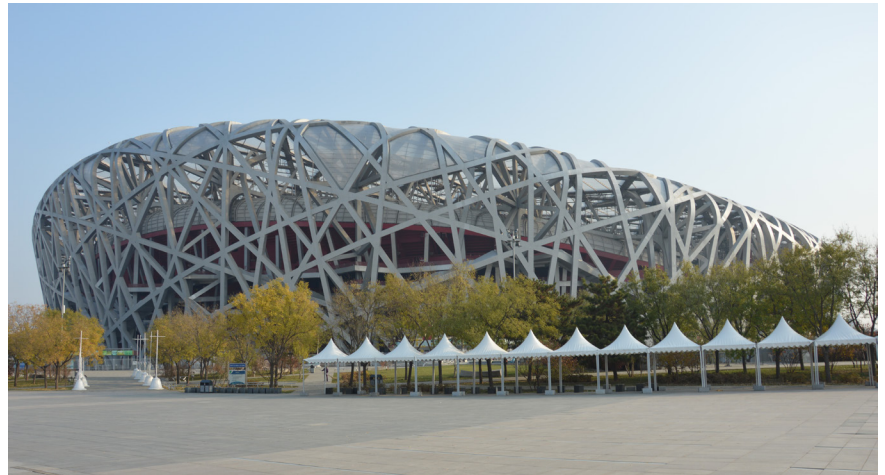
A felgyorsult világunk és az információ ellátottság következménye, hogy a tisztán és egyértelműen kommunikálható tervezési folyamat könnyebben vezethet sikerre. Az építészeknek, beruházóknak a kialakult épület mellett a racionalitások talaján kell érvelni, ennek alapján minden meghatározó épületformálási lépésnek jól azonosíthatónak és indokoltnak kell lennie, melyet egyben közérthető módon szükséges a nagyközönség elé tárni. Az ilyen jól kommunikálható, alapvetően racionális döntési sorozat a reaktív építészet sajátja is. Megfigyelhető azonban, hogy gyakran ezek a kommunikációs elemek csupán marketing szerű, felületes elvek. Azok az épületek létrejöttét lehet valóban reaktív építészet szerinti tervezésnek tekinteni, ahol a reakciók az épület alapformáját meghatározó módon alakították, módosították és nem csupán egy ráhúzott kommunikációs eszköznek tekinthetők ezek a reaktív tervezési módszerek.

A gazdaságilag érzékeny tervezés egyre inkább jellemző lett korunk építészetében. A mai kor

4 Vámosy Ferenc: *Az építészet története: A Modern Mozgalom és a későmodern*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2002, 415. old..

beruházója olyan tervezési folyamatot vár el, mely már a korai, vázlattevi fázistól viszonylag pontos beruházási és üzemeltetési költségeket képes meghatározni. Olyan épületek terveit lehet a sikeres megvalósítás és üzemeltetés fázisig fejleszteni, melyek felelős magatartással és gazdaságilag sikeres és fenntartható módon kezelik az épületet. Ezen szempontok következménye lett, hogy a tervezői döntéseknek logikusnak, racionálisnak és indokolhatónak kell lenniük. Az így tervezett, gazdaságilag érzékeny épületek magukon hordozzák a reaktív építészet ismérveit.

Sztárépítészet és jól kommunikálható tervezési folyamat:



■ ■ Herzog & de Meuron: Nemzeti Stadion
(Madárfészek), Peking, Kína, 2008
saját kép

■ ■ Zaha Hadid: Heydar Aliyev Centre,
Baku, Azerbajdzsán, 2014
Forrás: [http://azerbajjan.travel/en/
place/185-heydar-aliyev-center](http://azerbajjan.travel/en/place/185-heydar-aliyev-center)

■ ■ Smith and Gill: Kazahsztán Nemzeti
Pavilon, Astana, Kazahsztán, 2017
Forrás: [https://www.dezeen.
com/2017/06/20/pavilions-astana-
expo-2017-photography-paul-raftery-
kazakhstan/](https://www.dezeen.com/2017/06/20/pavilions-astana-expo-2017-photography-paul-raftery-kazakhstan/)

FELGYORSULT VILÁG, MEGÁLLÍTHATATLAN TECHNOLÓGIA FEJLŐDÉS

Hiába a posztmodern világszemlélet vagy a haladást elutasító elvek, a technológiai fejlődés felgyorsult és megállíthatatlan, mely alapvetően meghatározza az ezredfordulót és az azt követő évtizedeket is. Ember és tudomány elválaszthatatlanul egymásra vannak utalva, egymás éltetői. A tudomány és a technika minden ágában töretlen a gyors fejlődés és az innovációra való kényszer, mely az emberek gyorsabb alkalmazkodás képességét igényli. A modern technológia innovációi (internet, mobiltelefon, Gps, közösségi média) karakteresen átalakították mindennapjainkat, melyek használatát eddig nem látott gyorsasággal kellett megtanulnunk. A technológia fejlődése miatt nem elsősorban az ember teljesítőképessége növekedett, sokkal inkább jellemző a mentális tényezők változása, fejlődése és az eszközök gyors elterjedése és ezáltal azok használatának gyors elsajátításának igénye. Legnagyobb részben az informatika fejlődése kerül előtérbe, mely a legtöbb iparágat támogatja. A számítógépek egyre gyorsabbak, egyre kisebbek és egyre mobilabbak lettek, melynek következménye, hogy a fejlett országokban az ember szinte bárhol, bármilyen információt elér. Az internet és a mobil eszközök használata a mindennapi életünk része lett. A számítógépes adatbázisok és az internetet segítségével szinte korlátlan mennyiségű információhoz juthatunk hozzá, a lexikális tudás a fejlett társadalom számára könnyen elérhetővé válik és az azonos tudásbázis lehetősége teremtődött meg. A kommunikáció jelentősen átalakul, a tömegek számára történő információ átadás drasztikusan megváltozik a social média megjelenésével.

A gyors változás igénye, a flexibilitás az épületek tervezése közben is előtérbe kerül. Már az idők kezdete óta az építészet fő feladata a település, a város és az emberek változó szükségleteinek kielégítése. Az építészet is ezen változások szerint alakul és fejlődik folyamatosan. Az állandó épületeket több mint 50 évre tervezzük, azonban manapság már egyre kevésbé számíthatunk arra, hogy ezen életkor alatt az épület funkciója, a használók igényei, avagy a külső fizikai hatások nem fognak megváltozni. A gyors és nagyfokú technológiai, szociális és gazdasági fejlődés, a klímaváltozás, azaz a felgyorsuló világunk következménye, hogy az épületekkel kapcsolatos változás igénye is felgyorsult. A munkahelyek esetén előtérbe kerülnek a projektcsapatok, ezáltal az irodák berendezéseinek gyors átalakítása és testre szabása. A privát irodatermek helyett a különböző csoportos gondolkodás tereit szükséges kialakítani. A középületekben az adott tér többfajta, multifunkcionális használata előnyös. A lakóterek esetén a nyugati világban a minőségi életterek kialakítása válik jellemzővé. A Well-being életszemlélet miatt ezen terek fizikai jellemzőit szükséges előre szimulálni és ezek alapján optimalizálni. Az építészek feladata megteremteni a változás lehetőségét az épített környezetben ahelyett, hogy véglegesített kialakítású épületeket tervezzenek. A kor technikai fejlődése lehetővé tette, hogy ezt a változást és fejlődést nem különböző épületelemek, épületrészek átépítésével, hanem az épület saját átváltozásával legyen képes létrehozni, mely elvet a reaktív szemlélet alapjának tekinthetjük.

„A forma többé már nem állandó, már kész arra, hogy változzon. Az ideiglenes állapotát a pillanat körülményei és a változás lehetőségei határozzák meg az adott folyamat és a velejáró

intelligencia alapján. Ez nem terméképítészet, hanem folyamat alapú építészet, amely az épületek formáját a felhasználók dinamikus viselkedése és változó igényei, valamint a változó külső és belső körülmények határozzák meg; olyan építészet, amely maga is egy ökológiai rendszer jellemzőivel rendelkezik, amelyet a természetet inspirálja, nem védi a változástól, és ezért a természet és a kultúra tartós fúziójának tekinthető.”⁵

A klasszikus, vagy korábbi építészeti korszakokra jóval inkább jellemző az épületek statikussága. Az épületeken lévő változás igénye gyakran bontás és újra építés folyamán volt csak véghez vihető. A használati igények változása mellett az épületek kialakítását meghatározó építészeti hely és környezet is intenzív változásokon megy keresztül a felgyorsuló világunk következményeként, melyre az építésznek reagálniuk kell. Fel kell ruházni az épületeket a változás tulajdonságaival, annak ellenére, hogy több esetben még a tervezés, vagy az építés ideje alatt sem ismerjük a jövőben bekövetkező változás mozgató rugóit. A technológia, az épületszerkezetek fejlődése miatt a kortárs építészetben erre több lehetőség nyílik.

A változás igénye és intenzitása megnövekszik. „Az építész most már nem a végleges formát tervezi, hanem inkább egy kezdeti állapotot hoz létre, bevezet több szabályozott korlátot, majd lehetővé teszi, hogy a szerkezet aktiválódjon, és hogy megtalálja formáját az adott időben.”⁶ Erre a felgyorsult változási igényre próbál a reagens építészet a lehető legmagasabb minőségű megoldást biztosítani. A valós időben történő reakcióra és a nagyfokú változás képességének elérésére tesznek kísérletet a reagens építészet követői. „Az építész szerepe már nem csak az, hogy tervezzen egy épületet vagy várost, amely kielégíti a funkcióját, hanem az, hogy a fejlődés lehetőségét megteremtse.”⁷

A technológia fejlődése az épületeken alkalmazható anyagokban és szerkezetekben nagyobb szabadságot biztosít a tervezőknek. Előtérbe került a kinetikus, azaz mozgó épületelemeket tartalmazó építészet. A technológiai fejlődés lehetőséget ad arra, hogy homlokzati elemeket, majd egész épületformát meghatározó szerkezeteket lehet mozgatni, ami nagyban hozzájárult a reaktív építészet kiterjedéséhez, a magasabb dimenzió eléréséhez. Ehhez szükséges volt a motorok, mozgó szerkezetek fejlődése és elterjedése, a különböző szenzorok megjelenése, illetve azok az anyagok (jellemzően fémek) elterjedése, melyek filigrán méretekkel tudnak nagyobb fesztávokat áthidalni. Az utóbbi anyagok térnyerése fontos volt a mozgatás kivitelezhetősége miatt is. A mozgó elemek gyakorta határozzák meg az épület megjelenését, illetve adnak karakteres elemet az épületnek.

Megváltozott, interdiszciplináris tervezés

A reaktív épületelemek alkalmazása már feltételez egyfajta komplex gondolkodásmódot. „Az épületet holisztikus környezeti rendszerben szükséges megtervezni, ahol a tömeget, szigetelést, tájolást, átszellőztetést, szoláris hő nyereséget, teljes térfogatot, és egyéb faktorokat egyszerre érdemes a terveknel figyelembe venni.”⁸ Az építésznek már nem csak egy statikus állapot

5 van Hinte, Ed, Neelen, Marc, Vink, Jacques, and Vollaard, Piet, *Smart Architecture*, Amsterdam: 010 Publishers, 2003, saját fordítás

6 Bouzanjani, B., Leach, N., Huang, A., és Fox, M., „Alloplastic Architecture: The Design of an Interactive Tensegrity Structure,” a Beesley, P., Khan, O., és Stacey, M. (eds.), *Adaptive Architecture: 2013 ACADIA Konferencia*, Cambridge, ON: ACADIA, 2013, saját fordítás

7 Pask, Gordon, „Bevezetés” Frazer, John, *An Evolutionary Architecture*, London: Architectural Association Publications, 1995, saját fordítás

8 Fortmeyer, Russel; D. Linn, Charles: *Kinetic Architecture*, images Publishing, 2012, 20. old., saját fordítás

szerint kell megtervezni épületeiket, fel kell ismerniük a külső környezet vagy az épülethasználat változó fizikai hatásait, illetve az épületeken megjelenő mozgás dinamikáját is tervezni és számítani szükséges. Ennek következménye, hogy az építészeti tervezés még inkább komplexebbé válik, több tudományág bevonása szükséges. A komplexitás és a mindenre következményekkel ható rendszerek miatt már a tervezés legkorábbi fázisától szükséges a reaktív elvek alkalmazása. A csapatmunka és az egymással való kommunikáció kerül előtérbe. Az épületszimulációk megjelenése lehetővé tette a reaktív tervezési elvek elterjedését és a dinamikus hatások és kinetikus épületek elemzését. A különböző fizikai adottságokból és viszonyokból kiinduló vizsgálatok ténylegesen átalakították nemcsak a tervezés menetét, de közvetlenül hatnak az építészeti formálásra is.

A kinetikus épületrészekkel rendelkező épületek tervezése során szükséges több állapotot figyelembe venni. A 2 dimenziós, statikus megjelenítésre alkalmas papír, mint információ hordozó felület immár nem ideális a kinetikus mozgássor bemutatására helyette mozgóképen, videón, augmented reality segítségével lehet az újfajta épületek több állapotát hatékonyan interpretálni. A kinetikus építészet tehát magával hozza az újfajta bemutatási technológiák elterjedését is. A mozgó épületszerkezetek és a reaktív jelleg miatt a különböző vizsgálatokat, szimulációkat sem lehet már pusztán statikus állapot szerint elvégezni, hiszen a környezeti állapot és ennek nyomán a mozgó épületszerkezetek folyamatos változása permutálja a vizsgálatok számát. A számítógépes, parametrikus tervezés és az épületszimulációs vizsgálatok fejlődése következménye és egyben oka is volt a kinetikus, reaktív építészet megjelenésének. A mozgás szerkezetei már nem írhatók le a hagyományos statikai módszerekkel, a mozgó szerkezetek tervezéséhez szükséges speciális tudás. A mozgás irányításában fontos szerepet játszó szenzorok telepítése és beállítása, külön tudományágot feltételez. A mozgás felprogramozása és jellegének leírása szintén önálló, informatikai feladattá nőtte ki magát.

Az építészeti tervezésben is közvetlen hatásokkal lehet szembesülni az építészeti programok és eszközök fejlődésével és az új anyagok és szerkezetek megjelenésével. Az informatika fejlődésének egyik jelentős iránya a kortárs építészetben a tervezési ágakat (jellemzően a formaképzést és a tartószerkezeti tervezést) és tervezést a gyártással összefogó CAD/CAM technológiák megjelenése. A mindinkább egyedi formák újfajta tervezői hozzáállást kívánnak meg. Példaként lehet említeni, ahogy Kas Oosterhuis non-standard építészettel foglalkozó tervező bevonja a tervezés kezdeti szakaszaiban a tartószerkezeti tervezőt: „Különösen nagy figyelmet fordítok a tartószerkezeti tervezővel történő azonos időbeli kapcsolat kialakítására (már a koncepcionális fázisban), mivel a tartószerkezeti tervezőt designernek tartom.”⁹ A számítógépes tervezés ilyesfajta összefonódása nagyobb fokú optimalizációra, így több síkon történő reakcióra ad lehetőséget. A különböző szakági igényekre az építészeti terv könnyebben reagálhat, lehetőség nyílik igények együttes figyelembevételére.

A környezeti hatások által generált igények több esetben bonyolultabb, matematikailag többfokú függvényként leírható hatások. Ha konzekvensen akarunk reagáltatni ezekre, akkor az épületet bonyolult formákkal, többször görbült épületburkokkal ellátva tervezzük meg. Az említett módon kialakuló tervezői megformálás és leginkább a kivitelezhetőség a CAD/CAM vagy Plan-to-factory technológiák használatát és a bonyolultabb formák számítógépes szimulációjának képességét feltételezik. Az egyediség, az egyedi épületelemek tervezhetősége és gyárthatósága a kortárs

9 Kas Oosterhuis: *Towards a newkind of building*, NAI Publisher, 2011, 35. old. saját fordítás


építészetben történő technológiai fejlődésnek az eredménye, mely a reaktív építészet magasabb fokú megvalósíthatóságát is eredményezi.


Az építészekről minden eddigieknél gyorsabb munkavégzést, illetve változtatásokat várnak el. A tervezés és a verziók gyártása drámai gyorsaságot vett, ami sok esetben átgondolatlansághoz és az építészeti értékek elhagyásához vezetett. „A számítógépek arra kényszerítették az építészeket, hogy tervezési időt, költségeket és a felhasznált anyagok minőségét csökkentsék, ami az építészeti normák csökkenéséhez is vezetett.”¹⁰ Ezek miatt is a tervezők új eszközökhöz kénytelenek nyúlni. Ilyen a parametrikus tervezés, mely a felgyorsult tervezési igények negatív hatásaira lehet megfelelő megoldás. A parametrikus tervezés során az épület formáját, elemeit számítógépes algoritmusok révén alakítják ki. A megadott, legtöbbször fizikai paraméterek segítségével gyorsan, programozható módon változtatható az épület kialakítása. A paraméterek között a reaktív elvek is gyakorta megjelennek. A vizsgálatok alapja legtöbb esetben az adatok kezelése. A kortárs tervezésben lehetőség nyílt a formák számítógépes adatokra való cseréjére, másképpen nevezve a forma programozására. Így az épületre megjelenő különböző hatásokon túl (a már említett környezeti, fizikai hatások, belső funkcionális igények által generált adathalmaz, szabályozási értékek, stb.) már az adott épület is felfogható egy adathalmazként.

10 Gwendolyn Wright: *Modern architectures in history, USA, ReaktionBooks, 2008, 238. old., saját fordítás*

Újfajta tervezési technológiák megvalósult formái:



 Ben van Berkel: Burnham Pavilion, Chicago, USA, 2009
Forrás: <http://unstudiocdn3.hosting.kirra.nl/uploads/original/c21a15be-36fd-41d6-9f25-09507513780e/2615067795>

 Students of Detmolder Schule: BOXEL, Detmold, Németország, 2010
Forrás: <http://archdaily.net/wp-content/uploads/2010/08/1281655867-boxel-04.jpg>



FENNTARTHATÓSÁGI SZEMLÉLET ELTERJEDÉSE

Már a XX. század elején az ipari és technológia fejlődés ellenpontjaként megjelentek a „vissza a természetbe” mozgalmak hirdetői. A mozgalom követői a természetben és a természettel kívántak kölcsönös harmóniában élni, a gépkorszak és a túlzott iparosítás ellen léptek fel, és tevékenységükkel a természettől való eltávolodásra hívták fel a figyelmet.

Ez a fajta szemlélet az 1960-as években a hippik mozgalmak során ébredt újra. A hippik inkább voltak politikai radikalisták, mint a kor problémáira valós válaszokat, megoldásokat kereső aktivisták. Individualista szemléletükkel izolálták magukat a társadalom többi szereplőjétől, elvetették csoportjuk integrálását a többséghez és az interaktív kooperációt más szervezetekkel is. A fentiek miatt a hippik mozgalom nem jelenhetett a társadalom széles körében alkalmazható, valós zöld, vagy környezettudatos megoldásokat.

Az 1980-as évek végére ismét felerősödnek a zöld mozgalmak, ami - a Regionalizmus hatása mellett - a korszak optimista eseményeinek volt köszönhető (kelet európai vasfüggöny lebomlása, Németország egyesülése, nukleáris fegyverek részleges leszerelése vagy a 3. világ megerősödése). Ezek mellett a világ felismerte, hogy a fosszilis energiahordozók kifogyóban vannak, a fejlett területeken a szénmonoxid kibocsátás és az ökológiai lábnyom fenntarthatatlan, mely sok esetben a természeti katasztrófákhoz (hőhullámok, árvizek, földszennyezések) vezettek.

Mivel az erőforrásokat (elsősorban kőolajat és földgázt) a legjelentősebb részben az épített környezetünk fenntartása használjuk fel, így ezen célszerű a leginkább változtatni. Idő közben a globális problémakört alátámasztva, olyan kutatási eredmények láttak napvilágot, melyek révén és új technológiák terjedtek el és fenntartották a folyamatos fejlődés lehetőségét is. Az erőforrások pazarlása ellen történő fellépés kommunikációja megerősödik, így mindenki számára ismertté váltak a fenntarthatósági elvek, melyek csak széles körű társadalmi elfogadás esetén jelenthetnek valós megoldást.

A kortárs építészetben a fenntartható és környezettudatos tervezésre sok irányzat és építész fordít nagy figyelmet, így ezek az elvek korunk talán legdinamikusabban fejlődő építészeti ágazatává váltak. A környezettudatosságot, mint elvrendszert áthatja egyfajta racionalizmus, gyakorlatias, praktikus szemlélet, az önös formálási módszerek elvetése, mely a reaktív építészet fontos alkotójának is tekinthető.

A klimatikus viszonyok szerinti tervezés, nagyobb hőszigetelési értékekkel rendelkező anyagok, vastagabb szerkezetek, magasabb hatásfokú árnyékolás alkalmazása, a fény optimalizált átengedése és a magasabb hatásfokú gépészeti berendezések miatt elérhetővé vált az épületek nagyságrendileg kisebb energiafelhasználása. A kívánt célértékeket elsősorban a fizikai környezeti hatásokra való reaktív szemlélettel érik el az építészek. A környezettudatos elvekre reflektáló tervezés meghatározó, tömeg- és formaalakító tényezővé válik. Ez alapvető szemléletbeli változásokat hozott az építészetben, mely a reaktív tervezés egyik fő alapelvévé vált.

Elsősorban a passzív környezettudatos eszközök követői újra felfedezik, hogy a sok száz év alatt kialakult hagyományos, vernakuláris beépítési módok és építészeti formák racionális, praktikus, a külső fizikai környezetre reaktív gondolkodás eredményei. A kortárs reaktív építészetben így sok elemet, módszert átvesznek ezekből. Olyan „archetípusok” ezek, melyek környezettudatos szempontból bizonyítottan sikeres épületek, elsősorban a fizikai környezeti adottságra való reagálással és a helyben fellelhető anyagok megfelelő alkalmazásával jöttek létre, melyek így nem az esztétikai vagy művészi kifejezés materializálódásai.

A felhasználói igények csökkentése és racionalizálása, a helyi vagy meglévő természetes építőanyagok és helyi munkaerő alkalmazása, a beépített anyagok életciklus elemzése és a passzív eszközök alkalmazása lettek a tervezésben fontos szempontok. A kortárs építészetben több hagyományos építészeti elem újra felfedezése és újra értékelése megjelenik. A legtöbb esetben a teljes épület telepítését és formálását is befolyásolják a vernakuláris építészetből átvett passzív környezettudatos elvek.

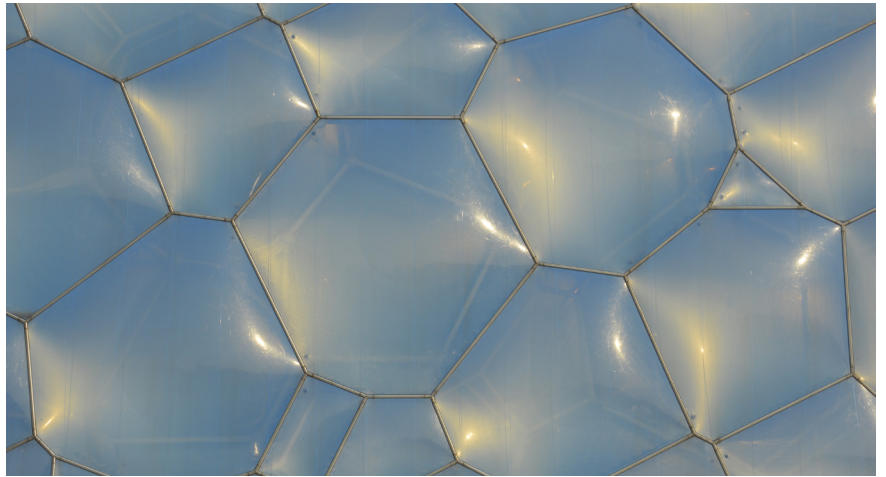
Új technológiával rendelkező, aktív környezettudatos elemek alkalmazása és megjelenése az épületeken, a fenntartható építészeti tervezés másik tendenciája. A szemlélet követői a mai (pazarló) ember igényeit nem kívánják jelentősen csökkenteni vagy megváltoztatni, elfogadják a magasabb kényelmi elvárásokat. A gépészeti berendezések fejlődésével, magasabb minőségű anyagok és technológiák alkalmazásával elérhetővé vált az épület kívánt, alacsony energiafelhasználása. Ezeket a magas igényeket lehető legkreatívabban, leginkább fenntartható módon kívánják kielégíteni az építészek. Az irányzatra jellemző a state-of-the-art technológia alkalmazása, a városi léptékben való gondolkodás, a funkciók szokatlan párosítása és elsősorban az aktív környezettudatos eszközök, fejlett gépészeti, elektromos rendszerek alkalmazása. Újszerű, az épület használóinak komfortját elősegítő építészeti elemek (függőkertek, skygardenek) és aktív fenntartható eszközök (szélturbinák, napelemek, napkollektorok...stb.) jelennek meg az épületeken. Az ilyen szerkezetek sok esetben szintén meghatározó elemekké válnak az épületeken, más esetben az épületformát jelentősen befolyásolják. A Big építésziroda alapítója, Bjarke Ingels dán építész Hedonista Fenntarthatóságnak nevezte el ezt a felfogást.

Fenntarthatósági elemek megjelenése:



■ Peter Rich Architects: Mapungubwe Centre, Limpopo, Dél Afrikai Közt., 2009
Forrás: <http://cdn.wonderfulengineering.com/wp-content/uploads/2015/08/Top-10-Buildings-That-Show-The-Future-Of-Architecture-9.jpg>

■ Boeri Studio: Bosco Verticale, Milánó, Olaszország, 2014
saját kép



■ PTW Architects: Peking Nemzeti Úszóközpont (Vízkocka), Peking, Kína, 2008
saját képek

■ BIG: Hulladékégető Központ, Koppenhága, Dánia, 2011,
saját kép



Nextoffice, Alireza Taghaboni, Roohollah Rasouli, Ferideh Aghamohammadi: Sharifi-ha Városháza, Teherán, Irán, 2013
Forrás: <https://www.archdaily.com/522344/sharifi-ha-house-nextoffice>

FOGALOMMEGHATÁROZÁS: ADAPTÍV, REFLEXÍV VAGY REAKTÍV

Adaptív, reflexív vagy reaktív kifejezés

A társadalomtudományokban és az építészetben is több hasonló kifejezés is fellelhető, melyek jelentése közel azonos. A három leggyakrabban használt jelző az adaptív, a reflexív (reflektív) és a reaktív melléknév. Az elnevezések nagy részben átfedő fogalmak.

Az adaptív szó jelentése a Magyar Értelmező Kéziszótár szerint a következő: 1.: Több módon alkalmazható; különféle körülményekhez igazítható; amelyet többféle méret, állapot, viszony közötti használatra át lehet állítani. 2.: Alkalmazkodáson alapuló; olyan elven működő (megoldás), amely önmagától igazodik különféle elvárásokhoz, igényekhez. Ezek alapján az adaptív építészet alatt a változni képes alakíságot, építészeti formát értik a legtöbb esetben, így a környezet, a természet és a felhasználók folyamatos változása alapján az épület változni képességét jelenti a kifejezés. „Az adaptáció az építészetben hosszú távú folyamat, mely technológia, gazdasági és humán szempontok alapján idő és generációkon keresztül változik.”¹¹

Az adaptív építészet 3 fő jellemzője a következő:

Interaktív, azaz valamilyen külső részvételt, 2 irányú kommunikációt megkövetelő építészet.

Kinetikus vagy dinamikus, azaz mozgó épületszerkezetekkel rendelkező épület.

Fogékony vagy válaszoló, azaz olyan épületelemekkel rendelkező épület, mely bizonyos elemekkel vissza tud hatni a környezetére, teszi mindezt konstans (beprogramozott), azonnali és hatékony módon.

A reflexív kifejezés nem magyar, a szó szerinti fordítása visszaható, a társadalomtudományokban ez vagy a reflektív kifejezés terjedt el és kapott nagyobb figyelmet. Barbara Myerhoff 1992-ben kiadott, *Megemlékezett életek* című könyvében különbséget tesz reflexivitás és reflektivitás között, azonban a két kifejezést a tudományos munkákban szinonimaként használják. Az amerikai irodalomban főleg a reflektív, míg az angol-szász nyelvterületen a reflexív kifejezést használják. A dolgozatomban, a társadalomtudományi hivatkozásokban az adott, idézett szerző által használt kifejezést használom. Azonban az építészetben egyértelműen a reflexív jelző terjedt el. A magyarra fordítása nem fejezi ki mindazt, amit a reflex (visszaverődő fény, a szervezet visszahatása az ingerre) és reflexió (hullám, fény, hang visszaverődése, különböző impedanciájú hálózatok összekapcsolásakor fellépő jel visszaverődési jelenség, megjegyzés, észrevétel, elmélkedés, szemlélődés, önmegfigyelés) szavak kifejeznek. A reflexív jelzőt azonban sajnálatos módon nem csak ugyanarra értelmezik a kortárs építészetben. Neil Spiller által szerkesztett, 2020-ben kiadott *Architectural Design* sorozatban kiadott *Reflexive Architecture* kiadvány főleg a generatív, számítógépek által generált építészetéről szól. A kifejezésnek tehát más, olykor szélesebb, és az építészetben akár eltérő jelentése is lehet, mint dolgozatomban témájának.

Az ember idegei által létrehozott elemi működést más néven reflexnek hívjuk. „A reflex az idegrendszer alapvető működése: valamilyen inger hatására az idegsejtek közreműködésével

¹¹ Verma, Sushant: *Responsive to Adaptive – The shifting trends in Architecture*, <http://www.arch2o.com/responsive-to-adaptive-the-shifting-trends-in-architecture>, letöltés dátuma: 2015.12. 22., saját fordítás

meghatározott válaszreakció alakul ki.”¹² A reflexív építészet végső célja is ez, tehát olyan épület kialakítása, melyen külső-belső hatások (ingerek) következményeként automatikus válaszreakció jön létre az épület anyagjában, szerkezeteiben vagy formájában. Az emberi szervezetben „A reflex létrejöttében szerepet játszó idegrendszeri kapcsolat a reflexív, amely érző, köztes és mozgatóidegsejtekből áll. Utolsó tagja a végrehajtó szerv, aminek működése a hozzá érkező ingerület hatására megváltozik, például az izom összehúzódik, a mirigy váladéktermelése fokozódik”¹³ Ugyan ezen biológiai értelmezése mutat rokon jelentést a taglalt építészeti tervezési módszerekkel, más társadalomtudományi ágakban eltérő értelmezéssel bír a kifejezés, ezért az egyértelműség kedvéért az ismertetett építészeti módszerekre más kifejezést használok.

A reaktív szó jelentése a Magyar Értelmező Kéziszótár szerint a következő: Külső inger hatására ... önkénytelenül és azonnal cselekvő. A kifejezés a programozásban, „programok építészetében” is használatos kifejezés, mely esetén négy fő ismérv határozható meg:

Fogékony vagy válaszoló, mely fogalmat az adaptív építészetnél már ismertettem.

Önálló működésű, azaz a behatásokra és az esetleges meghibásodásokra ellenálló, ami másként értelmezve az automatikus és külső irányítás nélküli reagálást jelenti.

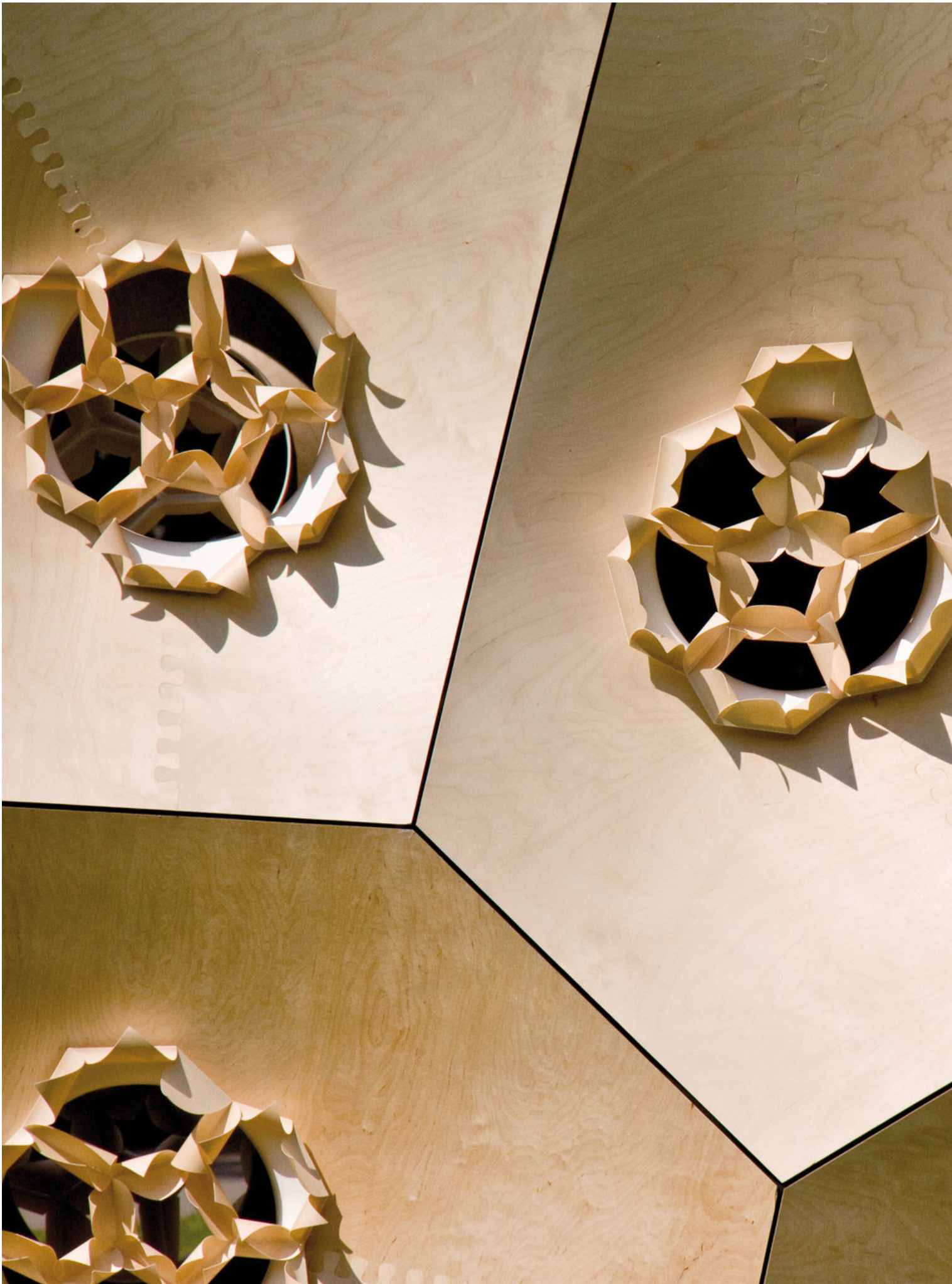
Rugalmas, azaz különböző hatásokra eltérő módon reagáló. Az épület képes változni az időben és a rá ható behatások következménye képen.

Vezérelt, azaz meghatározott program szerint viselkedő.

Ezek alapján megállapítható, hogy az adaptív építészet egy szűkebb értelmezésnek és kategóriának tekinthető. Reflexív jelző elsősorban más tudományágakban terjedt el, a társadalomtudományokban lett meghatározó kifejezés az ezredforduló környékén. Az építészetben eltérő jelentéssel bír. A reaktív tulajdonság egyszerre kapcsolatot, érzékelést és automatikus, vezérelt válaszreakciót jelent, ezért ez a jelző fejezi ki a legjobban a kortárs építészetben elterjedő és általam bemutatott tervezési elveket. A kortárs építészetben azonban ezeknek a jelzőknek nem egyértelmű a jelentésük, sokszor eltérő jelentéssel használják a kifejezéseket, így különös figyelmet kell fordítanunk az értelmezésükre, illetve a szakirodalomra való hivatkozásra.

12 Dr. Tóth Attila, Subai Géza: *Biológia – Egészségtan Tankönyv 11., Oktatókutatató és Fejlesztő Intézet, 2017, 116. oldal*

13 Dr. Tóth Attila, Subai Géza: *Biológia – Egészségtan Tankönyv 11., Oktatókutatató és Fejlesztő Intézet, 2017, 116. oldal*



Achim Menges, Morphogenetic Design Experiment: HygroScope, Centre Pompidou Paris, 2012

Forrás: <https://www.archdaily.com/424911/hygroskin-meteorosensitive-pavilion-achim-menges-architect-in-collaboration-with-oliver-david-krieg>

REFLEXÍV ÉS REAKTÍV SZEMLÉLET MEGJELENÉSE A TÁRSADALOM- TUDOMÁNYOKBAN

A reflexív (vagy reflektív) kifejezés vagy szemlélet a XX. században jelent meg és a 1980-as évektől terjedt el a társadalomtudományokban. Ugyan a legtöbb esetben nem a reaktív jelzőt használják, de kisebb-nagyobb rokonságot mutatnak az ismertetett reaktív építészeti tervezési elvekkel, ezért érdemesnek találom a gondolatokat is bemutatni. Donald A. Schön „A reflektív szakember”, 1983 című könyve nagy hatással volt más tudományokra is. Schön új elmélete szerint „a nem csupán foglalkozást, hanem hivatást gyakorló szakembereknek az egyedi és kiszámíthatatlan helyzetekkel való megbirkózáshoz spontaneitásra van szüksége. A reflektív szakember arra is képes, hogy nézőpontot váltó, intuitív megoldásait kritikus vizsgálat révén tegye tanulási tapasztalattá.”¹⁴ A menedzserképzéseken bemutatott tanulmány a kritikus helyzetek kezelésére nem a biztonságos, betanult megoldási módszereket javasolja, hanem a társas hatásokra való reflexióra hívja fel a figyelmet és ebben látja a megoldás kulcsát.

„Mikor a tervezett tanulási folyamat éppen megvalósul, bármennyire is benne vagyunk a folyamatban, kis távolságot tartva, kívülről is látnunk kell, mi történik. Ez a reflexió arra ad lehetőséget, hogy szükség szerint módosítsunk az eredeti terven, vagy egyéb módon avatkozzunk be még a folyamat során. A tevékenység utáni vagy a tevékenységre vonatkozó reflexió pedig arra szolgál, hogy a megvalósult folyamatot elemezzük, értékeljük ... Ennek eredményeként módosíthatunk a következő szakaszra vagy a következő alkalomra szóló tervünkön.”¹⁵ A reaktív építészet ugyanezt az ismétlődő módszert alkalmazza: intuitív változatképzés, elemzés, reflexió (vagy reakció), kiértékelés, újra tervezés. „Problémát jelenthet például a biztonságos, pozitív tanulási környezet megteremtése, ami elméletben nagyon jól hangzik. A gyakorlatban azonban kísérletezni kell az adaptációval: próbálkozások vezetnek el az elmélet gyakorlati alkalmazásáig.”¹⁶

Schön műve a pedagógia elméletben gyorsan elterjed. A rutiszerű tanítással szemben a gyakorlatias problémamegoldásra vezető, kísérletezésen, megfigyelésen alapuló oktatás kerül előtérbe. „...Reflektív tanításon olyan, a pedagógiai tevékenységet folyamatosan és tudatosan elemző gondolkodást és gyakorlatot értünk, mely biztosítja az oktató-nevelő tevékenység folyamatos önellenőrzését és ezen alapuló fejlesztését.”¹⁷

„Problémák megjelenése esetén a helyzetet tudatosan elemezzük, döntéseket hozunk, anélkül, hogy a cselekvést leállítanánk (reflection in action), s esetenként mód és szükség van arra is, hogy a cselekvés után alaposabban elemezzük a helyzetet, számba vegyük a lehetséges megoldási módokat (reflection on action).”¹⁸ A pedagógiában a reflektív szemléletet széles körben a probléma megoldások esetén használják. A reflektív szakember a problémák megoldására tudatosan készül, tervet készít rájuk, céltudatos, vizsgálja azok következményeit és az elméleti tudást a gyakorlatival összekapcsolva keresi a fejlődést jelentő, jobb megoldást, verziót. „A rutin cselekvést reflektív cselekvésre váltjuk folyamatos önértékelés és fejlődés közepette”¹⁹

14 Kelemen Gábor: *Reflexív gondolkodás a szociális munkában*, Christine Oliver: *Reflexive Inquiry – A Framework for Consultancy Practice* Karnac, London, 2005. 129. oldal

15 Hunya Márta: *Reflektív pedagógus – Reflektív gyakorlati, tapasztalati tudás*, 2014, <https://ofi.oh.gov.hu/publikacio/reflektiv-pedagogus-reflektiv-gyakorlat-tapasztalati-tanulas>

16 Donald A. Schön: *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*, Basic books, USA, 1983. 375. oldal

17 Szivák Judit: *A reflektív gondolkodás fejlesztése*, Géniusz könyve, 2010.

18 Ballér Endre, Golnhofer Erzsébet, Falus Iván, Kotschy Beáta, M. Nádaszi Mária, Nahalka István, Petriné Feyér Judit, Réthy Endréné, Szivák Judit, Vámos Ágnes: *Didaktika*, Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., 2003.

19 John Dewey: *How we Think*, Courier Dover Publications, 1997. 224 oldal

David Kolb és Ron Fry 1970-es években dolgozott ki egy négy lépésből álló modellt, mely a pedagógusok munkáját segítette: gyakorlati tapasztalás — reflexió — absztrakció / elmélet — aktív kísérletezés modell szintén összekapcsolható az építészeti tervezésben megjelenő folyamatokkal. A probléma azonosítása, az azokra történő változatképzés, majd azok kiértékelése, reakciója, adatok elemzése, majd a verzió(k) finomállítása, új fejlettebb verzió kidolgozásának technikája a reaktív módszereket alkalmazó építészeti tervezésben, problémamegoldásban is dominánsá válik.

A szociológiatudományban is megjelenik a reflexív kifejezés: Malcolm Ashmore 1989-ben publikált *Reflexív tézis – szociológiamíves tudományos tudás* című kötetének, John Locke reflexió értelmezésének és Pierre Bourdieu reflexív szociológia gondolatának alapja, hogy a társadalmi észlelés, megértés, két ember kapcsolatnak függvénye, azaz reflexív az egyén származásától, neveltetésétől, munkájától, szakértelmétől, világnézetétől. Carolyn Taylor és Susan White 2001-ben publikált *Gyakorlati reflexivitás az egészségügyben és a szociális jóléti szférában* című írásukban megfogalmazták, hogy a „reflexív értelmezés elsősorban a kvalitatív kutatások közvetítése révén hozhat megújulást a professzionális gyakorlat számára. Rámutatnak arra, hogy a reflexív módszer egyre nagyobb jelentőséget kap a politikai, üzleti és katonai érdekcsoportok részére elemzést, ajánlást adó multidiszciplináris szellemi műhelyek, a think tank-ek tevékenységében.”²⁰

Ulrich Beck 1986-ban kiadott *Kockázat-társadalom. Útban egy másik modernitásba* című műve, illetve 1994-ben megjelent Ulrich Beck, Anthony Giddens és Lash Scott által szerkesztett *Reflexív Modernizáció. Politika, hagyomány és esztétika a modern társadalmi rendben* című könyvében a modern társadalmak újfajta szerkezetéről alkotott elméleteit írja le, melyben központi fogalom a reflexív modernizáció. Beck véleménye szerint a legújabb korban, a modern társadalomban, az egyre nagyobb jólét, egyéni életpályák miatt a szociális csoportok, társadalmi osztályok eltűnnek, melynek következménye, hogy az egyén individualizálódik. Ennek megjelenési formái az életstílusok sokszínűsége, a gyorsan változó kultúrák, a házasság és az élettársi viszonyok változása, a társadalmi bevett rendszerek eltűnése és a hagyományos társadalmi sarokpontok (vallás, hit, normák, iratlak szabályok) visszaszorulása. „Az emberek a történelmi hagyomány megtörésével kikerültek hagyományos kötődéseikből, gondoskodási viszonyaikból, s kizárólag magukra, valamint saját egyéni (munkaerőpiaci) sorsukra kell hagyatkozniuk”²¹. Beck a „rizikótársadalom” fogalmát is bevezette, aminek lényege, hogy a modern társadalomra olyan veszélyek sorakoznak (gén kutatások, nukleáris technológiák, nano-technológiák... stb.), melyek kockázatát az egyén nem képes sem pontosan megérteni, sem befolyásolni azokat, mégis szükségszerűen hat az egyén mindennapjaira. „A kockázattársadalomban olyan veszélyekkel néz szembe az emberiség, amelyet sem megnevezni, sem kompenzálni nem tud, továbbá kívül esik a jog, a politika és a tudomány területén érvényesülő működési elveken”²² „Ezek a kockázatok már nem kompenzálhatók, és nem biztosítható ellenük védelem. Az új kockázatok már csak a mindenkire vonatkozó voltak miatt is a háttérbe szorítják az eddigi társadalmakra olyan jellemző, a javak eloszlásainak egyenlőtlensége miatt fennálló konfliktusokat.”²³ A rizikótársadalom kialakulása és az egyén individualizációs folyamata egymást segítik. Az egyén

20 Kelemen Gábor: *Reflexív gondolkodás a szociális munkában*, Christine Oliver: *Reflexive Inquiry – A Framework for Consultancy Practice* Karnac, London, 2005. 129 oldal.

21 Beck, U.: *Risikogesellschaft*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 1986.

22 Beck, Ulrich (2003): *A kockázat-társadalom. Út egy másik modernitásba*. Andorka Rudolf Társadalomtudományi Társaság – Századvég, Budapest,

23 Kapitány Balázs: *A rizikótársadalom másfél évtizede*, *Szociológiai Szemle* 2002/1. 123-133. oldal.

által nem befolyásolható kockázatok még inkább rákényszerítik az egyes személyeket, hogy önállóan alakítsák ki az erre választ adó életvitelüket, saját életüket egyénileg formálják. A „globális kockázatok legyőzése csak akkor lehetséges, ha a modernizáció reflexívvé válik, és a felmerülő problémák miatt felülvizsgálja értékeit, viselkedési normáit”²⁴ A reflexív modernizáció egyrészt a rizikótársadalom megjelenését és ennek mellékhatásainak visszahatását, reakcióját jelenti a folyamatra. Másrészt az egyének a kockázatok ellen megvalósított, tudatos fejlődési társadalmi viszonyok alternatíváit is jelenti, mely egyben társadalmi önkritikának is felfogható. A reflexiónak ezen tudatos gondolkodásunkra való visszahatást nevezi Beck.

Anthony Giddens, az elmúlt évtizedek egyik legismertebb szociológusa is hasonló elvek mentén fejt ki álláspontját a reflexív modernitással kapcsolatban. „Giddens álláspontja értelmében a társadalomban végbemenő változások a strukturáció folyamata révén érthetőek meg, az intézmények és cselekvők kölcsönhatásaként.... A rutinok megteremtésének szándéka mellett megjelenik a reflexivitás folyamata is, az egyén környezetének és saját maga állandó monitorizálásának képessége, a szüntelen változtatásra vonatkozó kísérletek.”²⁵ A későmodern korban az egyén nem kaphat megkérdőjelezhetetlen válaszokat, így a bizonytalanság a kor sajátja. A cselekvést azonban nem a létfenntartás és nem elsősorban az anyagi javak vezényelik, hanem az egyént az előre jutás, önmegvalósítása motiválja. „A »kockázati társadalomban« élni nem más, mint egy kalkulatív hozzáállással élni a cselekvés nyitott, pozitív vagy negatív lehetőségei iránt, amelyekkel egyénileg és globálisan folyton szembe találjuk magunkat kortárs társadalmi létezésünk során.”²⁶

Anthony Giddens is használja és foglalkozik a reflexív fogalommal. Giddens emberképe szakít a korábban megszokottakkal és a környezetükre folyamatosan reflektáló egyénekkel számol, azaz nem eleve elrendelt, determinált struktúrákban, hanem dinamikusan változó szociális berendezkedéssel, autonóm egyénekkel számol. A reaktív építészeti tervezés is hasonlóan, a külső környezeti hatásokra folyamatos módon reflektáló épületek kialakítását célozza meg. Giddens modernizációelméletének alapja a környezetre folyamatos reagáló egyének, illetve ez a feltételezett reakció cselekvői és intézeti szinten is. „Ahhoz, hogy (az egyes személy) úrrá legyen saját kiszolgáltatottságán, fel kell készülnie arra, hogy az élet minden területén önálló döntéseket kell hoznia; ahhoz, hogy felelős döntéseket hozhasson, a kockázatok folyamatos mérlegelésében megnyilvánuló önreflexióra van szüksége”²⁷ Az egydimenziós, hierarchikus társadalmi berendeződések és világnézetek megkérdőjeleződnek és helyettük az egyes egyénekre hárul az a feladat, hogy a kockázatok és bizonytalanságokat mérlegelve saját életútjukat irányítsák, megteremtsék szakmai boldogulásukat és anyagi jólétüket. Az élet minden területén döntések kell hozniuk, melyek esetén tudatosan mérlegelniük kell a következményeket és ehhez önreflexióra van szükség.

Scott Lash és John Urry szociológusok szintén foglalkoznak a késő modernitás társadalmi következményeivel. Lash és Urry is az intézmények (szakszervezetek) meghatározó jellegének elvesztésével számolnak és több országban vizsgálták a munkásosztály kollektív cselekvési formáit. Az információhoz való jutás válik a legmeghatározóbb társadalmi rétegeképző erővé. A szokványos információhoz való jutást gátolja a média által torzított, módosított tudósítások és

24 Markó Péter: Újabb irányzatok a szociológiaelméletben – a reflexív modernizáció, 2008 forrás: <http://www.vasiszemle.hu/2008/06/marko.htm>

25 Böcskei Balázs: A késő modernitás globalizációelmélete és a kockázattársadalmi identitás, METSZETEK Vol. 6 (2017) No. 1, 103. oldal

26 Giddens, Anthony: A késő modernitás körvonalai, In: Replika, 2013. 126. oldal.

27 Sík Domonkos: A modernitás rétegei, Harvancsik Dániel: A rétegzett modernitás integrációja, ELTE Eötvös Kiadó, 2015. 114. oldal

inkoherens információ áradatot teremt. Az élet ritmusa felgyorsul és oly mértékben lerövidülnek a változás ciklusai, hogy ezek feldolgozására egyre kevesebb idő marad és egyre kevesebb idő jut az új technológiák megértésére és használatára, mely szintén a reflexivitás fokozódásához vezet. Lash és Urry bevezeti a szubjektív reflexivitás fogalmát. A szubjektivitás a megnövekvő szabadidőben, illetve a kulturális, szakmai érdeklődéstől függő cselekvési térben születő döntéseket jelenti: „az esztétikai reflexivitás abból az okból is egyre fontosabbá válik, hogy az áramlások által szervezett felgyorsult életvilágban egyre kevesebb tér nyílik a hosszabb töprengést igénylő kognitív reflexióra. Így jobb híján ezekben a helyzetekben is tényleges vagy kvázi-esztétikai szempontokra kénytelenek a cselekvők támaszkodni”²⁸ „A klasszikus modernitás letűnével, az eddigi eligazodási pontok elérvénytelenedése után sem az egyes egyén, sem a késő modernitás viszonyai iránt érdeklődő kutató nem bízhat másban, mint az értelemképződés újonnan megnyíló szabadságában, a világtapasztalás metaforikus formáiban és a mindent átható esztétikai reflexivításban.”²⁹

A reflexív kifejezés tehát társadalomtudományok több ágában megjelenik a 1980-as évektől. A pedagógiatudományban Schön elmélete és a reflektív módszer direkt módon párhuzamba vonható az épülettervezés közben megjelenő módszerek elsajátításával és kezelésével. Ez a tudatos, vizsgálatokra épülő tervezői magatartás terjed el az építészetben is, mely a reaktív tervezési elvek alapjai is lett. A szociológia tudományágban is megjelenik a reflexív kifejezés, azonban ennek az építészettel való kontextusa kevésbé értelmezhető. A reflexív kifejezés tudatos fejlődést, visszahatást jelent a társadalmi viszonyokra. Giddens a környezetére folyamatos reflektáló egyéneket ír le, mely egy egymással kölcsönhatásban lévő, egymással reakcióban lévő embereket feltételez. Az elv az építészetben is hasonló, a terv és így az építészeti gondolat tudatos kiértékelése és a külső és belső hatások szerinti reakciók keresése rokonságot mutat Beck és Giddens értelmezésével.

28 Lash, Scott - Urry, John, *Economies of Signs and Space*. London: TCS/Sage, 1994, 61.-64. oldal

29 Sík Domonkos: *A modernitás rétegei*, Harvancsik Dániel: *A rétegezett modernitás integrációja*, ELTE Eötvös Kiadó, 2015. 115. oldal



Doris Kim Sung: BLOOM, Thermo-reaktív szobor, 2011
Forrás: <https://www.dosu-arch.com/bloom>

REAKTÍV TERVEZÉSI MÓDSZEREK ÉS DIMENZIÓI

A REAKTÍV TERVEZÉSI MÓDSZEREK MEGHATÁROZÁSA

A XX. század második felétől a korábban ismertetett globális változások következménye képen a művészi önkényesség, önkifejezés visszaszorul több épület esetén. A „laikus” megrendelők és döntéshozók elutasítják a korábbi korszak individualista szemléletét. A reagáló, reaktív elvek nemcsak az építész és megbízó elkötelezettségét feltételezi, de az egész befogadó közeg megfelelő hozzáállását is. A reaktív építészeti tervezési elvek ott terjedhettek el és jöhettek létre magas színvonalon, ahol a tervezés újszerű technológiai vívmányai magas fokon rendelkezésre álltak, a tervezők felkészültek ezen módszerek racionális és indokolt alkalmazására, a beruházók a fenntarthatósági elvekre fogékonyak voltak és a társadalom hosszútávon gondolkodik az épületek fenntartásáról, használatáról.

A reaktív építészet első megjelenési formái az épületet érő bizonyos környezeti, fizikai hatás szerinti visszahatás. A reaktív építészet követői idővel nem csak az igen széleskörűen értelmezhető fizikai környezeti hatásokat elemzik tudatosan, vizsgálják a következményeket és ezek alapján fejlesztik tovább terveiket. Az építészek a funkcionális igényeknek megfelelően, az épület használati idejét, időbeli lehetséges változásait is figyelembe véve alakították ki az épületeket. Többek között olyan szerkezetek, épületelemek, akusztikai, tűzvédelmi, vagy a felhasznált anyag tulajdonságaira reagáló épületelemek, épületformák jönnek létre, mely a kortárs korszak egyik jellemzőjévé váltak. A reagálás és reagáltatás tömegformáló erővé válik. A reakciót különböző szempontok szerint lehet elérni, de a megközelítés és a célok hasonlóak. A kitűzött cél az épület hatékonyságának, külső-belső terei használatának, az épületen belüli komfortérzetnek, vagy az épület energiamérlegének a javítása.

Fontos megemlíteni, hogy a reakciók alatt lehet értelmezni a társadalmi, szociális, avagy esztétikai reakciókat, reflexiókat, melyek mindig is a művészi értelemben vett építészet sajátja volt. A korábban ismertetett fogyasztói társadalom, az egyén elszigetelődése és individualizációja, a média-orientált sztárépítészet, a marketing szerű kommunikáció olyan hatások, melyek gyakran szemben mennek a racionalitással, és így a reaktív építészet alapelveivel. A társadalmi, esztétika reflexiók igen szubjektívan értelmezhetők, a kulturális elemek nem mérhetők, nem feltétlen racionális elemek, ezért dolgozatom nem terjed ki a továbbiakban ezek értelmezésére.

A számítógép általi tervezés, automatizáció és generatív formák alkalmazása nem keverendő össze a reaktív építészettel. A reaktív tervezési elvek inkább tervezést támogató, a hagyományos és művészi építészeti elveket, emberi intuíciót kiegészítő módszerek. Az építészet alapelvei megmaradtak, jelentőségük nem csökkent, csupán a terveket lehet szimulációk lévén egyre inkább mérni, pontosítani és hatékonyabbá tenni.

A reaktív építészeti tervezés elsősorban a külső és belső fizikai hatásokra reagál, ezek ismeretében határozza meg, finomítja az építészeti funkciót, formát, térkapcsolatokat, az épület anyagját, működését és változásait. A különböző szimulációk és elemzések elsősorban a fizikai hatásokat vizsgálják, ezen szimulációk esetén történt nagyobb fejlődés a kortárs építészetben. A fizikai hatásokat és funkcionális igényeket széles körben értelmező, azokra konzekvensen reagáló tervezés a teljes folyamatot meghatározó elvrendszernek is tekinthető. A reaktív,

logikus és racionális döntési lépéseket tartalmazó tervezési folyamat a kortárs építészet egyik karakteres, domináns elemévé válik. A reaktív építészetet követő tervezők egyre inkább tagadják az önkényes önkifejezést. Épületeiket alakító elveik esetén visszaszorulnak a tisztán formai, geometriai játékok, a szubjektív elképzelések. Az intuitív építészeti hozzáállás megmarad, de azt a reaktív elvek és vizsgálatok támogatják vagy kiegészítik. Az újszerű elvek az építészeti gondolkodásmódban létrejött változást jelentik.

A reaktív építészetben a pontosan meghatározott funkcionális igényekből származtatott, a tervezés teljes szakaszában és az épületben jelentkező, azt érő fizikai hatásokkal, felhasználási móddal való és az átalakuló-változó igények szerinti aktív kapcsolatot, érzékelést, visszahatást és reagálást lehet érteni. A reaktív építészet intelligens, változó, kinetikus és erre automatikusan reagáló épületet, építészetet is jelent. Az épületek már nem egy statikus állapottal rendelkeznek. Cél az időben változó folyamatokra, hatásokra való dinamikus reakció.

A REAKTÍV ÉPÍTÉSZEZET DIMENZIÓI ÉS ELŐZMÉNYEI

A reaktív építészet megjelenésének, elveinek összefoglalásánál szükséges külön kezelni az épületet érő környezeti, fizikai ingerületeket, hatásokat, igényeket és az ingert felvevő receptorokat, a válaszreakciókat. A válaszreakciók mélysége, hatékonysági foka szerint a reaktív építészeti megjelenést három csoportba, három dimenzióba soroltam. Az első dimenzióknak tekinthető, amikor csak a tervezésben jelentkeznek a reaktív építészet elvei, módszerei. Erre a dimenzióra jellemző, hogy az építészek egy statikus állapotot hoznak létre, aminek következtében a lehető legnagyobb mértékben törekednek az épületet érő hatások, a használat folyamatos változásának optimális, de statikus épülettel való kezelésére. Az első dimenzió legfontosabb ismérvei a fenntarthatósági elvek, a racionális, gazdaságosságot előtérbe helyező tervezési döntések, illetve a közérthetően kommunikálható tervek. Az épületprogram és ezek funkcionális elemei, az épület telepítése, formája, anyagai vagy épületszerkezetei, a tervezés közben reaktív módon alakulnak.

A reaktív építészet második dimenziójának nevezem, amikor a változó, külső-, belső-, fizikai hatásokra, igényekre reagáló, mozgatható épületelemek, mozgó szerkezetek jelennek meg az épületeken. A változó hatásokra és funkcióra változó geometriával vagy mozgó épületszerkezetekkel ellátott épülettel jóval magasabb minőségű eredmény jön létre. A változás a második dimenzióban vezérelve, gépészeti úton energiát fogyasztva, előre megtervezve megy végbe. A mozgatható megkomponált, visszafordítható, leggyakrabban periodikus jellegű, amely több kötöttséggel és használatbeli kockázattal járhat. A legkiérleltebb példák az épületeken megjelenő mozgás esztétikai élménnyel jár és egyúttal karakteresen meghatározza az épületet.

Még kevesebb megvalósult, reaktív építészet harmadik dimenziójú épületet lehet találni, több esetben ezek csak épületanyag vagy szerkezeti kísérletek vagy csak elméletben léteznek. Automatikusan, anyagjában kódolva változni képes szerkezetek megalkotására törekednek az ezt kutatók. Cél, hogy az épületszerkezetek külső vezérlés nélkül legyenek képesek reagálni a hatásokra. A reaktív építészet harmadik dimenziójának lehet tehát tekinteni az olyan intelligens épületszerkezeteket, illetve épületeket, melyek automatikusan, energia befektetés

vagy épületfelügyelet nélkül alkalmazkodnak a külső, belső fizikai hatások és igények szerint. A legfejlettebb, már jövőbemutató példák esetén komplex igények és hatások szerint, a környezettel és a felhasználókkal teljes szinergiában működő épületek jönnek létre.

Az épületet érő hatásokat veszem számba és elemzem azok épületeken megjelenő hatásait. Az épületeket érő hatások domináns csoportja a külső fizikai környezeti állapotok, így például a nappálya, a napsugárzás, a szél iránya, erőssége, a környezetben lévő páratartalom, hőmérséklet, a környezet zajterhelése...stb. További hatás lehet a belső térben és időben változó funkcionális igények vagy egy-egy üzenet, információ közvetítésének szándéka. Az épületen megjelenő válaszreakciók megjelenhetnek az épület programjában, az épület anyagjában, szerkezeteiben, az épület alakjának változásában, alakváltó képességében, avagy a megjelenő elemek által közvetített kommunikációban. Amennyiben több hatásra együttesen, komplexen reagáló épület hozunk létre, az felfogható a teljes környezeti szinergiára való törekvésnek. Bizonyítom, hogy az épületet érő hatásokra való reagálás, reakciók igénye fokozatosan elterjed és megkerülhetetlen lett a kortárs építészet ezen ágában. Ezek miatt az irányzat reaktív építészeti tervezésnek, az így létrejövő épület reaktívnek tekinthető.

A REAKTÍV TERVEZÉSI MÓDSZEREK ELSŐ DIMENZIÓJA

Hagyományos reaktív módszerek

A reaktív építészet első dimenziója alatt az építész által, a tervezési folyamat közben, a tervben megjelenő reakciókat, visszahatásokat értem. Ez az elv már a vernakuláris építészettől kezdve, azaz mindig is megfigyelhető volt az épületeknél. Az emberi építési tevékenység kezdetekor értelem szerűen tudatos építészeti tervezésről nem beszélhetünk. Az így létre jövő épületek esetén a praktikum és a gyakorlatiasság mellett a helyi anyagok használata, az éghajlat szerinti épületkialakítás és a hagyományok követése volt jellemző. Az adott terület épületei a helyi klíma, kulturális és történeti sajátosságokat tükrözik, azaz szükség szerűen az épületeket reaktívnek is lehet nevezni. A reakciók hagyományos, több száz évre visszamenőleg alkalmazott elvek alapján jönnek létre.

Csak néhány példát kiemelve: Az eszkimók által használt iglu épületek, menedékházak esetén felismerték a helyszínen korlátlanul jelen lévő hó hőszigetelő hatását, nagy falvastagságú épületeket alakítottak ki. Az épület félgömb formája pedig a lehető legkisebb hőleadó felülettel rendelkezik. A sivatagos, meleg éghajlatra jellemző klímában kialakult vályogház vastag falai hőtároló tömeget jelentenek, ezáltal az épület az éjszakai hideget és nappali forróságot tudja kiegyenlíteni. A kis ablakai az adott éghajlaton kedvezőtlen szoláris terhelést minimalizálják, míg a toronyszerű épületrészei napkéményként működnek, így teremtve természetes szellőztetést. A trópusi éghajlatra jellemző nagy belmagasságú, nádból és fából épült „maloca” épületek és azok oromfaján kialakított szélfogó szintén a természetes kiszellőztetést segítik elő. A magyar

vernakuláris építészetre is jellemző ez a fajta praktikum: A jurták kialakítását a vándorló életmód is meghatározta, gyorsan felállítható volt és szétszerelve könnyen tovább lehetett vele állni. A rácsos „kerege” könnyűszerkezetes fala, kötél merevítése, a tetőszerkezete közepén a „tündökkel” és az „istenfával” kis súlyú, egyszerű, mégis használható szerkezetet eredményezett. A szerkezetre erősített nemezok számával, illetve a „tündök” kinyitásával és letakarásával az épület hőszigetelő képességét lehetett beállítani. A későbbi korszakra jellemző magyar tornácok parasztház szintén a helyi éghajlat adottságai alapján hozták létre. A téli alacsony napállásnál beengedi az akkor hasznos napsugárzást, míg nyáron, a magas napállásnál árnyékolóként működik. A vernakuláris építészettől kezdve tehát jelen van a helyi adottságokra reagáló, reaktív építészeti szemlélet.

A műépítészet, tudatos építészet akkor jön létre, amikor az építészeti tervezés differenciálódik, amikor a csupán gyakorlati tapasztaltok, kézműves hagyományok nem elegendők az épület megtervezéséhez és felépítéséhez. Speciális tudású szakemberek, mérnökök szükségesek az ilyen méretű, funkciójú épületek megtervezésére. A klasszikus építészeti korszakokban, főleg az egyházi épületek tervezésénél a karcsú szerkezetek és az egyre magasabb épületek elérése érdekében, a tartószerkezeti működésére, az épületek erőjátékára reflektáló új formák, boltozatok jönnek létre.

A reaktív szemlélettel rokon elvek a XX. században, a regionalizmus megjelenésével kezdenek jobban elterjedni. Az irányzatot áthatja a környezetre, adott kultúrára való reagálás és egyfajta racionalizmus szemlélet. A regionalisták az adott táj jellegzetességeiből, a hely, az adott környezet tulajdonságaiból indultak ki, hiszen az épületek kialakítása közben többek között a környezet klímáját, a nappályát, a fényviszonyokat, a domborzati adottságokat, a környező beépítést... stb. vizsgálták, majd ezek szerint alakítják az épületet az adott korszaknak megfelelő technológiai színvonalon. Az irányzat követői külső fizikai hatásokra (benapozás, szélirány, akusztika...) nagy figyelmet fordítanak, ezt a hagyományokra támaszkodva, a mai korból tekintve kezdetleges módszerekkel, számításokkal teszik meg. Elítélik a vernakuláris, hagyományos elemek közvetlen átvételét és utánzását, mégis felfedezik, hogy a sok száz év alatt kialakult formák a racionális és praktikus gondolkodás eredményei, sok elemet adaptálnak ezekből. A létrejövő reakciók az adott vidék építészeti sajátosságainak következményei, azok továbbfejlesztései, így ez a „képesség” főleg gyakorlati tudás alapú. Az irányzat nagy jelentőséget fordít a külső adottságokból fakadó belső komfortra, a megfelelő belső viszonyok kialakítására. A követők célja az, hogy a világviszonylatban jellemző új technológiákat, anyagokat és metódusokat átvéve, azokat a helyi kultúra viszonyában vizsgálják és ezzel hozzanak létre egyedi és egyéni változatokat. Így az adott tendenciát valamiféle köztes irányzatként, módosító elvként kell felfognunk, mely nem mond le az új és korszerű elemekről, hanem a helyi adottságok és a helyszín szerint a maga képére formálja azokat. Az irányzat „nem a vernakuláris, az egykor spontán módon, az éghajlati, kulturális viszonyok, mítoszok és mondák s a kézműves örökség által együttesen kialakított környezetre utalunk, hanem azokra a ... regionális „iskolákra”, melyek elsődleges célja annak a behatárolt helyi közösségnek a megjelenítése és szolgálata, melyből maguk is kinőttek.”³⁰ A kritikai regionalizmus tehát a mai kor felfogása szerinti reaktív és környezettudatos tervezést elfogadó és alkalmazó építészeti irányzat egyik első előzményének is tekinthető.

30 Kenneth Frampton: *A modern építészet kritika története*, TERC, 2002, 413. old.

A reaktív építészet
hagyományos, vernakuláris
megjelenési formái:



- Yemeni vályogház
Forrás: <http://www.naturalbuildingblog.com/vernacular-architecture/>
- Hagományos eszkimó iglu ház
Forrás: <https://www.rbth.com/lifestyle/328189-7-russian-houses>
- Hagományos magyar jurta
Forrás: https://www.magyarorszagom.hu/jurta_img-1.html
- Tomácós parasztház
Forrás: <https://gyorilakasok.hu/58212/elado-80m2-csaladi-haz-gyorujbarat>



A kortárs korszakban megjelenő reaktív tervezési módszerek, az épületszimulációk megjelenése

A számítógépes szoftverek fejlődése következménye képen, különböző hatások szerint az építészek képesek vizsgálni és elemezni az épületek működését, energia felhasználását. A szimulációs programok segítségével már ki lehet mutatni a külső környezet változó hatásait, könnyen összehasonlítható indikátorok segítségével egyértelműen kalkulálni lehet a következményeket és így be lehet mutatni a reaktív tervezési elvek szerint készült épületterv , épület előnyeit.

Az épületszimulációs programok fejlődése lehetővé tette a reaktív tervezési elvek elterjedését és az épületet érő fizikai, funkcionális hatások egyértelmű meghatározását. Ilyen szimuláció lehet árnyékvetés vizsgálat, különböző benapozás vizsgálatok, szoláris potenciál vizsgálat, páratechnikai vizsgálat, un. CFD, áramlástechnikai vizsgálatok, komplex hőszigetelés vizsgálatok, kilátásvizsgálat, gépjármű vagy gyalogos forgalom vizsgálatok. A különböző épületszimulációs vizsgálatok alakítják a reaktív építészet első dimenziója szerint készülő terveket, így közvetlenül hatnak az építészeti formálásra, épületelemekre és az épület anyagjaira is.

A kortárs építészet ezen ágában a tervezők az épület statikus állapotában a lehető leginkább igyekeznek a környező, fizikai hatásokra és belső használatra reagálni és optimalizálni az épületet. A reaktív tervezési elvek elterjednek és dominánssá válnak a tervezésben. Az épület, mint állandó geometriával rendelkező tömeg, a hagyományos felfogását elfogadva egyfajta statikus optimumkeresésnek is felfogható. A tervezés menete rokonságot mutat dolgozatomban korábbi fejezetében bemutatott Donald A. Schön gyakorlatias problémamegoldási elvével, vagy David Kolb és Ron Fry négy lépésből álló modelljével. Az optimumkeresés sok esetben (bár közel sem kizárólagosan) a külső környezeti hatásokra reagál, ezért az ezen elvek szerint tervezett épületek közeli rokonságot mutatnak a fenntartható elvek szerinti épülettervezés módszereivel.

Fontos azonban megemlíteni, hogy a reaktív tervezés nem egyenlő a fenntartható vagy környezettudatos tervezéssel. A reaktív építészet jellemzője a hatásokra való reakciók, melyek nem csupán az energiahatékonyságra reagálnak, hanem figyelembe veszik a belső használatot, avagy a funkcionális, közlekedési igényeket, akár a kommunikációs igényeket. A külső és belső hatások a reaktív építészetben meghatározó módon alakítják (át) az épületeket. Az épület koncepciója, tömege, épületszerkezetei, anyaga a reakciókból fakad.

A REAKTÍV TERVEZÉSI MÓDSZEREK MÁSODIK DIMENZIÓJA, KINETIKUS ÉPÍTÉSZET

A kinetikus építészet alatt a mozgó épületrészekkel, épületelemekkel rendelkező épületeket értjük. A kortárs építészetben egyre gyakrabban alkalmazhatók mozgó elemekkel rendelkező épületek. Manapság szenzorok, érzékelők és vezérlők sokasága jelenik meg, ami alkalmassá teszi az épületet arra, hogy információval lássa el az épület üzemeltetését vagy vezérlését és ezáltal az épület mozgással reagáljon a fizikai környezetére, belső állapotára vagy felhasználóira. A reakció kettős lehet: a külső fizikai környezet által jöhet létre a reakció és a belső felhasználás miatt alakulhat az épület.

A reaktív építészet első dimenziójához képest az épület az őt érő hatásokra és igényekre már dinamikusan, változó, mozgó épületelemekkel reagál. A kinetikus építészet azon példáit elemzem, melyek esetén reakció jön létre, azaz az épület reaktívnak tekinthető. A környezeti változások, a használatban lévő variálhatóság, az épületburok alkalmazkodása, az épületbelső programozott átalakítása belső igények alapján mind-mind olyan elemek, melyek dinamikus kialakítása esetén az épület kinetikusnak és reaktívnak is tekinthető egyben. „A mozgás szó szerint nem kerül a vizsgálatok középpontjába, helyette.... vizsgáljuk az elmúlt évtizedekben az építészet új irányainak fejlődéseit, reagálását a természetes és mesterséges energia áramlásának, ami elsődlegesen meghatározza az épület működését és felhasználók komfort érzetét.”³¹

A kinetikus építészetnek azon példái, ahol a mozgás nem öncélú, ahol a megmozdított szerkezeteknek oka és célja van, felfogható a reaktív építészet második dimenziójának. A reakciók több esetben az épület energia háztartásának vagy belső fizikai állapotának optimalizálása érdekében történik, máskor a változó belső vagy külső használatnak ad megfelelő teret. Mivel a fizikai környezeti hatások, a napszakok, a nappálya periodikus, ennek következménye, hogy a mozgás is ebben a dimenzióban periodikus, azaz megismételhető tetszés szerinti mennyiségben. A külső vagy belső állapot változásának következménye képen, különböző módon, irányított módon, előre programozva viselkedik az épület. A mozgás előidézője a legtöbb esetben az épületen elhelyezett szenzorok, a mozgást minden esetben motorok végzik. Az épület előre rögzített állapotokra beprogramozott módon reagál, így a mozgásnak egyfajta visszatérő jellege adódik. A jelenkorra jellemző tendenciából fakadóan az ilyen épületek tervezési metódusai és határai, az épületek formája, kialakítása karakteres változáson megy keresztül.

Kinetikus építészet előzményei és elméleti megjelenés

A mozgó épületelemek szintén jelen voltak csaknem az épületek megjelenése óta, de azok a modern építészeti korszakban kezdtek elterjedni. Sok tervező kísérletezett a mozgó szerkezetekkel, vagy a flexibilis épületbelső kialakításával. A leggyakrabban Gerrit Rietveld

31 Fortmeyer, Russel; D. Linn, Charles: *Kinetic Architecture*, images Publishing, 2012, 8. old., saját fordítás

családi házainak belsője juthat az eszünkbe az első változtatható épületbelső kialakításánál. Rietveld mozgatható falakat, átalakítható épületbelsőt tervezett épületeiben több esetben. Az újszerű felfogásnak a magyar modern tervezők között is akadtak követői, többek között Molnár Farkas kísérletezett ilyen jellegű épületbelsővel.

A mozgó épületek vagy épületrészek megjelenése szükségszerűen egy bizonyos technológiai fejlettséget feltételez. Abban az időben jelenhettek meg gyakorlati alkalmazásban az első kinetikus víziók, amikor a technológiai fejlődés szintje alapján e víziók megvalósíthatósága már reális közelségben került. Ez az időszak a XX. század elejével, a modern építészeti korszak megjelenésével kezdődött és a mai napig is tart. A modern korszak más elemeit is a technológia gyárthatóság és ipari sorozattermelés lehetősége határozta meg. Mies van der Rohe acél épületeit az előre gyárthatóság és az azonos szerkezeti elemek jellemezték, mely karakterisztika az adott korszakban innovációnak hatott. Le Corbusier vasbeton épületei is a betongyártás fejlődése után hozhatott létre újfajta épületeket. A kinetikus építészetben sincs ez másképp.

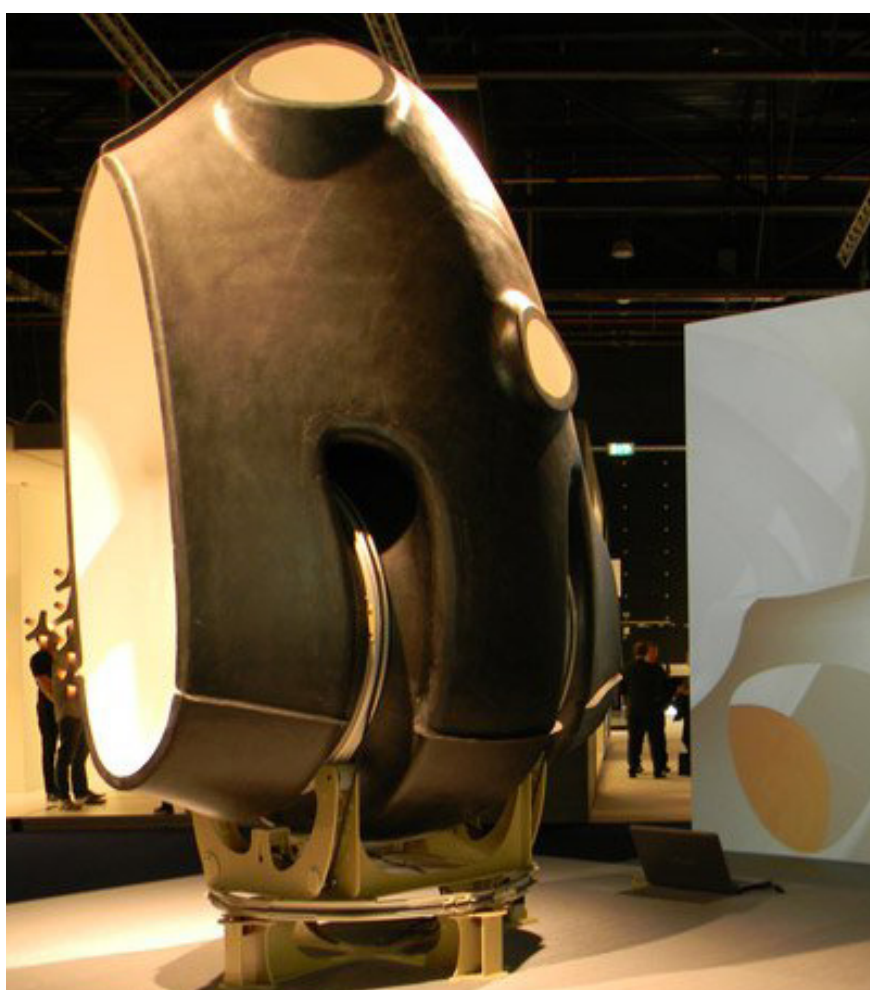
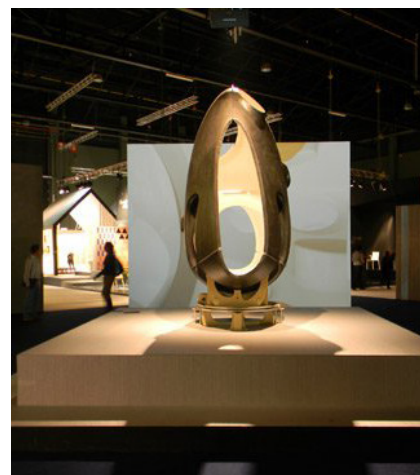
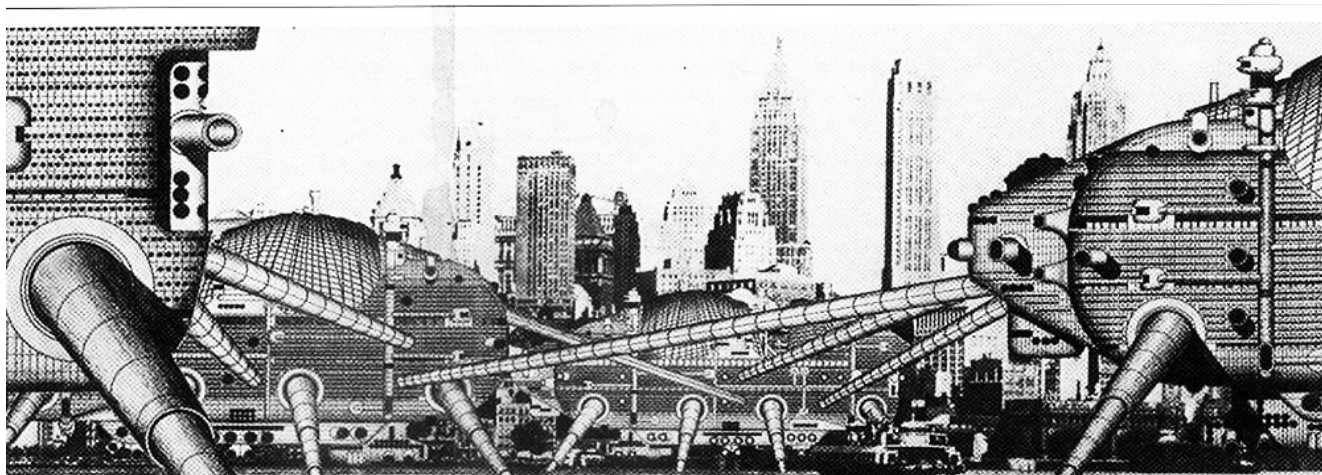
Az 1960-as, 1970-es években a kibernetika megjelenése miatt a kinetikus építészetrel kapcsolatos víziók a fénykorukat élték. Több építészeti science-fiction, kísérleti terv született a témában. Ron Herron elméleti „Gyalogló város” projektjében egy gigantikus épületrobotot képzelt el, ami az erőforrások lelőhelyeit követve, lábak segítségével tudja változtatni pozícióját. A városokban önálló, modul méretű életterek voltak, amiket csatlakoztatni vagy lecsatlakoztatni lehetett a nagy rendszerhez. A városok össze is tudtak kapcsolódni így hozva létre egy gigantikus metropoliszt.

Charles Eastman 1972-ben az „alkalmazkodó-függő” építészet elméletét dolgozta ki. A vízióban automatikusan állítja a terek formáját a használói igényei alapján. Elmélete szerint az épületen elhelyezett szenzorok érzékelik a külvilág igényeit, a mechanikák reagálnak a szenzorok jeleire, indítókarok pedig végrehajtják a szükséges változtatásokat az épületeken.

Nicholas Negroponte 1975-ben már a számítógép megjelenését vizionálta az épületek működésében, annak érdekében, hogy kevesebb energiát fogyasszanak. „Építészeti gépek” jönnek létre, melyeket számítógépek vezérelnek. „Az építészeti gépek (a közeli jövőben) nem segítenek minket a tervezésben, hanem építészeti gépekben fogunk lakni!”³²

A kísérletezés a kortárs korszakban is folytatódik. Greg Lynn 2012-ben tervezett RV („Helyiség Jármű”) egy kapszula formájú ház volt, ami méretéhez képest jóval nagyobb életteret tudott biztosítani azzal, hogy két robotikus kar forgatta. Így a padló átalakulhatott mennyezetté és fordítva. Az épület 1:5-ös méretarányú, robotkarokkal forgatható makettje el is készült. Greg Lynn elképzelése szerint a kísérlet megdönti a lakóházakkal kapcsolatos berögzült tipológiákat, a mozgás és az interakció megjelenésével új lehetőségeket tár fel.

32 Nicholas Negroponte: *The Architecture Machine: Toward a More Human Environment*, 1973, saját fordítás



■ Ron Herron, *Gyalogló város*, 1964
■ Forrás: <http://coleititalia.com/wp-content/uploads/2015/07/vvv1.jpg>

■ Greg Lynn, *RV (Helyiség jármű) épület*, 2012
■ Forrás: <https://www.dezeen.com/2012/10/30/rv-room-vehicle-by-greg-lynn/>

A reaktív, kinetikus módszerek megjelenése a kortárs építészetben

A kortárs építészetben kezdetekben csak a homlokzati elemek, de később már az egész épületrészek megmozdulhattak. A mozgó szerkezetek megjelenése elsősorban technológiai jellegű volt, maga a mozgatás ténye hatott újszerűen. Ilyen épület Jean Nouvell által tervezett Arab Intézet és ennek homlokzati megoldása 1987-ből. Az épület azért is szereshetett világhírnevet, mivel az esztétikai elveket, a „mashrabi” arab motívumot sikeresen ötvözte a technológiai vívmányaival. Az épület elkészültével annyira újszerű volt az esztétika és technológia összefonódása, hogy az épület azonnal a mozgó elemekkel rendelkező homlokzatok egyik megkerülhetetlen példájává vált.

A 2000-es évektől a mozgó épületszerkezetek már nem hatottak újdonságnak. Az építészek immár nem tudtak kitűnni csupán a mozgó épületeikkel, ezeknek esztétikai színvonalat és építészeti értéket is igyekeztek adni. A mozgó elemek segítettek az épület építészeti kiteljesedését betölteni. A spanyol sztárépítész Santiago Calatrava munkássága nem nyerhette volna el mai nimbuszát a kellő technológiai fejlettség nélkül. Hatalmas mozgó, árnyékoló szerkezetek megvalósításához szükséges volt az acél gyártás és a motorikus szerkezetek kifejlesztése, tömeggyártása. Ezek segítségével a mozgó épületrészekkel rendelkező megoldásokat, statikus állapotban is filigrán, könnyed, esztétikus szerkezetekkel tudta megvalósítani. A mozgó szerkezetek meghökkentő karcsúsága segítette az építész munkásságának kiteljesedését és a világhírnév megszerzését.

Az ismerttetett elméleti, kísérleti és gyakorlati példák mellett a kortárs építészetben több mozgatható, kinetikus és reaktív épület kezd megjelenni. Ezzel újfajta tervezési lehetőségek és eszközök, új épületformálási elvek, szerkezetek és épülettípusok jönnek létre.

A REAKTÍV ÉPÍTÉSZET HARMADIK DIMENZIÓJA, SZINERGIÁRA TÖREKVŐ ÉPÜLETEK

A reaktív építészet első dimenziója csak a tervezésben próbál reagálni az épületet érő különböző hatásokra, de statikus épületet hoz létre. A reaktív építészet második dimenziója már mozgó, kinetikus épületeket, vagy épületelemeket hoz létre, azaz a változásra képes az épület bizonyos elemei, azonban ez a változás előre programozott, előre meghatározott, ember által irányított. Nem jöhet tehát létre a valós, teljes értékű reakció, azaz az épület és az épületet érő fizikai hatások (környezet) tökéletes szinergiája. Amikor a változás az épületbe „beágyazott” módon van kódolva, azaz önműködően, vezérlés nélkül megy végbe, a változás határfoka nagyobb, az épület magasabb reaktív minőséget érhet el.

A reaktív építészet harmadik dimenziójában az épület automatikusan, magába kódolva képes reagálni a változó funkcionális igényekre, üzemeltetésre, vagy a külső, fizikai környezeti hatásokra. Az épület alakját, szélsőséges esetben a helyszínét is képes módosítani. A reaktív építészet harmadik dimenziójába tartozó épület, ami beavatkozás nélkül alkalmazkodik és nem zárja ki a környezetét, ami átalakul és nem állandó, ami mozgó, vagy mozgó elemekkel rendelkezik és nem statikus, ami interakcióra képes és nem egyirányú a kapcsolat.

Low-tech, High-tech

A reaktív építészet harmadik dimenziójának elérésére alapvetően két megközelítési mód létezik. A low-tech megoldások olyan anyagok, szerkezetek kifejlesztését jelenti, melyek vezérlés, szenzorok és számítógépes chippek nélkül képesek a változásra. Az anyagok, szerkezetek tulajdonságait kihasználva, bizonyos hatások bekövetkezése után automatikusan változnak, ezzel módosítva az épületet. A változni képes szerkezet így meghibásodásra vagy rossz működésre képtelen. Anyagjában kódolt módon jön létre a változás, azaz a reakció. „Néha egy egyszerű és így látszólag „buta” épület okosabb, mint egy technológia által dominált gépház, amelyen a felhasználók elvesztették már az irányítást.”³³

A low-tech építészeti reaktív megoldásokhoz elengedhetetlen, hogy más tudományágakban, a nanotechnológiában, a szintetikus biológiában vagy az anyagtudományban fejlődés történjen, új felfedezések legyenek. Manapság már olyan szerves vagy szintetikus anyagokat lehet készíteni, melyeket programozni lehet, és így képesek az alakjuk vagy a tulajdonságuk (sűrűség, hővezető képesség, szín... stb.) megváltoztatására. A változások idejét, fokát és kiváltó okát pontosan kalkulálni lehet. Noha az építészeti felhasználásban még nem a leggyakoribb, sok más iparágban már láthatjuk, hogy a sorozatgyártású termékeknél intelligens anyagok és érzékelők kerülnek felhasználásra. Ilyen példák a gyakorlatban a piezoelektromos anyagok az autókban lévő légszák érzékelőjében, vagy a fényre sötétedő visszapiillantó üvegek. Ennek következtében az építészeti alkalmazásban is új lehetőségek nyílnak, hogy újragondoljuk az anyagok működésének és felhasználásának módját és az épületszerkezetek felépítését, összetevőit.

33 van Hinte, Ed, Neelen, Marc, Vink, Jacques, and Vollaard, Piet, *Smart Architecture*, Amsterdam: 010 Publishers, 2003, saját fordítás

„Az organikus alkalmazkodás elmélete a természetből, a környezetből származik, amelynek az alapkódja és lényeges célja az, hogy külső információ alapján stratégiaileg összefüggésben az (épület) viselkedésével változzon, és az egyes elemeket optimalizálja a teljes kontextus figyelembe vételével.”³⁴ Egy 2010-ben megjelent cikkében Rachel Armstrong egy olyan „új anyagosztályt vizionált, amelyet a szintetikus biológiából származó technológiák segítségével fejlesztettek ki, és amelyek képesek döntéshozatalra a molekulák közötti kémiai összefüggéseket kihasználva.”³⁵

Ezeket az anyagokat úgy programozták, tervezték meg, hogy a környezetükben érzékelt változások alapján döntést hozzanak és komplex módon reagáljanak, ami alapján képesek legyenek megváltoztatni formájukat, funkciójukat vagy megjelenésüket. Az anyagok változás képessége a kialakításuk kémiai, fizikai összefüggéseiben rejlik. Anélkül, hogy hagyatkoznának a hagyományos értelemben vett mozgásra vagy flexibilitásra és az ezeket előidéző működtető, vezérlő vagy motorikus szerkezetekre, ezek az anyagok eltérő módot kínálnak az épületszerkezetek működtetésére. Az automata rendszerekkel szemben a low-tech megoldások előnye, hogy külön vezérléssel nem rendelkeznek, azaz az emberi tényező és a hiba lehetősége kizárt a rendszerben. Külön vezérlés, vagy energia befektetése nem szükséges a reakcióhoz. A rendszerek működése biztos és automatikus.

A low-tech megoldásokkal szemben a másik megközelítési mód a szenzorokkal programozható, magas fokú gépészettel ellátott automatizált épületek. Az épületek automatizálása nem újszerű ötlet. A futuristák már az 1900-as évek elején gondolkodnak azon az eszmén, hogy az épületeket egy nagy méretű, dinamikusan változó, gépészeti elemekkel ellátott gyárrá, géppé formálják. Antonio Sant'Elia és az olasz futuristák La Città Nuova tervükkel egy újszerű épület víziót hoztak létre 1914-ben. A terv képes volt reagálni az időben bekövetkező változásokra azzal, hogy integrálta az épület gépészeti berendezéseket a városi hálózatokkal, azonban maga az épület statikus maradt. Ezzel a tervvel Antonio Sant'Elia elsőként vetette fel a gépészeti rendszerekkel optimalizált épület vízióját.

Cedric Price által jegyzett, 1964-es Fun Palace (Élmény Palota) terv egy olyan belső csarnoktér, melyet elektronikák, kommunikációs eszközök és audiovizuális médiák alakítanak és változtatnak. A térben lévő építészeti elemek, szerkezetek, traverzek és hidak mozogni, változni voltak képesek. „A Fun Palace nem egy hagyományos értelemben vett épület volt, inkább egy társadalmi szempontokból interaktív gépezet, ami időben és téri elemeivel változni volt képes a kulturális és társadalmi helyzethez igazodva.”³⁶

„Az épület a speciális pedagógiai és szabadidős környezet megteremtésével, egy improvizációs építészeten keresztül, daruk és előgyártott modulok rendszere között a felhasználók el tudtak menekülni a hétköznapi rutinból és periodikus életből, és elkezdhatték a tanulás, a kreativitás megismerését az épületben szerzett egyéni élmények alapján.”³⁷

34 Brown, Gary, "Introduction," in Kronenburg, R., Lim, J., and Wong Y. C. (eds.), *Transportable Environments 2*, London: Spon Press, 2002. saját fordítás

35 Armstrong, Rachel, "Systems Architecture: A New Model for Sustainability and the Built Environment using Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology, and Cognitive Science with Living Technology", *Artificial Life*, 16 (1) (2010): 73–87. saját fordítás

36 Mathews, Stanley (Hobart and William Smith Colleges): *The Fun Palace: Cedric Price's experiment in architecture and technology*, 2005, saját fordítás

37 Mathews, Stanley (Hobart and William Smith Colleges): *The Fun Palace: Cedric Price's experiment in architecture and technology*, 2005, saját fordítás

A Fun Palace-ben alkalmazott technológiák előre vetítették a reaktív építészetet és az épületgép alapelvét, azaz amikor szenzorok és technikai berendezések segítségével az épület képes reagálni, mozogni és flexibilissé válni a felhasználók igényei, vagy a külső fizikai behatások alapján.

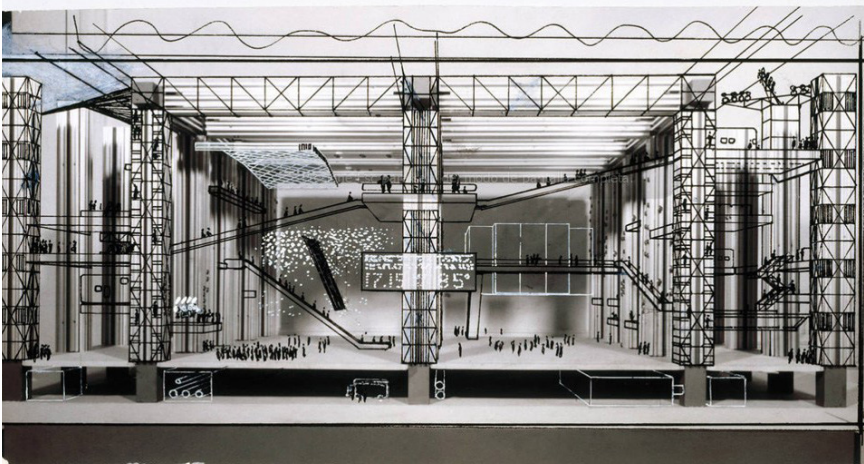
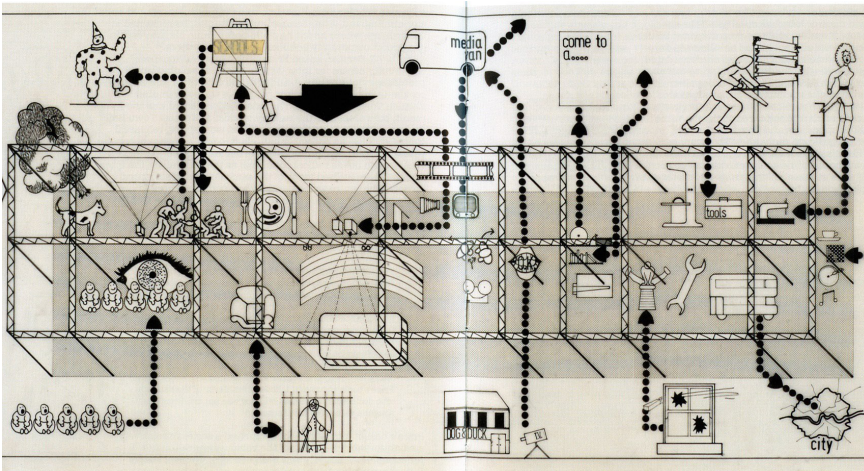
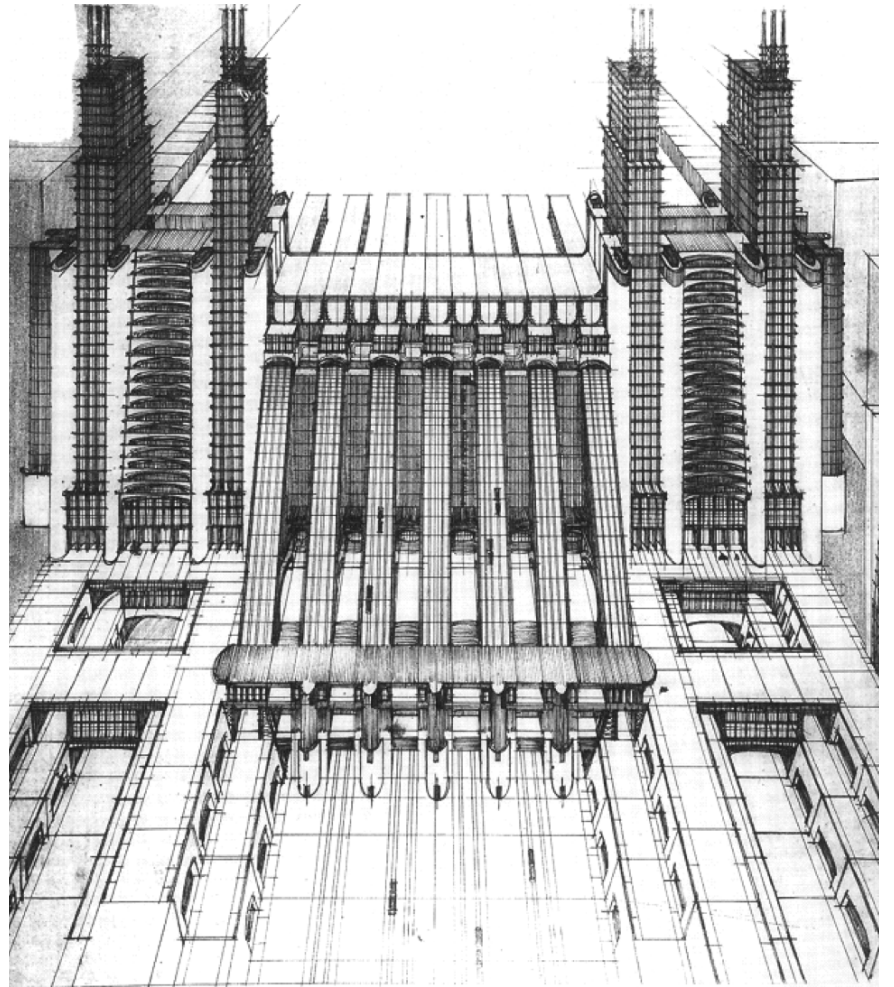
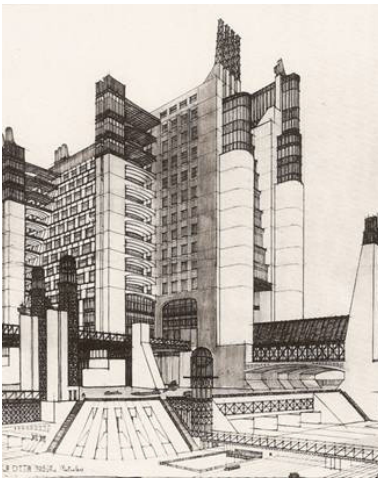
Az 1960-as, 70-es években Cedric Price és Nicholas Negroponte munkásságának hatására az adaptív, vagy reaktív építészet elképzelései megismerésre kerülnek. Az építészeti tervek programozhatósága, az intelligens épület, vagy a 2 irányú kapcsolat és kommunikáció az épület és a felhasználói között ebben az időszakban váltak elképzelhetővé. Az elméleti szakemberek munkássága felfogható egy olyan épület víziójának, mely képes érzékelésre és önálló működésre, ennek alapján megvalósít egy térbeli és technikai reaktív rendszert. Így az épület olyan környezetet teremt, amely serkenti a felhasználók interakcióit és ezáltal módosítja saját viselkedését és térbeli megjelenését.

Az intelligens gépészeti és robotikus rendszerek elterjedése az épületeken már évtizedek óta meglévő folyamat, aminek alapvetése, hogy a helyiségeket szenzorokkal monitorozzák, így a ház gépészete a környezet fizikai hatásaira gyorsan és könnyen képes ellenreakciót eszközölni vagy szerkezeti elemeibe beavatkozni. A szenzorok összeköthetők épületszerkezetekkel, árnyékolókkal, vagy más mozgó épületelemekkel, melyek képesek a környezet fizikai hatásait csökkenteni, vagy megszüntetni. Így az épület egyfajta önállóan működő nagyobb high-tech egységgé kezd válni, amelyet szenzorok segítségével automatikák irányítanak. További lépés, hogy már alkalmassá tesszük az épületeket arra, hogy különböző felhasználói tevékenységre is reagáljanak, másként viselkedjenek, ha üresen állnak, vagy ha emberekkel vannak teli, azaz másképpen működjenek az épületben történő különböző aktivitások esetén. Az automatikus high-tech rendszerek a felhasználók igényei alapján másfajta energiaellátást, gépészeti működést és az épület szerkezeteinek változtatását képesek biztosítani. „Az épületek nagyméretű robotokká, transzformerszekké változnak, melyek (még) megőrzik pozíciójukat, de tudják változtatni formájukat vagy megjelenésüket”³⁸

Az épületelemekbe, szerkezetekbe beágyazott számítástechnikai rendszerek (szenzorok) és az esztétikai minőséggel rendelkező kinetikus, flexibilis épületelemek a kortárs építészetben jelennek meg. A korábban kialakított víziók immár realitássá tudnak formálódni. Megjelennek újfajta minőségű és nagyfokú változása képes épületek.

A reaktív épületek és szerkezetek következménye, hogy az épület térelhatárolásának, alakjának, tömegének fogalmát szükséges újra gondolni. Ezek a rendszerek megkövetelik az építési és tervezési módszerek átértékelését mind mérnöki, mind építészeti értelemben. Egy épület alakja közvetlen kapcsolatban áll azzal, ahogy az energetikailag működik, ezért is igyekeznek a tervezők a reaktív építészet első dimenziójában a legideálisabb alakot adni épületeiknek, mely a legjobban képes viselkedni a környezet rá ható fizikai hatásai alapján. Amennyiben az épületek formája változni képes, és ez a változás az eredő hatások szerint automatikusan bekövetkezik, akkor ezzel a módszerrel egy jóval magasabb szinergia érhető el.

38 Kolarevic, Branko és Parlac, Vera: *Building Dynamics: Exploring Architecture of Change*, Routledge, 2015, 7. old. saját fordítás



- Antonio Sant'Elia: La Città Nuova, 1914
 Forrás: <https://www.touchofmodern.com/sales/edition-lidiarte/antonio-sant-elia-la-citta-nuova-1914>

- Cedric Price: Fun Palace, 1964
 Forrás: <http://www.interactivearchitecture.org/fun-palace-cedric-price.html>

A reakcióra képes technológiák egyszerre univerzálisak és helyhez kötöttek. A robot technológiák lehetővé teszik az épületszerkezeteknek, hogy az adott környezeti szituációt, rájuk eső fizikai hatásokat érzékeljék és ezáltal biztosítsák az épületek számára, hogy alkalmazkodjon a helyszín környezeti feltételeihez. A reakciók és a változások egyediek, a cél mindig a fizikai környezeti hatások kiegyenlítése, vagy megszüntetése, illetve a használathoz való alkalmazkodás.

Az épületek olyan óriási robotokká válnak, amelyek szenzorokkal érzékelik a hatásokat, elemzik azokat számítógépes rendszerek segítségével és ezek alapján a beépített szerkezetek képesek megváltoztatni alakjukat, színüket, tulajdonságaikat vagy éppen karakterüket. Ezek az épületek reagálnak a változó felhasználói impulzusokra és környezeti feltételekre és így válnak egyedileg vezéreltté és reaktívvá.

A robotrendszerek jövője lehet, hogy lehetővé teszik az építkezések ideje közbeni változtatást, az önálló fejlődést, az önépülést. Ebben az esetben az építkezésnek előre meghatározott logikával kell végbe mennie, mely elsősorban geometria törvényszerűségeken kell, hogy alapuljon. Az építésszek feladata ebben az esetben az alapstruktúra kitalálása és ezen a kapcsolatok a törvényszerűségeinek meghatározása.

A szinergiára törekvő épületek

A reaktív építészet jövőbeli célja, hogy képes legyen térbeli, funkcionális és esztétikai alkalmazkodó képességre, azaz változásra. Képes legyen arra, hogy reagálni tudjon, változtatni tudja térbeli elrendezését, alkalmazkodni tudjon a jövőbeli használattal kapcsolatos változásokra és tükrözze a felhasználók igényeit valós időben. Egy olyan jövőbeli építészet létrehozása a cél, mely komplex módon figyelembe veszi az adott korszak környezeti, társadalmi és gazdasági kérdéseit és a környezetével teljes szinergiára törekszik.

A japán metabolizmus egyik úttörője, Kisho Kurokawa olyan várost képzelt el, ahol az összes elem egy energia szimbiózisban él, a rendszerek össze vannak kötve, és az állandó és statikusan épített környezetet egy élő és dinamikusan változó világ váltja fel. A város, az épületek és a terek valós időben képesek a változásra az aktuális adottságok és az adott igényeknek megfelelően. A leírt város szinergiáira tesz kísérletet a kortárs építészetben több várostervező, amikor olyan várost képzelnek el, mely okos, egymásra épülő elemei miatt képes kihasználatlan vagy feleslegesen előállított energia nélkül működni. A keletkező melléktermékeket a város különböző elemei, épületei felhasználják, egymással teljes összhangban működnek, ezért egy energiahatékony és fenntartható rendszer jön létre.

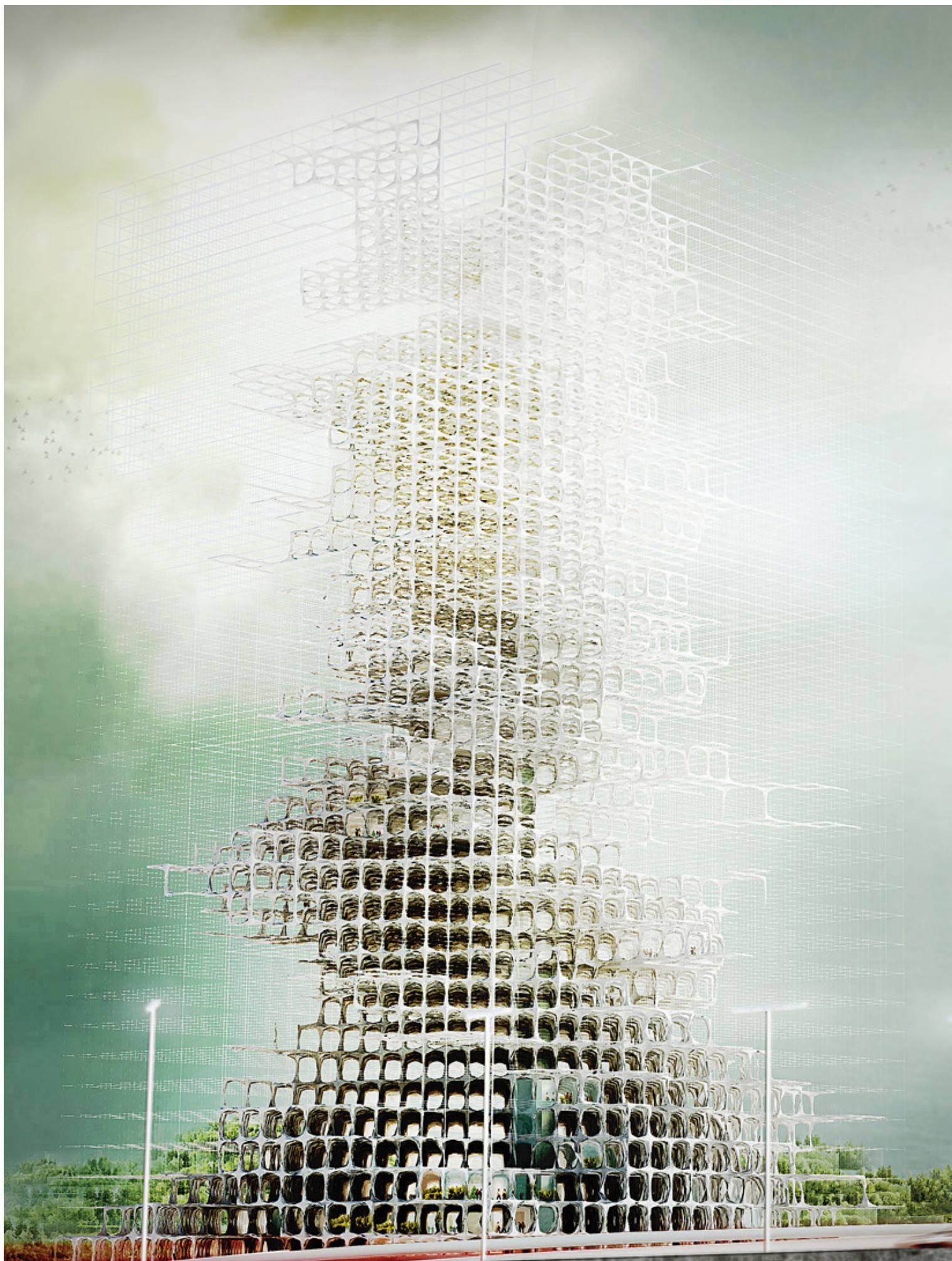
A szinergiának több módja képzelhető el. A térbeli szinergiára képes épületek felismerik a felhasználók igényeit és vágyait, annak érdekében, hogy változtassanak a saját tereik elrendezésén. A változó, reaktív tereket elsősorban csúszó, összecsukható, elhúzható és mozgatható (mobil) falak használatával érik el, amelyek a felhasználók kívánságai szerint állíthatók be és átrendezhetők. A japán hagyományos házban már évszázadok óta élnek ezzel az eszközzel, és a kis alapterületet így igyekeznek a lehető leginkább kihasználni. A modern korszakban szintén alkalmaztak mobil falakat, leginkább Gerrit Rietveld munkássága fémjelzi ezeket a módszereket. A jelenkorban a változtatás igénye ismét előtérbe kerül, azonban ez

a változtatás már nem csak kettő dimenzióban (falakkal) jöhet létre, az újfajta technológiák lehetővé teszik, hogy a változtatásnak magasabb térbeli dimenziói is elérhetőek legyenek reaktív módon.

A funkcionális szinergia lehetővé teszi, hogy a különböző tevékenységek, funkciók ugyanabban az épületben legyenek elhelyezhetők. A funkcionális szinergiájú tervekben, épületekben a tereket úgy kell megtervezni, hogy azok adaptálhatók és változathatók legyenek a különböző igények alapján. Az épület így reagál a belső használatra, átalakul a használata alapján.

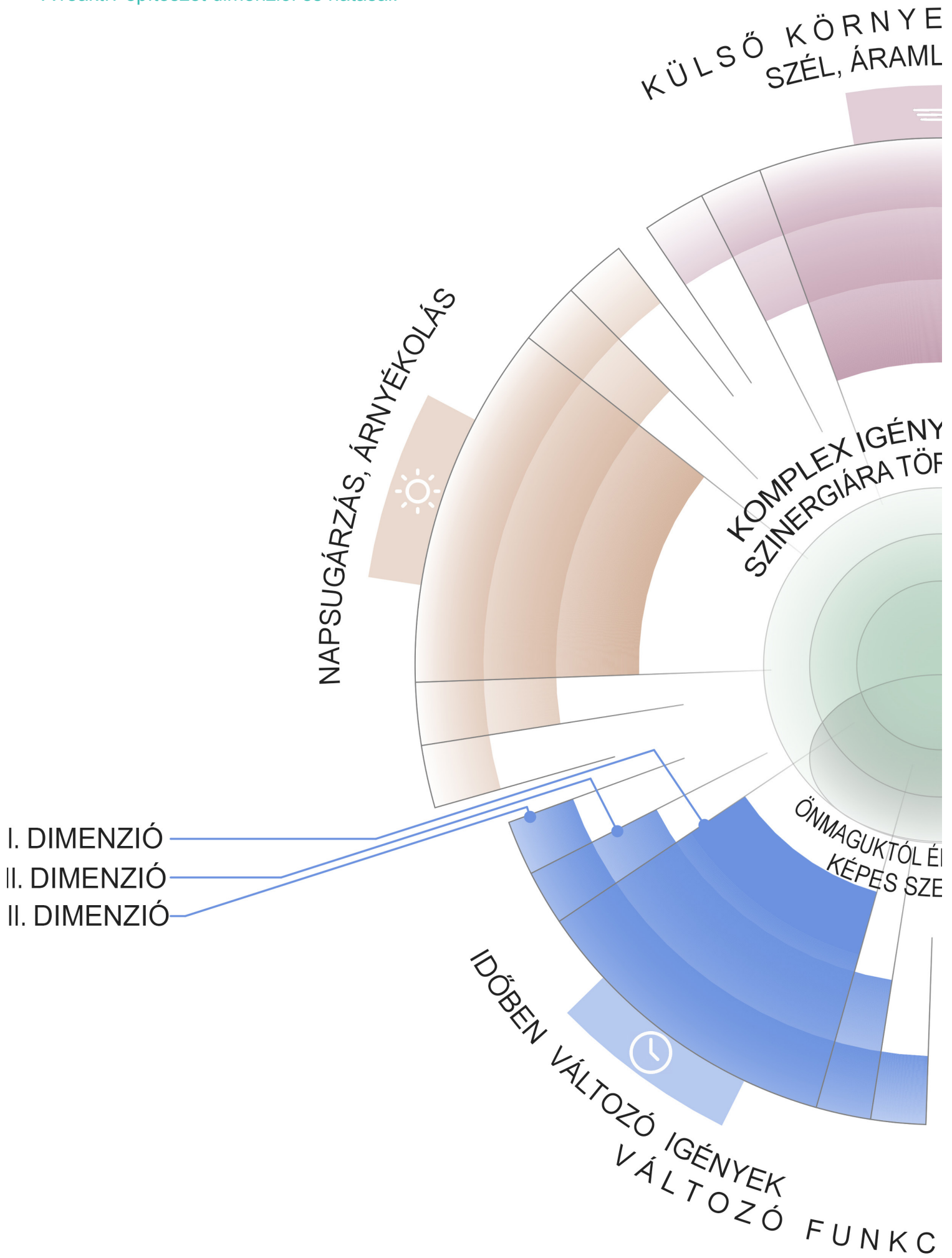
Az esztétikai szinergiában az épületet olyan jellegű karakterrel, külalakkal ruházzák fel, amely reaktív módon megváltoztatható, amely képes kommunikálni a szomszédos épületekkel, és ezek alapján alkalmas nagyobb környezetével is esztétikai szinergiában élni. Az épület külsejének flexibilitása biztosítja a forma és a homlokzat változásának képességét, egyedi identitást hoz létre, amely tükrözi az épület felhasználását, funkcióját és egy időben kommunikál, alkalmazkodik a környezetéhez, keresi a kontextus megteremtését. Az esztétikai szinergia a legújabb tudományos és technológiai újításokat alkalmazza az épület homlokzatán, melynek segítségével flexibilissé tud válni. Olyan épületburkok megvalósítását célozzák meg, melyek az igények szerint képesek a környezetből az energiákat szabadon átengedni, lezárni vagy mérsékelni. Az épület térelhatároló burka a környezet figyelembevételével képes változni. Az átalakulás folyamatának a két véglet között folyamatosnak, reverzibilisnek és megismételhetőnek kell lennie.

A hosszú távú elképzelés olyan harmadik dimenziójuk reaktív épület kialakítása, amely az épület alakját és funkcióját változtatni képes, folyamatosan optimalizálja az energiafelhasználását és képes a fenntarthatóság szempontjából is optimális kialakításra, így a lehető leghatékonyabb működésre.

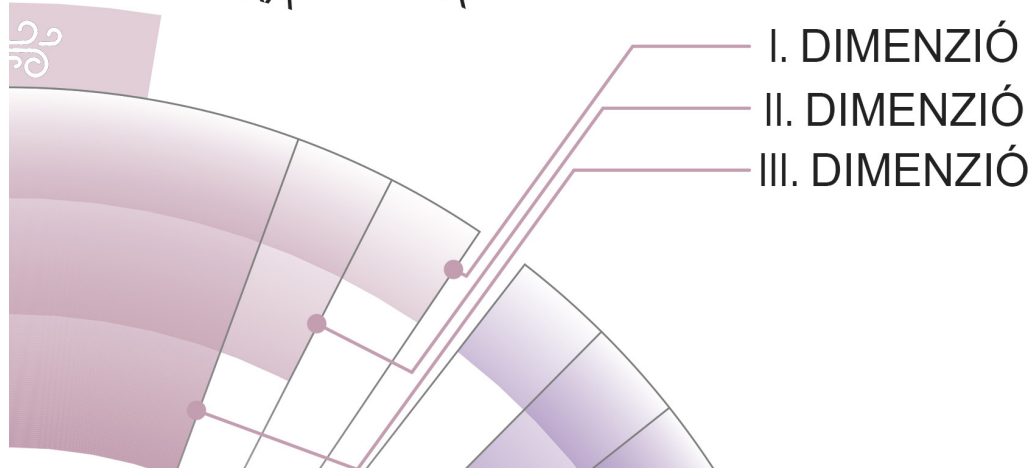


YuHao Liu és Rui Wu: Propagate tower - Evolo felhőkarcoló pályázat, 2014
Forrás: <http://www.evolo.us/competition/propagate-skyscraper-carbon-dioxide-structure/>

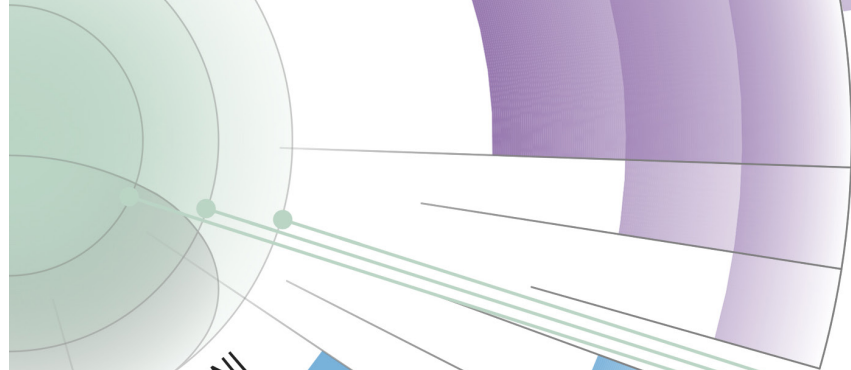
A REAKTÍV ÉPÍTÉSZET MEGJELENÉSI FORMÁI, HATÁSOK ÉS ELLENHATÁSOK



ZETI HATÁSOK
ÁSTECHNIKA



MEK ÉS HATÁSOK
REKVVŐ ÉPÍTÉSZEZET



PÜLN, FEJLŐDNI
RKEZETEK



KÜLSŐ KÖRNYEZETI, FIZIKAI HATÁSOK MIATTI REAKTÍV TERVEZÉSI ELVEK ÉS MÓDSZEREK

Napsugárzás miatti reaktív építészet

A környezettudatos és ezzel együtt a reaktív tervezés egyik alappillére a nap pályájára való reagálás. A nap beesési szöge, a napsugárzás, a szoláris terhelés, az árnyékvetés meghatározza a belső klimatikus viszonyokat, a nappali fényerő mennyiségét és gyakran a belső tér használhatóságát is. A napsugarak épületen belülré történő, különböző évszakok (nyári és téli állapot) szerint szabályozott beengedése, vagy a különböző árnyékoló rendszerek alkalmazása alapvetően határozza meg az épület használatát már évszázadok óta, azonban az ezekkel való tudatos és pontos tervezés a kortárs építészetben terjed el fokozatosan.

Az optimális besugárzás vagy tájolás több esetben közvetlenül hat a telepítésre és az építészeti formálásra. Az európai mérsékelt időjárási viszonyok között a napsugárzás hatása kettős: télen előnyös, mivel jelentős fűtési hatást lehet vele elérni, míg nyáron egyre előtérbe kerül a nap elleni védelem fontossága, az árnyékolás, mellyel a fokozott felhevülést akadályozhatjuk meg. A reaktív tervezés első dimenziójában ezért előtérbe kerül a mindkét időszakban hatásos épületforma, amit vizsgáló részletes és pontos szimulációk, tervezést támogató módszerek a kortárs építészetben terjednek el. Ilyen többek között a régi tornác mintájára kialakított, déli oldalra néző konzolos előtető, mely a nyári magas napállás esetén árnyékol, míg a téli alacsony napállás esetén beengedi a fényt.

Az aktív és új technikájú környezettudatos berendezések és eszközök, mint pl. a napkollektor vagy napelemek, új kihívások elé állították a tervezőket. A berendezések optimális 25-30°-os tájolású elhelyezése és az épületeken való megjelenése eddig nem ismert formákat hívott életre. Újszerű háztetők, épületformák alakulnak ki. Az egyenlítő körüli napos és meleg éghajlatokon, ahol fix árnyékolásra van szükség, ismételten előtérbe kerülnek az áttört, nagy felülettel rendelkező előtetők, vagy a homlokzat teljes felületén megjelenő fix árnyékoló rendszerek, melyek az épület kialakítását nagyban meghatározzák.

A kortárs építészetben több olyan épületfunkció figyelhető meg, melyek esetén speciális belső állapotot meghatározó igények jelennek meg. A legjellemzőbb ilyen példa a múzeumokban és a kiállítóterekben szükséges állandó szórt fény. A feladat több építész egyedi és újfajta szerkezetek kitalálására serkentett, mely a reaktív építészet első dimenziós jellemző megvalósulási formájává vált. Több múzeum épület esetén napkürtök határozzák meg az épület formáját, más múzeumok esetén a teljes felületen alkalmazott napvetők, speciális napvitorlák adják az épület fő karakterét.

A mozgatható árnyékolók hosszú évszázada jelen vannak az építészetben. Az árnyékolók a korábbi időszakokban jellemzően tisztán technológiai jellegű eszközök, kiegészítő szerkezetek voltak. A kortárs, reaktív építészetben az árnyékolók használata megnő és szerepük átalakul. A technológia fejlődésével és a reaktív igény miatt az árnyékoló szerkezetek újfajta formálási

eszközzé válnak, az árnyékolók és az épületek újfajta formát kapnak. A reakció meghatározó tulajdonsággá válik az árnyékolók kialakításakor. Az árnyékolók gyakorta esztétikai tartalmat kapnak és az épület karakteres elemei lesznek. A mozgó árnyékoló rendszerek a napsugárzás hatása miatti reaktív építészet második dimenziójának tekinthetők.

A későbbiekben elterjedő gyakorlatot megelőzve Jean Nouvel az Arab Intézetben alkalmaz először az épület kialakítását is meghatározó árnyékoló rendszert. Az intézmény déli oldalán, a környezetre reaktív módon reagáló homlokzat került, melyet az arab (mór) „mashrabi” motívumok inspiráltak. A homlokzati megoldás, a „mashrabi” kortárs alkalmazása az épület funkciójával mind esztétikailag, (stílusában arab kultúrát hirdeti) mind építészeti értelemben (építészeti monumentumok megalkotása) ön-azonos tudott lenni.

A kortárs, reaktív építészetben e tendencia az eltelt időszakban folytatódott. Több olyan épület jött létre, melyeknél az árnyékoló homlokzat meghatározó elem lett, sok esetben az egyetlen karakteres elem az épületen. Az egyedi szerkezetek, formák és ezek nyithatósága eddig nem látott homlokzati arculatot hoztak létre. A leggyakrabban skin szerűen kialakított neutrális homlokzati felületeken sorakoznak az árnyékolók szabályos rendben és ezek nyitása öltözteti fel az építmény külsőjét. Az egyik legspeciálisabb példa az AEDAS által tervezett Abu Dhabi Beruházási Minisztérium épülete, ahol az arab motívumú, addig nem látott, speciális esernyőkre emlékeztető, egyedi árnyékolók határozzák meg az épület homlokzatát. Az árnyékoló szerkezet adja az épület karakterét.

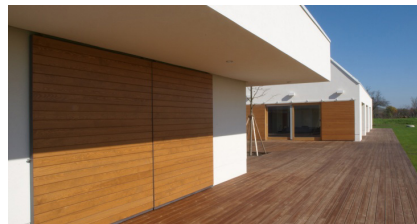
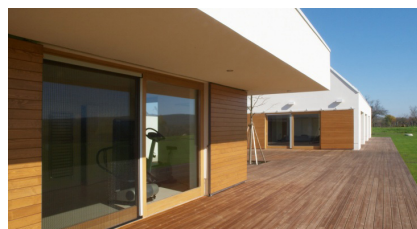
Hasonlóan karakteres és egyedi Santiago Calatrava spanyol építész és szerkezettervező munkássága, amiben nagy szerepet játszottak az általa kifejlesztett mozgó árnyékoló szerkezetek. Jól mutatja az építész művészi fejlődését, hogy Calatrava a kezdetekben még csak installációkon kísérletezett a rudakból álló, egyenként, egymással koordináltan mozgatható árnyékoló rendszerekkel, vagy ahogy Ő nevezte: Árnyékoló Géppel (Shadow Machine, New York, 1992). Az installáció „...kiemeli a mozgás érzetét, a mélyreható emberi test tanulmányaiban gyökerezik, melyek áthatják (Calatrava) munkásságát.”³⁹ A későbbiekben több olyan épületet tervezett meg Calatrava, ahol a csak rá jellemző árnyékoló szerkezet (és tartószerkezet) határozza meg az épület formáját és a kialakítását. Calatrava munkássága nem lett volna teljes az árnyékoló szerkezetei és azok mozgása nélkül. A speciális szerkezetekkel új nívót és új épületformákat (stílust) hozott létre.

Az építésznek a zárt és a nyitott állapotot és a közöttük lévő átmenetet is szükséges megtervezni az épületeken. Több esetben az árnyékoló szerkezetek mozgatása hordoz esztétikai élményt. A homlokzaton történő beprogramozott, egymással összhangba hozott mozgatás felfogható egy megtervezett kinetikus előadásnak, melynek egyben értelme is van. A mozgatás a nap pályájára reagál, így létrehozva egy megkomponált dinamikát. A mozgatás mikéntje, az egymás után következő hasonló elmozdulások rokonságot mutatnak a színpadi, csoportos tánc előadásokkal. Az épület esztétikai jelentősége az újszerű technológiából fakadó dinamikában rejlik.

A forgó épületeket átmenetnek lehet tekinteni napsugárzás hatása miatti reaktív építészet második és harmadik dimenziója között. Az épület automatikusan változtatja állását,

39: Jodidio, Philip: *Calatrava Complete Works, 1979-2009, Taschen, 2009, 202. oldal, saját fordítás*

Napsugárzás miatti reaktív építészet első dimenziója:



▣ Vincze László DLA: *Majorság* a Káli-medencében, Köveskál, Magyarország, 2010
Forrás: <http://epiteszforum.hu/majorsag-a-kali-medenceben>

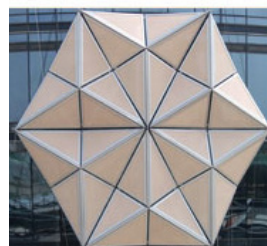
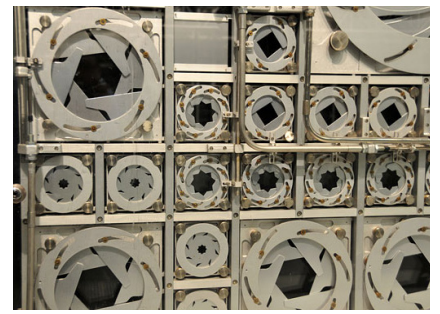
▣ Burián Gergő: *Családi ház*, Biatorbágy, Magyarország, 2013
saját fotó

▣ Heun-Troy Achitekten: *Sunlighthouse*, Bécs, Ausztria, 2010
Forrás: http://3.bp.blogspot.com/Troy_sunlighthouse_11%255B2%255D.jpg

▣ Renzo Piano: *Menil Collection Múzeum*, Houston, Amerikai Egyesült Államok, 1986
Forrás: http://www.bustler.net/images/news2/2013_aia_twenty-five_year_award-01.jpg



Napsugárzás miatti
reaktív építészet második
dimenziója:



■ Jean Nouvel, Architecture-Studio, Pierre Soria and Gilbert Lezenes: Arab Intézet, Párizs, Franciaország, 1987

Forrás: <https://www.archdaily.com/162101/ad-classics-institut-du-monde-arabe-jean-nouvel>
<http://blog.kineticarchitecture.net/2011/01/arab-world-institute/>

■ Pasel Künzel Architects: V12K03, családi ház, Nieuw Leyden, Leiden, Hollandia,

Forrás: <http://www.paselkuenzel.com/architecture.html>


■ AEDAS: Abu Dhabi Beruházási Minisztérium épülete, Abu Dhabi, Egyesült Arab Emírátsok, 2012

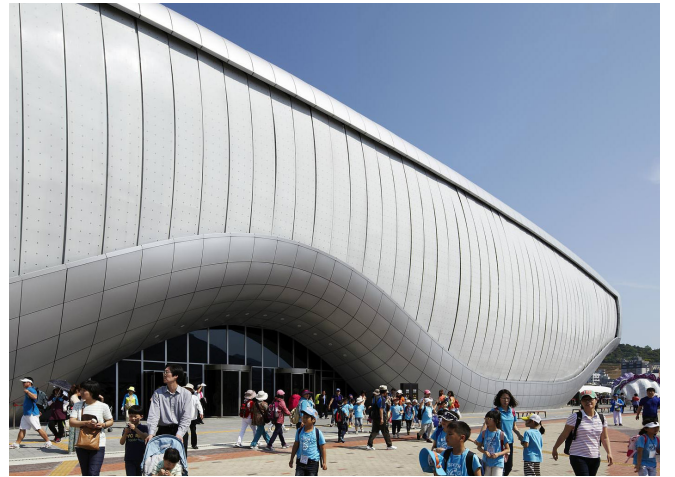
Forrás: <https://www.arup.com/projects/abu-dhabi-investment-council-headquarters>




 Santiago Calatrava: Shadow Machine (Árnyékoló Gép), New York, Usa, 1992
 Forrás: <https://calatrava.com/projects/shadow-machine-new-york.html>
<https://www.moma.org/calendar/exhibitions/391>


 Santiago Calatrava: Kuwait Pavilion, Sevilla EXPO 1992, Spanyolország, 1992
 Forrás: <https://calatrava.com/projects/kuwait-pavilion-sevilla.html>

 Santiago Calatrava: Milwaukee Művészeti Múzeum, Milwaukee, Usa, 2001
 Forrás: <https://calatrava.com/projects/milwaukee-art-museum.html>
<http://mapio.net/pic/p-3290477/>



 Tyler Short: *Mozgó árnyékoló, tanulmányépület*, 2014
 Forrás: <https://www.dezeen.com/2014/03/19/penumbra-kinestic-louvres-tyler-short-movie/>

 SOMA Lima: *One Ocean, Thematic Pavilion EXPO 2012, Yeosu-si, Dél-Korea*, 2012
 Forrás: <https://www.archdaily.com/236979/one-ocean-thematic-pavilion-expo-2012-soma>

 Foster és Heatherwick: *Shanghai Multifunkcionális Kulturális Központ, Kína*, 2017
 Forrás: <https://www.dezeen.com/2017/06/09/foster-heatherwick-complete-shanghai-arts-centre-curtain-like-facade-fosun-foundation-theatre-architecture/>

ezzel alakítva a rá ható környezeti hatásokat, elsősorban a benapozást, a beeső napfény mennyiségét. Ezek az épületek elsősorban a technológia által domináltak, kevés lehetőség maradt a személyre szabásra vagy az egyedi kialakításra. Az épületek sablonos, hasonló megjelenéssel, leggyakrabban hengeres formával rendelkeznek. A kísérleti jellegű épülettípus nem terjedhetett el ilyen formában. Az elterjedéshez a technológia további fejlődése szükséges. A forgó épületek, mozgó épületrészekkel rendelkező épületek térhódítására várni kell, amíg azok kellően magas esztétikai minőségben és személyre szabhatóan, az egyedi igények szerint lesznek kivitelezhetők.

Több kísérleti példa létezik már a napsugárzás hatása miatti reaktív építészet harmadik dimenziójának elérése érdekében. A kutatók olyan anyagokkal, szerkezetekkel kísérleteznek, melyek külső beavatkozás nélkül, automatikusan képesek a változásra. Doris Kim Sung kétfajta hőtágulású fém laminálásával előállított anyagokkal kísérletezik. A napsugárzás (vagy hőmérséklet-változás) hatására a különböző fémek eltérő módon tágulnak, aminek következtében a fém lapok változtatják alakjukat, kiegyenesednek, vagy felpöndörödnek. A fém lapok szabásuk, vagy rögzítési módjuk szerint különböző módon nyílhatnak fel, különbözően mozognak. Az így előállított anyagnak többfajta felhasználási lehetősége adódik, önműködő árnyékolóként és kinetikus szoborként is kialakították már az alkotók. A napsugárzásra alakját változtatni képes anyag milliméteres méretben és méteres méretben is felhasználható. A technológia külső vezérlés vagy irányító impulzus nélkül működik. Ezzel egy olyan ötvözet jött létre, mely automatikusan, szenzorok nélkül, null-energiás módon üzemel. Így egy „lélegző”, magától nyíló, önműködő épülethéj jöhet létre.

A 2017-es Reagáló Építészet (Architecture that Reacts) pályázat első díjas pályaművének szerzői, Jin Young Song és Jongmin Shim „egy olyan homlokzati árnyékoló megoldást terveztek, ami minimális erőhatás és energia befektetéssel képes zárt állapotból nyitott állapotra váltani. A már prototípus fázisban lévő innováció a szerkezetek instabil állapotát használja ki. Hasonló reakció, szerkezet figyelhető meg több gyerekjátékban is, például a gumilabdás pisztolynál és a kipattanó tollaslabdánál is. Az épületeknél általában kerülendő szerkezeti állapotot itt előnyösen alkalmazták és egy origami szerű, szalagokból álló, a sarkokon megfogott, rombusz alakúra kipattanó árnyékolót hoztak létre. A tervezők szerint a szerkezet fenntartása és működtetése egyszerű és több anyaggal (fém, műanyag és fa) kialakítható az árnyékoló.”⁴⁰ A szerkezet egy energiabefektetés nélkül az alakját gyorsan változtatni képes árnyékoló prototípusa.

Simon Schleicher, a Stuttgarti Épületszerkezetek és Tartószerkezeti Tervezés Intézet kutatója a Flectofin homlokzati szerkezete egy csuklós mechanikus rendszerrel ellátott árnyékoló szerkezet. A Flectofin rendszer képes arra, hogy 90 fokban automatikusan behajlítsa legyező szerű lapátjait a gerincben felhalmozott feszültség segítségével. A mozgó mechanizmust növények levelei alapján alakították ki. A szerkezet képes tárolt energia segítségével, a hőmérséklet emelkedés hatására, azaz direkt napsugárzás esetén automatikusan kinyílni, majd hőmérséklet esés után, árnyékos időjárás esetén önműködően összezáródni. A módszerrel szintén egy önállóan működő árnyékoló szerkezet jött létre.

Chuck Hoberman nyílászáró szerkezetekkel kísérletezik. A három rétegű üveg között lévő árnyékoló mintázat egymáshoz képest képes elmozdulni és a nyílászáró szerkezet így a

mozgatás segítségével válik nagyrészt átlátszóvá, vagy működik nagyobb felületen árnyékolóként a mintázat. A kaleidoszkóp szerű elrendezés szabályozza a bejutó hő és fény mennyiségét, de a jövőben akár szellőztetésre is lehet a szerkezetet használni. A Hoberman Associates többfajta mintázattal és grafikával kísérletezik, melyeket CNC segítségével fém lapokból alakítanak ki. A jövőben egy olyan nyílászáró szerkezet kialakítása a cél, mely automatikusan változtatja fizikai képességeit az ideális állapot elérése érdekében.


Az Agile Space egy felületháló, egy rácsszerkezet, mely csomópontjaiba reagens anyag kerül. A csomópontokba beágyazott anyag hő hatására aktiválódik és a felület mozogni kezd, változtatja alakját. Az anyagba kódolt működtetésű mozgást egy felfújható puha felület fogja össze. Az Agile Space projekt olyan alkalmazkodó és reflexív anyagkísérlet, amely képes érzékelni környezetét, reagálni a napsugárzásra és megváltoztatni alakját. Az így létrejött felszín „intelligenciája” képes arra, hogy a környezet változására és akár az emberi tevékenységek alapján működjön.

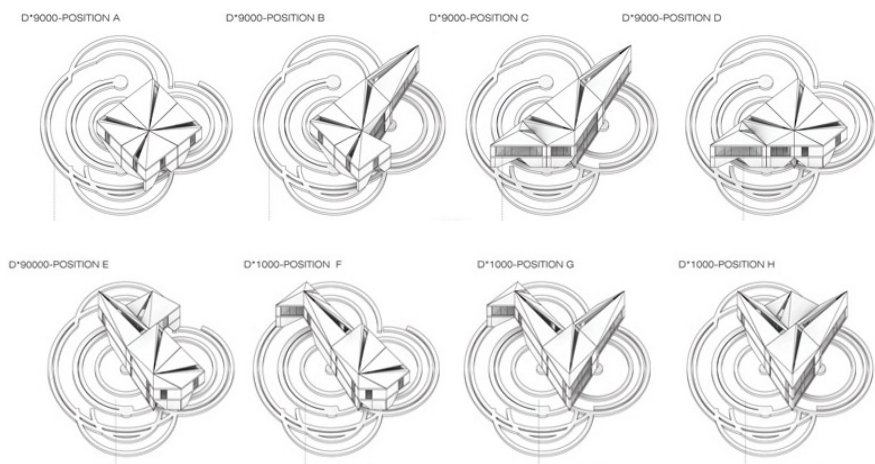
Az ARUP - együttműködve az SSC Ltd.-vel és a Colt Internationallel - kifejlesztett egy élő, fotoreaktív homlokzati panelt, melyet SolarLeaf-nek (Naplevélnek) nevezett el. A panel 2 üveg rétegből áll, mely között mikroalgák találhatóak, melyek megújuló energiát termelnek hőenergia formájában. Az épületszerkezetet a 2013-as, hamburgi Nemzetközi Épületkiállításon mutatták be, ahol egy négyszintes épületre helyezték el az egyenként 2,5 x 0,7 m-es paneleket, létrehozva ezzel közel 200 m²-es aktív felületet. A panelek összeköttetésbe voltak és egy nagy zárt rendszert alkottak egymással. A nap hatására az algák forró vizet és így energiát állítottak elő. A rendszerbe érzékelők voltak építve, mellyel szabályozni lehetett az elállított energia mennyiségét és a meleg víz hőmérsékletét. A prototípus a biológiai dinamikus épülethártya előképe lehet, amely a szerves anyag belső tulajdonságaira támaszkodva külső energiabefektetés nélkül, automatikusan hoz létre energiát.

Napsugárzás miatti forgó épületek:




 **Roland Mösli: Gemini ház, Weit, Ausztria, 2007**
 Forrás: <https://inhabitat.com/extreme-solar-the-gemini-haus/gemini-haus-solar-house-solar-power-house-solar-panels-rotating-solar-house-roland-mosli/>


 **David Ben-Grünberg és Daniel Woolfson: 8fold ház, koncepcióterv, 2017**
 Forrás: <https://www.designboom.com/architecture/d-haus-company-8-fold-house/>



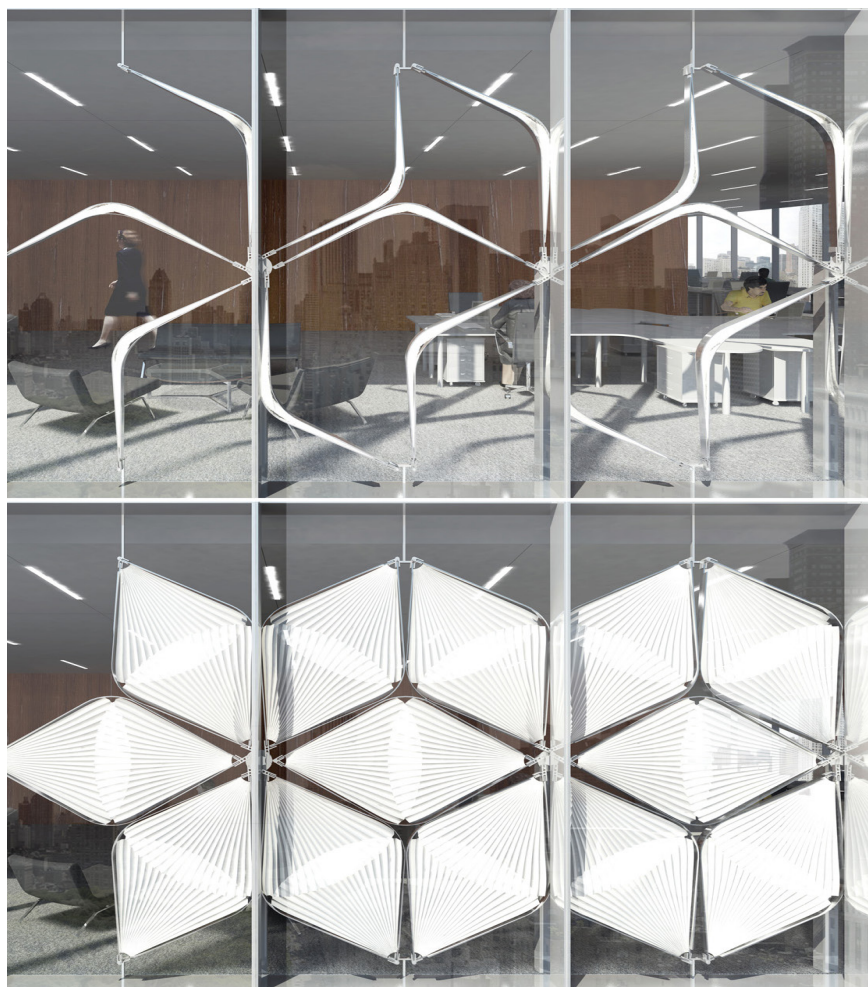
Napsugárzás miatti reaktív építészet harmadik dimenziója:

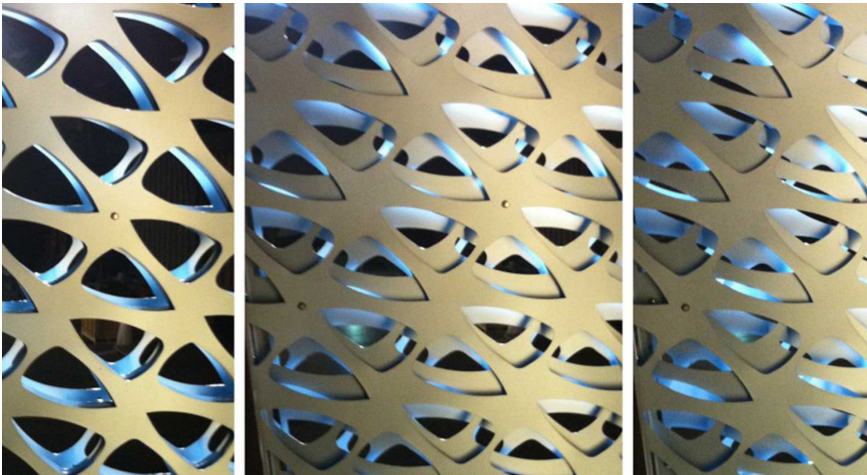
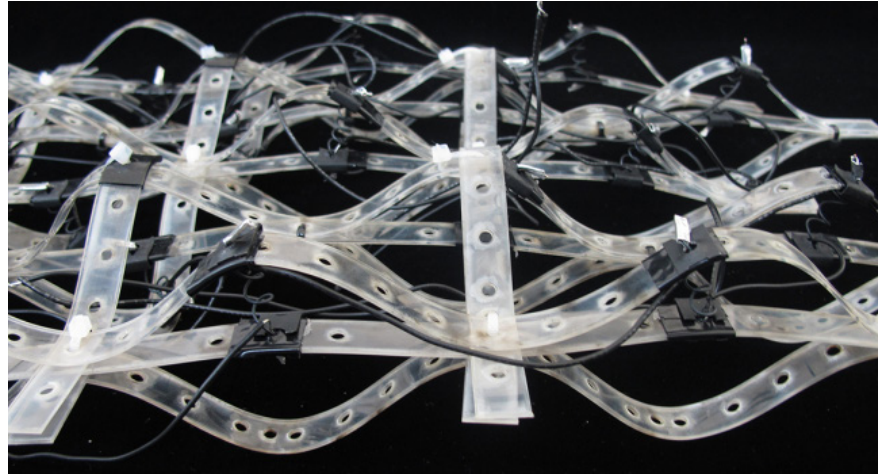
 **Jin Young Song, Jongmin Shim: Kipattanó árnyékoló, Architecture that Reacts pályázat, első díjas pályamű, 2017**


Forrás: <https://lakareacts.com/winners/1st-prize-snapping-facade/>

 **Doris Kim Sung: Thermo-reaktív, lélegző, fém árnyékolók, 2012**

Forrás: <http://www.dosu-arch.com/research.html>





 *Simon Schleicher, University of Stuttgart: The Flectofin Façade System, 2013*
 Forrás: <https://www.researchgate.net/figure/Flectofin-R-A-Scaling-up-of-a-FlectofinR>

 *Vera Parlac: Agiles Space, 2013*
 Forrás: <https://integrativedesign.org/2013/07/01/agile-spaces/>

 *Hoberman Associates és A. Zahner Company: Tessellate, Simons Center of Geometry Geometry & Physics, 2010*
 Forrás: <http://www.hoberman.com/portfolio/simonscenter>

 *ARUP, Splitterwerk: BIQ ház, Hamburg, Németország, 2013*
 Forrás: <https://www.architonic.com/en/project/arup-biq-house/5101636>



Szél, áramlástechnika miatti reaktív építészet

A napos és meleg éghajlaton a legnagyobb a passzív hűtési igény, ami elérhető az épületek gépészeti berendezések nélküli, természetes módon való szellőztetéssel, mely szimulációja szintén a közelműtben vált elérhetővé. A helyi, vernakuláris építészeben (elsősorban a Közel-Keleten és Afrikában) megfigyelhető több olyan példa, melyet a kortárs építészetben alapelveként átvesznek, azokat sikeresen alkalmazzák új épületeken, mely a szélhatás miatti reaktív építészet első dimenziójának tekinthető. Ilyen a napkémény elnevezésű kürtő, mely a nap energiájának segítségével a benne lévő levegőt felmelegíti, az felfele kezd el szállni, így hozva létre huzathatást a vele összeköttetésben lévő terekben.

Másik gyakorta használatos elv a Venturi effekt, mely a szélárnyékos oldalakon felfedezhető természetes módon kialakuló szívóhatás. A hatást erősíteni lehet vízszintes lemezzel, vagy prizma alakú szélterelőkkal, szárnyakkal kombinálva. A Venturi szárnyakat a légtechnikai kivezető aknák fölé szükséges elhelyezni. Elterjedt módszer a szél elleni reaktív környezet létrehozásában a külső kert alakítása. A cél, hogy az épületnek kedvezőbb hatásokkal kelljen megbirkóznia, azaz a szél által terhelt kertrészekre magasabb, sűrűbb növényzetet célszerű telepíteni, avagy a használatnak kedvező módon növénytelepítéssel alakítani a széláramlatokat.

Talán a legkarakteresebb példa a szélhatás miatti reaktív módon kialakított természetes kiszellőztetésre Renzo Piano Marie Tjibaou Kulturális Központja. A lagúnás területen jelentkező gyakori erős szelet kihasználva az épületnek természetes kiszellőzést biztosítottak a tervezők, a helyben meglévő, bambuszból kialakított épületvitorlákkal segítségével. A leírt elvek építészeti megvalósulásai - jellemzően a melegebb éghajlatokon - karakteres elemekké válnak a kortárs építészetben. A reaktív eszközök jelentősen hatottak az építészeti formálásra és az épületek kialakítására.

Fejlettebb áramlástechnikai megoldásokat működtetnek DesignInc, Mick Pearce által tervezett és 2006-ban elkészült Melbourne-i Tanácsházban. Az épület homlokzata egy külső, számítógép által vezérelt hidraulikus rendszer által mozgatott, fa panelekből álló reaktív rendszer. A fa zsalúzia rendszer az árnyékoló hatása mellett a szabályozható nyithatósága és zárhatósága segítségével optimalizálja a bejutó levegő minőségét. Emellett a tetőn kialakított több hatalmas vezérelt turbina negatív szélnyomást tud kialakítani az épületben, mely szintén segíti a levegő szabályozott áramlását a belső térben. A friss levegő pótlására kiegészítő megoldás a tetőről bevezetést biztosító kialakított légcsatornák, melyeket napközi állapotban működtetnek. Az tanácsházban gépészeti rendszerekkel vezérelt mozgó szerkezeteket és passzív rendszereket együttesen alkalmaznak, ezzel megvalósítva a reaktív épületszellőztetés második dimenzióját.

Szél, áramlástechnika miatti reaktív épületek:



Ateliers Lion & Transsolar: Napkémény és Venturi-szárny, Charles De Gaulle Iskola, Damaszkusz, Szíria, 2008
Forrás: <http://facadeworld.com/2013/10/29/lycee-charles-de-gaulle-damascus-syria/>

Renzo Piano: Marie Tjibaou Kulturális Központ, Nouméa, Új Caledonia, 1998
Forrás: <https://hdacollege.files.wordpress.com/2013/02/image-2-grande.jpg>

DesignInc: CH2 Melbourne Városháza 2, Melbourne, Ausztrália, 2006
Forrás: <https://www.archdaily.com/395131/ch2-melbourne-city-council-house-2-designinc>

Párákondroll miatti reaktív építészet

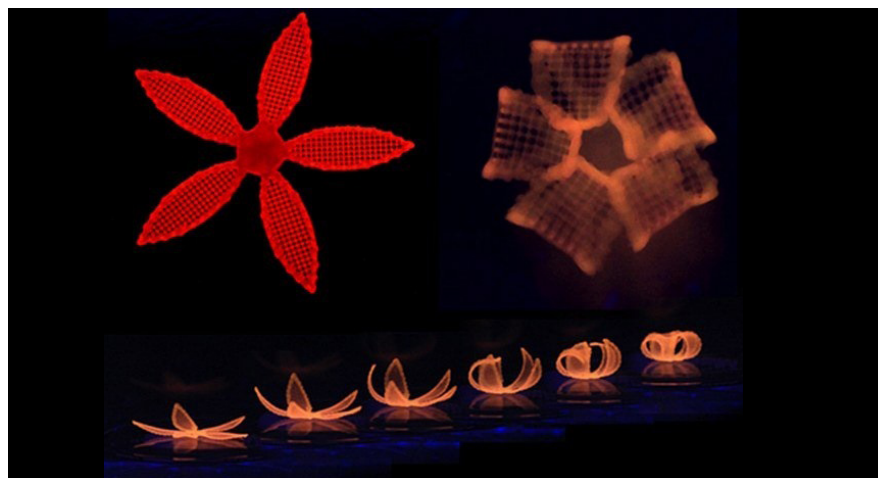
A reaktív építészetet alkalmazó építészek felismerték, hogy a párolgás hőt von el környezetétől, ezért természetes módon lehet vele hűteni. A jelenség legkézenfekvőbb felhasználása az építészetben, ha a hűteni kívánt felületek, homlokzatok elé nagyobb vízfelületet, tavat helyezünk el, mely a párákondroll miatti reaktív építészet első dimenziója. A hatást több köz- és irodaépületnél tájépítészeti elemekkel együttesen érik el. A sevillai EXPO területén a teljes fő- közlekedési útvonalat tófelületekkel, csobogókkal, mesterséges vízesésekkel szegélyezték, így enyhítve a forró spanyol nappalokat. A vízfelületek párolgásának hűtési hatását növényfelületekkel, sűrű vegetáció telepítésével erősítették fel. A növények egyrészt természetes módon árnyékot is adtak, másrészt biológiai tulajdonságuk miatt a nagy melegben erősen párologtatnak, ezzel is hozzájárulva a terület hűtéséhez.

A növények ilyen fajta használatát még erőteljesebben meg lehet figyelni zárt térben, növényházak esetén. A zürichi állatkert Masoala nevű növényházában lényegében gépi hűtés nélkül, a növények és a beltérben lévő vízfelületek párolgása során keletkező hőelvonást kihasználva valósítják meg az épület nyári hűtését. Az épületben lévő növényzet méretét karbantartással, a vízfelületek felületét és a bennük lévő víz mennyiségét gépészeti úton szabályozni lehet, ezáltal lehet a hűtési kapacitást változtatni. Létrejön a párákondroll miatti reaktív építészet második dimenziója. Az épület egy üvegház, azonban a reaktív hatásnak köszönhetően gépészeti hűtés nélkül sem alakul ki elviselhetetlen meleg a beltérben. A példák jól mutatják, hogy milyen szerepe lehet a reaktív párákondrollnak az épületek és környezetük kialakításánál és formálásánál.

A Harvard Egyetem Wyss Institute speciális 3d print eljárást kutat, mely képes változni és reagálni. A kifejlesztett hydrogél speciális cellulóz anyagot tartalmaz, mely nedvesség hatására megduzzad. Ezt méretezve és szabályozva a fejlesztők a print formájának és összetételének változtatásával képesek előre definiált mozgásokat megalkotni. A módszerrel egy olyan anyag jöhet létre, mely automatikusan mozog és változtatja formáját nedvesség és páratartalom szerint, ami a reaktív építészet harmadik dimenziójának tekinthető.

Professor Achim Menges és stuttgarti csapata a fa higroszkopikus tulajdonságával kísérleteznek és hoztak létre önállóan működő épületszerkezeteket és épületeket. A fa anyag módosítja térfogatát, illetve merevségét a levegőben lévő pára felvételével. A kutatócsoport ezt a tulajdonságot kihasználva, vékony fa lapokat különböző erezet irányba laminálva és kompozit anyagokkal ellátva, előre definiált, automatikus mozgású szerkezeteket hozott létre. A virágok formájára hasonlító többrétegű szerkezet reagál a környezet páratartalmára és ezek szerint nyílik ki és változtatja meg mechanikai tulajdonságát. A HygroSkin pavilon folyamatosan képes változtatni nyílásait és így a porozitását is. A létrehozott fa kompozit anyag egyben a szenzor, a motor és a szabályozó elem is, ami automatikusan, az anyag tulajdonságába kódolva működik.

Párákontroll miatti reaktív épületek:



- SITE: Avenue Five, Sevilla World Expo, Spanyolország, 1992
 Forrás: <http://siteenviropdesign.com/content/avenue-five-expo-92>
- Vogt Landschaftsarchitekten AG Zürich: Zürich Zoo, Masoala, Svájc, 2004
 Forrás: http://www.zoo.ch/pictures/0012546_CIN_Regenwald.jpg
- Harvard's Wyss Institute: Vízre reagáló 4d print, 2016
 Forrás: <https://www.archdaily.com/781524/harvard-researchers-develop-4d-printed-structures-that-react-to-water>
- Achim Menges Architect: HygroSkin-Meteorosensitive Pavilion, Stuttgart, Németország, 2013
 Forrás: <https://www.archdaily.com/424911/hygroskin-meteorosensitive>

VÁLTOZÓ FUNKCIONÁLIS IGÉNYEK MIATTI REAKTÍV TERVEZÉSI ELVEK ÉS MÓDSZEREK

A reaktív építészeti elveknek a kezdeti, programalkotó fázisban is fontos szerepe lehet, ami felfogható a funkcionális igények miatti reaktív építészet első dimenziójának. Már ebben a fázisban több olyan döntést kell meghozni, mely alapvetően befolyásolja egy épület működését és használatát. Ilyen példa Thomas Herzog német építész „Hőtechnikai hagyma” elmélete, melyet egy németországi családi háznál alkalmazott. A ház funkcióit a hőtechnikai igények szerint csoportosította. A ház belsejébe a melegebb szobákat (pl. fürdőszoba) helyezte el, majd kifelé haladva - mint egy hagyma gerezdjei - egyre kisebb hőmérsékletű igényű szobákat tervezett. Az épület hőszigetelési határai több rétegben készültek el. A környezettudatos, vagy reaktív elvek az alapvető funkcionális elrendezést is befolyásolták.

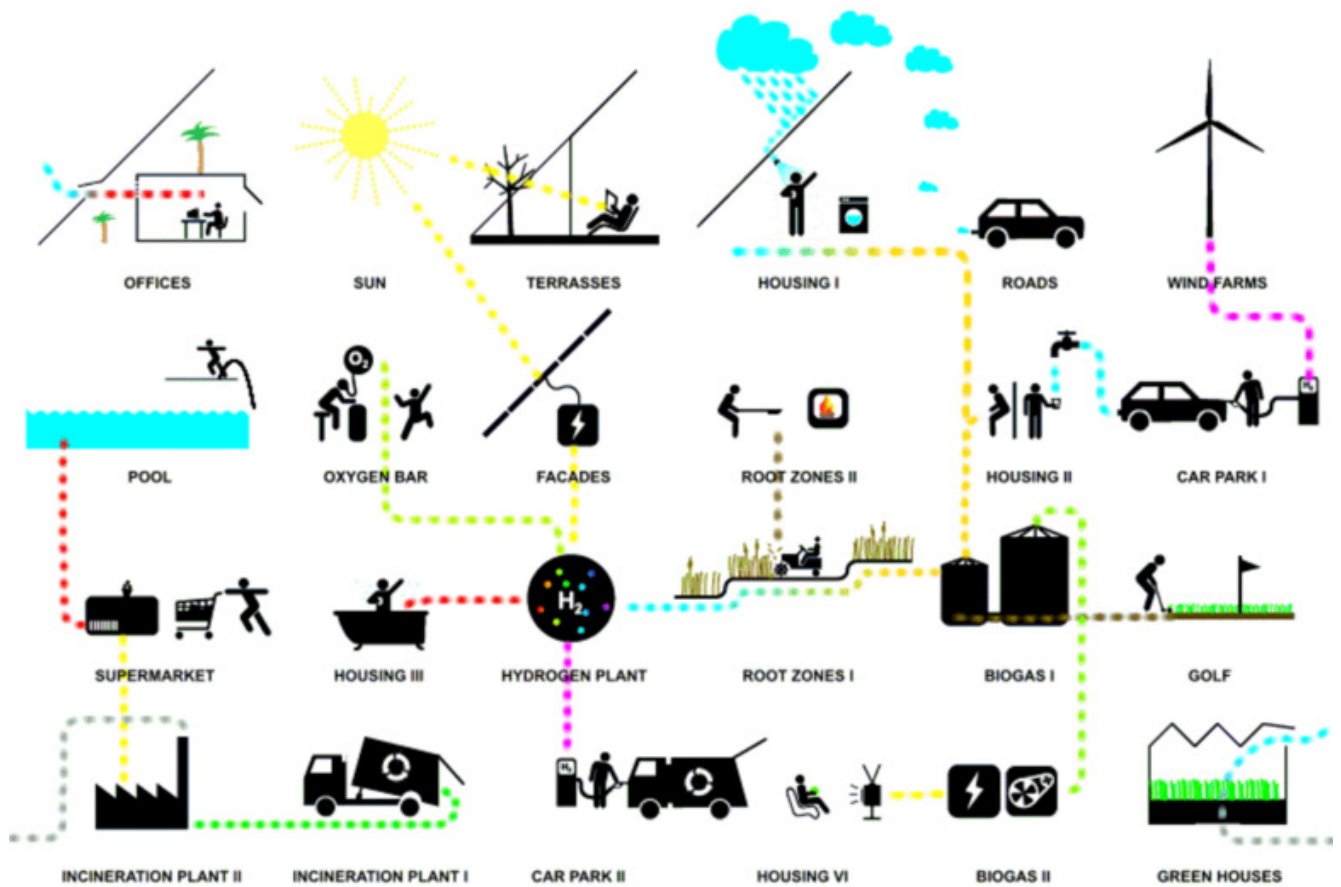
A BIG építésziroda még komplexebben alakította az építészeti programját a Little Denmark (Kicsi Dánia) projektjük esetén. Egy olyan rendszert hoztak létre, melyben nincs energia-, vagy elhasznált anyag veszteség. Az ökoszisztémaként működő terv minden végtermékét egy másik elem használja fel nyersanyagként. „Az energia úgy folyik át a rendszeren, mint egy örökmozgó motoron. A projekt olyan, mint egy farmgazdálkodás, ahol semmilyen nyersanyag nem megy kárba és nincs melléktermék. A társadalom ökológiai szimbiózisban él.”⁴¹

A mozgó szerkezetekkel való térelhatárolás, azaz a nyílászárók mindig is jelen voltak az épületeken. A kortárs építészetben megjelenő nyílászárók karcsú szerkezeteivel, speciális keretivel, rejtett nyitási módjaival és a lehetséges méreteinek növekedésével új minőséget teremtettek a külső és a belső terek elhatárolásánál. Az épületek multifunkcionális használata előtérbe kerül, gyakran a belső és külső terek határát az igények és az aktuális funkció szerint dinamikusan változtatják. A kortárs építészetben egyedi, változó térhasználatot tettek lehetővé az újfajta nyitási módok és szerkezetek, melyek több esetben karakteres elemeivé váltak az épületeknek. Ez a funkcionális igények miatti reaktív építészet második dimenziójának tekinthető. A modern és a gyakran meghökkentő méretű nyíló felületek dominálják az épület kinézetét, a tervezők kiemelt figyelmet fordítanak ezek kialakítására. A térelhatárolások új technológiai lehetőségei és a kinetikus építészet fejlődése miatt új távlatok nyíltak a többfunkciós, változó igényekre reagálni képes épületeknél, melyek karakteresen befolyásolják az épületek külsőjét.

A változó funkcionális igények miatti reaktív építészet további, fejlettebb második dimenziós megjelenési formája, amikor mozgó, forgó épületelemeket jelennek meg és így válik az épület többfunkcióssá. A kortárs építészetben az épületek mozgó részei már reálisan működtethetővé válnak, a multifunkcionális igényeket valóban kielégítő módon forognak vagy változtatják helyzetüket. A mozgó épületrészek hasznos térkapcsolatokat, az egymásba forgó épületelemek változatos térsorokat hoznak létre. Legtöbb esetben a mozgó épületelemekkel a cél a tér többfajta funkció, többfajta mód szerint való használata.

Az OMA Bordeaux-i lakóházában a mozgásszerű lakó igényei miatt alakították ki a speciális liftszerű emelő szerkezetet, mely nagyvonalú variációs térhasználatot eredményezett. A mozgó,

Funkcionális igények miatti
első dimenziós reaktív
épületek:



■ „Hőtechnikai hagyomány” elmélet:
Thomas Herzog: Családi ház
Waldmohrban, Németország, 1984
Forrás: http://www.arch.mcgill.ca/prof/sijpkcs/arch304/winter2001/plin8/passive_solar/herzog.htm

■ BIG (Bjarke Ingels Group): Little
Denmark (Kicsi Dánia) Projekt, Dánia,
2004
Forrás: http://www.arch.mcgill.ca/prof/sijpkcs/arch304/winter2001/plin8/passive_solar/herzog.htm

forgó épületek a kezdeti kísérleti jellegű építmények után reálisan megváltoztathatják a korábbi tervezési elveinket és befolyásolhatják az épületek kialakítását és formáját.

A változó térhasználatú, mozgó épületelemekkel rendelkező épületek jellemző csoportja, amikor egymásba csúszthatóan, egymás felett-alatt mozgó épületrészekkel és burkolatot tartalmazó keretekkel alakítják ki a változtathatóságot. A mozgással a belső-külső tér határát lehet változtatni és így létrehozni átmeneti vagy más tulajdonsággal, burkolattal rendelkező tereket.

Kevés számú olyan épület létezik még, ahol ettől eltérő, bonyolultabb mozgásokat alkalmaznak az épületeken. Ezek egyik típusa, amikor az építészek a minimális tér szükséglettel kísérleteznek és úgy próbálják tágítani a lehetőségeket, hogy kinyitható, felnyíló épületelemeket alakítanak ki. Hans Peter Wörndl által tervezett Guckl Hupf is ilyen kísérleti épület, ahol egy 4x6x7 m-es doboz falain helyezett el különböző nyitható, elforgatható felületeket, amivel a belső használhatóságot növelték. Erre törekedett a Nextoffice iroda (Alireza Taghaboni, Roohollah Rasouli, Ferideh Aghamohammadi) is, akik a teheráni városházán alkalmaztak különös forgatható helyiségeket az utcai homlokzaton. Így az épület a belső használatnak megfelelően lehet nyitott vagy zárt, introvertált vagy extrovertált. A mozgó épületrészek újfajta funkcionális variálhatóságra nyújtanak lehetőséget a térhasználatban vagy az épület kialakításában, melyeket a második dimenziós reakcióként foghatunk fel a felhasználói funkcionális igények szerint.

A Harvard egyetem kutatói, olyan három dimenziós szerkezeti rendszerekkel kísérleteznek, melyek képesek alakjukat automatikusan változtatni, önállóan működni, mely funkcionális igények szerint, a reaktív építészet harmadik dimenzióját előképét vázolják fel nekünk. A „Snapology” projektnevet kapó kísérlet egy kihajtogatható, vékony lapokból álló szerkezet, mely nagy mértékben képes megváltoztatni alakját, méretét, formáját és kiterjedését. A szerkezet pneumatika segítségével képes mozogni. Összecsukott állapotban nagy teherbírással rendelkezik, míg kihajtvá többféle alakot képes felvenni aktuális „feladata” szerint. A struktúra alap modulja több kihajtogatott kocka, 24 oldallal és 36 éllel, melyet az alkotók már akár sokszorozva, egymáshoz kapcsolva is képesek működtetni. A működés programozva történik, melyhez az információkat a szenzorok biztosítják. A szenzorok segítségével a struktúra képes a funkcionális igények mellett a termikus állapotok vagy akár a páratartalom szerint módosítani alakját. A kísérlettel a tervezők nem titkolt távoli célja, hogy olyan szerkezetet fejlesszenek ki, mely szállítható, kis helyen elfér, és amikor szükséges, nagyméretben képes átalakulni és betölteni funkcióját.

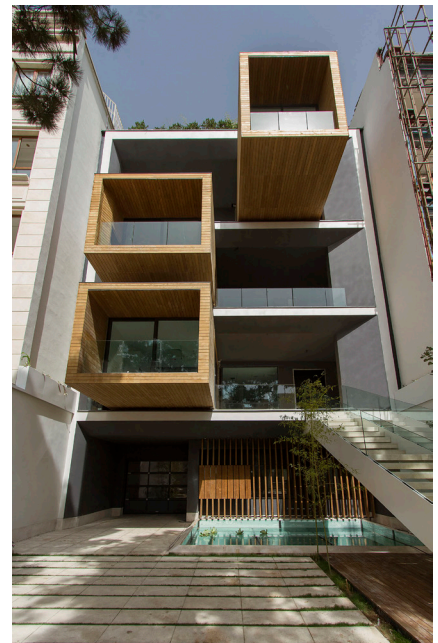
Léteznek már azonban olyan épülettervek is, melyek kísérletet tesznek a harmadik dimenzió elérésére. Az Orambra építész cég több hipotetikus projekttel és tervvel foglalkozik. Az „ötlet Felhő”, Kísérleti tánc színház épület alap elve, hogy egy folyamatosan változó formával bíró épületet hozzanak létre, mely csak az adott pillanatban figyelhető, vagy élhető meg. Az Orambra szakítani kíván a hagyományos építészeti felfogással, az épületet csak egy burokként kívánták felfogni. A táncszínház a funkcionális igények és a körülmények hatására folyamatosan változni képes. Az épület a felhő mintájára a benne telepített információs szenzorok alapján alakítja formáját, összehúzódik vagy tágul ki. Az épület burkát könnyűszerkezetes, acél főtartók alkotják, melyek kötélszerkezetekkel állnak egymással kapcsolatban. A színpadot a burkon belüli fix podesztként képelték el a tervezők. Csakúgy, mint a kísérleti táncjáték, az épület formája reaktív módon, folyamatosan változik és alkalmazkodik.

Funkcionális igények miatti
második és harmadik
dimenziós reaktív épületek:



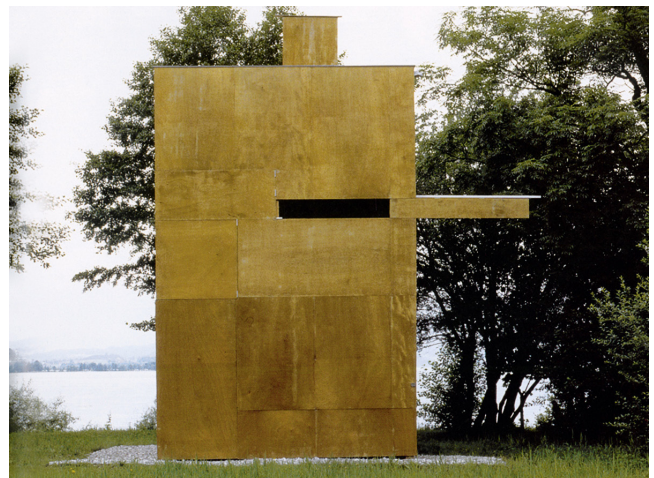
OMA: Maison Bordeaux, Bordeaux,
Franciaország, 1998
Forrás: <http://oma.eu/projects/maison-a-bordeaux>

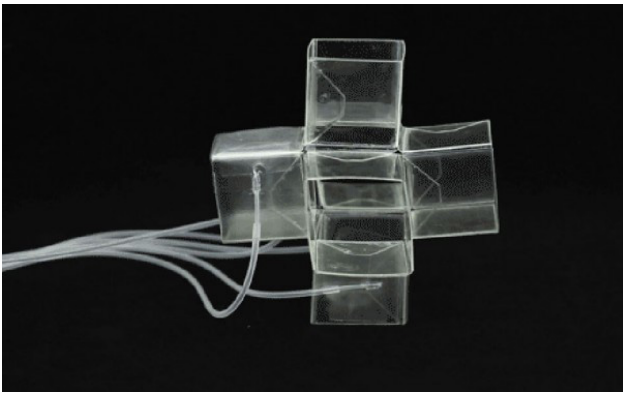
dRMM: „Csúszó” ház, Suffolk, Anglia,
2009
Forrás: <https://www.dezeen.com/2009/01/19/sliding-house-by-dmmm-2/>




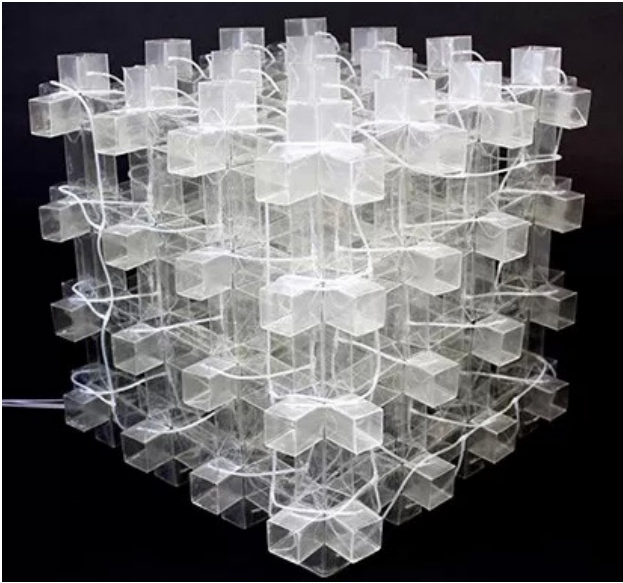
 *Nextoffice: Alireza Taghaboni, Roohollah Rasouli, Ferideh Aghamohammadi: Sharifi-ha Városháza, Teherán, Irán, 2013*
 Forrás: <https://www.archdaily.com/522344/sharifi-ha-house-nextoffice>


 *Hans Peter Wörndl: GucklHupf kísérleti lakóépület, Bécs, Ausztria, 1993*
 Forrás: <http://doltopamartsplast.overblog.com/2014/11/des-batiments-cinetiques-pour-une-ville-modulaire.html>

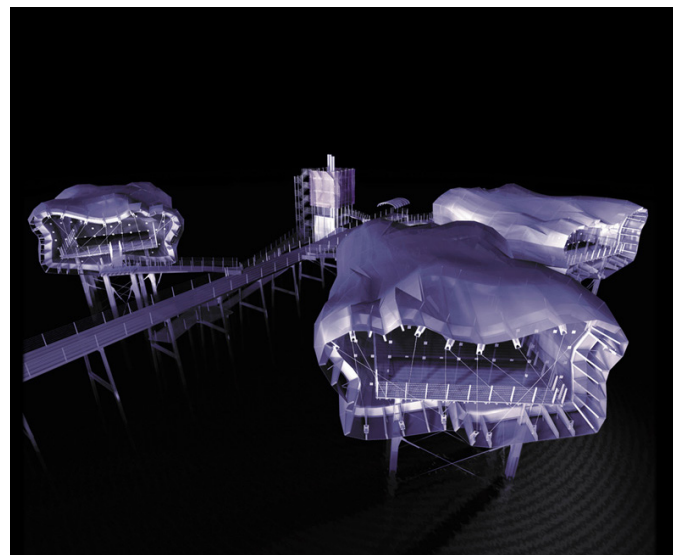
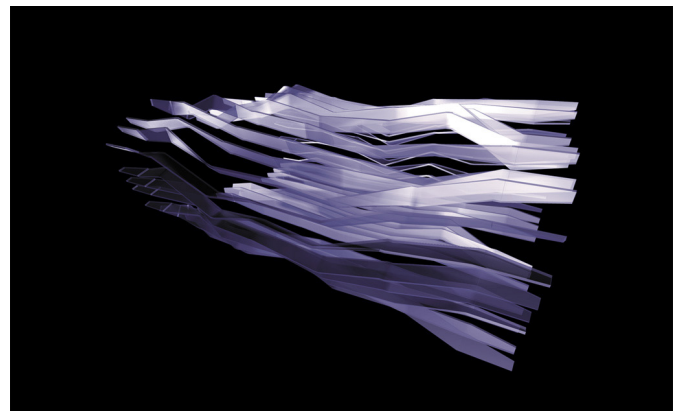





 Katia Bertoldi, the John L. Loeb Associate Professor of the Natural Sciences at the John A. Paulson School of Engineering and Applied Sciences (SEAS); James Weaver, senior research scientist at the Wyss Institute for Biologically Inspired Engineering at Harvard University; and Chuck Hoberman of the Graduate School of Design: „Snapology”, 2016
 Forrás: <https://www.archdaily.com/786979/new-material-from-harvard-researchers-folds-and-changes-shape-on-its-own>




 Orambra: Kísérleti tánc színház, Grange Beach, Dél Ausztrália
 Forrás: <http://www.orambra.com/~ideaCloud.html>



KOMPLEX IGÉNYEK ÉS FIZIKAI HATÁSOK MIATTI, SZINERGIÁRA TÖREKVŐ, REAKTÍV ÉPÍTÉSZET

A szinergiára törekvő épületek felfoghatók a komplex, külső fizikai környezeti hatások, azaz klíma szerinti és belső felhasználói igényeknek megfelelő, azokat együttesen alkalmazó harmadik dimenziós reaktív építészetnek. A valódi, teljes szinergia a harmadik dimenzióban jöhet létre azonban néhány komplex elv megfigyelhető az első és a második dimenzióban is. Ilyen a telepítés legelső tervezési szakaszában a helyi klíma és a funkció szerinti beépítési típus, vagy megfelelő épületforma választás. A hidegebb éghajlaton fekvő épületeknél jellemzőbb a kompakt, alap geometriai formák alkalmazása, mely kevesebb lehűlő felülettel rendelkezik, így a meghatározó energiafelhasználás, a fűtési energia csökkenthető.

A tendenciára több példa is hozható. Talán a skandináv építészetre a legjellemzőbb az ilyen megjelenés, melynek sajátja az egyszerű, letisztult és ezzel együtt kompakt formavilág. Ezzel ellentétesen a melegebb ághajlatú tájakon, Afrikában, vagy a Közel-Keleten a lehűlő felületeket célszerű növelni és maximalizálni, ami miatt tagoltabb formavilág alkalmazása javasolt. A telepítési típus kiválasztásakor különösen megfigyelhető, hogy a helyi klímát is figyelembe vevő vernakuláris építészet formái, típusai - a hatékony működésük miatt - ismételten előtérbe kerülnek.

A komplex hatások miatti reaktív építészet második dimenziójában jellemző irány az épületek homlokzatainak, áttetsző szerkezeteinek, nyílászáróinak továbbfejlesztése. A tömör anyagok, szerkezetek olyan fizikai tulajdonságokkal rendelkeznek (hőszigetelés, akusztika, párazárás... stb.), melyeket a hagyományos nyílászáró szerkezetek már nem tudtak követni. Ezek miatt új épületszerkezeti rendszerek terjedtek el, melyek képesek a komplex fizikai hatásokra reaktív módon visszacsatolni.

Az ilyen szerkezetek egyik jellemző példája a klímahomlokzat, vagy más néven 2 héjú homlokzat, mely amellett, hogy magas hőszigetelő és akusztikus jellemzőkkel bír, a téli és nyári működése eltér. A szintenkénti, vagy a homlokzat alján és tetején kialakított, vezérelt szellőző zsaluk segítségével az évszaknak megfelelő optimális hőszigetelés vagy kiszellőztetés érhető el. A 2 héj között gyakorta árnyékoló szerkezet is megtalálható, mely a belső igények szerint állítható. A klímahomlokzat mozgó elemekkel, reaktív módon reagál a környezete komplex fizikai hatásaira, illetve a belső használatra.

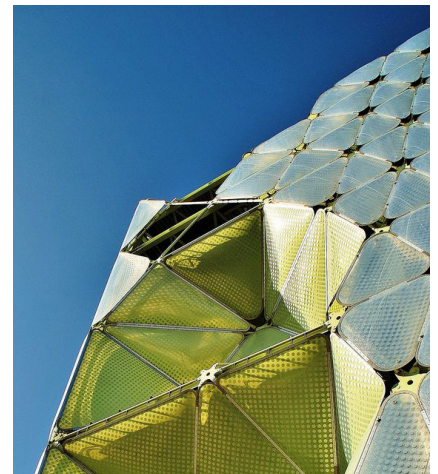
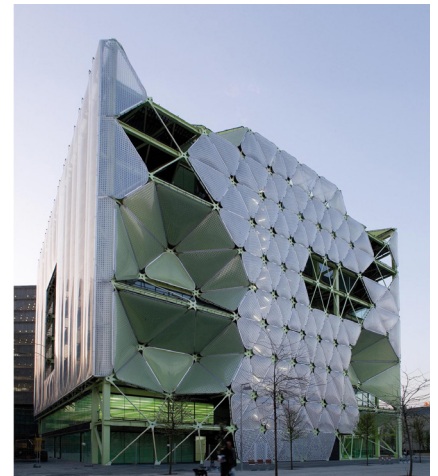
Enric Ruiz-Geli (Cloud 9) Media-TIC épülete Barcelonában okos épületrendszerekkel van ellátva. Az épület burka nagyrészt 3 rétegű ETFE párnákból áll, mely középső és külső rétege nyomtatott fólia. A középső réteg pozíciója a kamrák nyomásának változtatásával módosítható, ezáltal a fóliákon lévő nyomtatás nagyobb, illetve kisebb felületen árnyékol. A nyugati oldalon a párnákat nitrogénnel töltötték fel, melyekbe olaj részecskéket permeteztek. Ezáltal a délutáni napsugárzás hatására a párnák víztisztából áttetszővé válnak, mellyel a nap besugárzása csökkenthető. Az épületen több érzékelőt helyeztek el, melyek automatikusan



Komplex igények és hatások miatti második és harmadik dimenziós reaktív épületek:



- Klímahomlokzat megjelenése a homlokzaton:
 Barkow Leibinger: Ügyfélközpont és igazgatási épület, Ditzingen, Németország, 2003
 Forrás: http://www.barkowleibinger.com/img/projects/1413/w/vsz_project_16.jpg
- Enric Ruiz, Cloud9: Media-ITC, Barcelona, Spanyolország, 2011
 Forrás: <https://www.archdaily.com/49150/media-tic-enric-ruiz-geli>
<https://www.designboom.com/architecture/enric-ruiz-geli-media-ict-building-under-construction/>



vezénylik az épület rendszereit. Az épület reaktívvá válik, az automatika változtatja a média center árnyékolási képességét, nyílászárókat nyit ki, avagy változtat a világításon. Az épület több okos rendszerével, de még gépészeti elemekkel és automatikával vezérelve képes a komplex fizikai környezeti hatások és a belső igények miatt reaktív, második dimenziós módon működni.

Önmaguktól épülni, fejlődni képes szerkezetek

A komplexen működő reaktív rendszerek gyakorta önmaguktól történő fejlődést is jelentenek. Szélsőséges esetben az épület önállóan felépülni képessé válhat, vagy megépülése közben fejlődhet, alakulhat. Az építés közbeni dinamikus fejlődés a harmadik dimenzió egy sajátos formája. Az önépülő rendszerek gyakran olyan tulajdonságokkal vagy magatartásokkal rendelkeznek, amelyek az alapelemek közötti koherens kapcsolatokból erednek. A cél ezeknek az automata viselkedéseknek a kihasználása és eszközzé tétele.

Az önállóan felépülni képes rendszerek adaptálódnak a kivitelezés ideje alatt, reagálnak a dinamikus környezetből fakadó hatásokra és ingerekre. A fejlődésre képes módon épülő rendszerek megkönnyítik a változó körülményekhez való alkalmazkodást, több esetben olyan mobil szerkezetek jelenthetik az építészet jövőjét, mely az időszakosan jelentkező igények alapján minimális energiabefektetéssel, automatikusan jönnek létre. Az épületek így tudnak maximális mértékben reaktívvá válni és az adottságokra a leginkább reagálni.

Skylar Tibbits és csapata a nanotechnológiát ötvözik és kisebb méretben készítenek önműködően összeépülő elemeket. Az egyes részek a kémiai elemek vonzásai szerint és az elemek formája segítségével csak egyfajta módon illeszkednek össze, így sztochasztikus rázás következtében a különálló elemek összeállnak és így nyerik el végső alakjukat.

Az épületforma dinamikus változása az ezredforduló környékén vált elérhető alternatívvá. 2003-ban a francia Lib-ération magazinban megjelent újságcikkben született meg a Programozható Építészet paradigmája. Olyan épületeket jelölt meg a teoretikus írás, mely képes a fizikai befoglaló formáját időről-időre újra programozni, átállítani. Az épített elemek így képesek valós időben reagálni. A reakció és finomhangolás folyamatosan történik meg.

A külső igények alapján felépülő épületek arche típusa a sátor, melyeknek több kortárs és reaktív továbbfejlesztése készült el az utóbbi időben. A könnyebb felállíthatóság érdekében a sátrak felfújható buborékszerű szerkezetekkel terjednek el, melyek a belső funkció szerinti különböző alakban alakíthatók ki. Ezek a felfújható dómok változatos formával és külalakkal rendelkeznek és különböző funkciók befogadására alkalmasak.

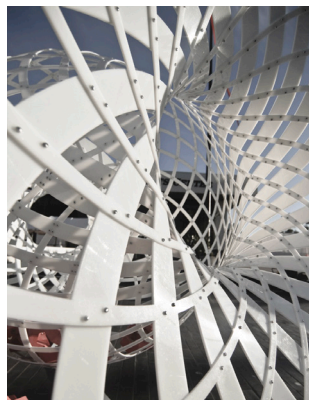
2003-ban Kas Oosterhuis és Hyperbody nevű kutatási csoportja egy ilyen programozható sátor prototípusát hozta létre, melyet a komplex hatások szerinti reaktív építészet harmadik dimenziójának első kísérleti épületének tekinthető. A kifejlesztett felfújható szerkezetet Muscle (Izom) névre keresztelték. Az építmény egy sodronyszerű kötélnál köze szorított fóliaszerkezet, mely képes a kötéln rendszer hosszának változtatásával módosítani alakját. Szenzorok

segítségével figyelték a felhasználók mozgásait és ennek alapján a szerkezet beprogramozott, intelligens módon reagál a környezetére.

A Hoberman fejlesztő csapat formájukat változtatni képes szerkezetek létrehozásával foglalkozik, melyeknek több esetben lehet építészeti relevanciája is. Már 1991-ben létrehoztak olyan dóm szerű szerkezeteket, térinstallációkat, melyek összecusukhatók, majd szétnyithatók voltak. A dómok tartószerkezeti rendszere a legtöbb esetben Buckminster Fuller geodetikus dóm szerkezetei alapelvei szerint készültek. De míg Fuller egy statikus állapotot optimalizált, a Hoberman fejlesztőinek a statikus és a kinetikus állapotot is figyelembe kellett venniük. Céljuk, hogy a szerkezetek idővel önállóan, automatizálva legyenek képesek alakjukat változtatni. A szerkezetek fejlődése jól megmutatja azt, hogy a mai technológia segítségével akár nagyobb fesztávú szerkezetek esetén is létre lehet hozni formájukat változtatni képes rendszereket. Olyan épületek jöhetnek létre, melyek formájukkal képesek reagálni a változó igényekre és használatra.

Az Evolo 2014-es felhőkarcoló pályázat harmadik helyezettje egy elképzelt innovatív szerkezet alapján létrejött hipotetikus épület. „YuHao Liu és Rui Wu (Kanada) „Önfejlődő felhőkarcoló” nevű terve egy olyan szerkezetet vizionál, mely a környezetben meglévő szén-dioxidból önmaga építkezik és így növekszik napról-napra. Az alkotók a már folyamatban lévő szén-dioxidból szénszálas anyagokat létrehozni képes kutatásokat gondolták tovább. Az így létrejövő térrácsba kapszulaszerű egységeket lehet kialakítani. Az organikusan növekvő szerkezetben az egyes kapszulák funkciója, az egységek mérete és a közlekedési útvonalak változhatnak, ezáltal hagyva, hogy a valós igényeknek megfelelő kapcsolatok és térstruktúra alakuljon ki.”⁴²

Önmaguktól épülni, fejlődni
képes szerkezetek:

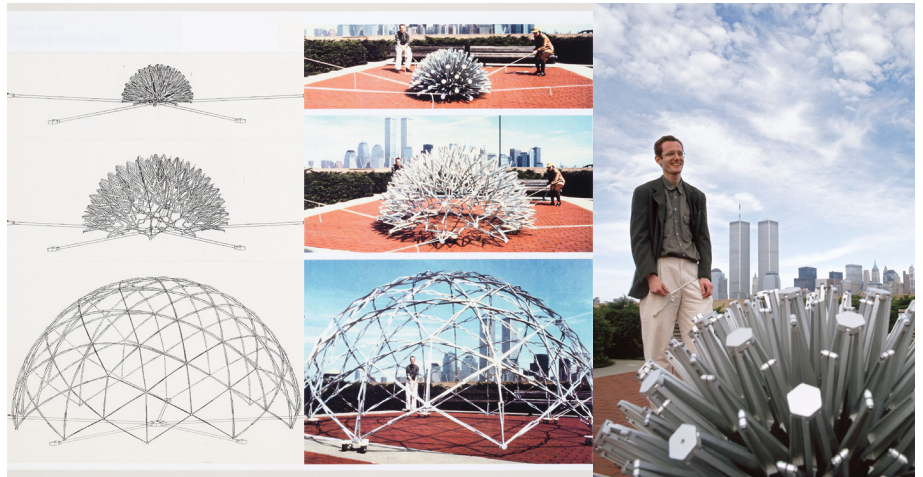
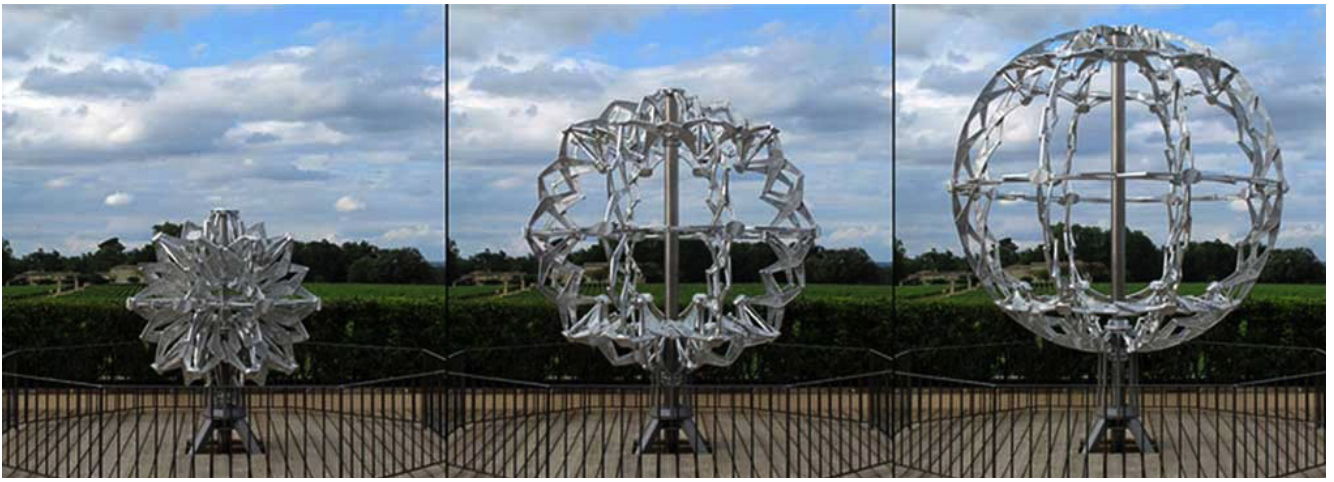



Skylar Tibbits, SJET & Lecturer,
Department of Architecture MIT &
Arthur Olson, The Molecular Graphics
Laboratory, The Scripps Institute:
Önmaguktól felépülő szerkezetek, 2012
Forrás: <https://www.archdaily.com/437587/3d-printing-moves-into-the-fourth-dimension>


Skylar Tibbits, SJET & Lecturer, Dep. of
Architecture MIT and Arthur Olson, The
Molecular Graphics Lab., The Scripps
Institute: The self assembly Line, 2012
Forrás: <https://www.archdaily.com/216336/the-self-assembly-line-skylar-tibbits/>

Chris Kievit és Kas Oosterhuis: Muscle
NSA, 2003
Forrás: <http://www.hyperbody.nl/research/projects/muscle-nsa/>






Hoberman Associates: Expanding Sphere, Korea Aerospace Research Institute, 2011
 Forrás: <http://www.hoberman.com/portfolio/>


Hoberman Associates: Expanding Geodesic Dome at Centre Pompidou
 Forrás: <http://www.hoberman.com/portfolio/>


YuHao Liu és Rui Wu: Propagate tower, 2014 Evolo felhőkarcoló pályázat
 Forrás: <http://www.evolo.us/competition/propagate-skyscraper-carbon-dioxide-structure/>

A teljes szinergia elérésére törekvő reaktív épületek

Az építészetben eddig meglévő axiómák elvetését több, a hagyományos elvek szerint megoldhatatlannak tűnő ellentmondás feloldása idézte elő. Az elvárt energiafelhasználású, fizikai környezetére reagáló, belső váltakozó igények szerint működő épület megépítése túlzó energia befektetést, túlzó technológiai berendezéseket, komplikált szerkezeteket generál. Leegyszerűsítve, a hagyományos rendszereket alkalmazva, az új, fejlett igények gyakorta fenntarthatatlan építést és üzemeltetést jelentenek. Az ellentmondás feloldása olyan épület kikísérletezése, mely a változó igényekre önmagában változó módon reagál. „Ha bármilyen hatás (legyen az statikai vagy hőtechnikai) ellensúlyozható egy azonnali „változással”, mely megfelelő reakció lehet a szerkezetben; energia és teher ellensúlyozható, ezáltal változás nem történne az épület léptékében.”⁴³ Az eddigi statikus felfogás helyett már az anyagban és szerkezetben változó, reagáló épület létrehozása a cél.

A komplex igényekre és fizikai hatásokra reagáló, szinergiára törekvő, reaktív épület intelligens módon változik a környezeti vagy funkció szerinti hatások függvényében, és így anyag- és energiatakarékos módon teremti meg az optimális belső állapotot. A cél olyan épületszerkezet létrehozása, mely külső vezérlés vagy energia befektetés nélkül, automatikusan képes változni, azaz nem előre programozott szerkezet vezérli.

„Egy ilyen épület sokkal több lenne, mint egy egyszerű hibrid szerkezet: Az összekapcsolt épületszerkezetek együtt tudnának dolgozni a Föld termodinamikai modelljével, közben a tömeg (talaj), a szigetelés (levegő) és a közrejátszó közeg (víz) egysége képes előállítani folyamatos és stabil működést.”⁴⁴ Ha létrejönne egy ilyen épület, azt a reaktív építészeti elvek tökéletes szinergiában lévő harmadik dimenziós gyakorlati megvalósításának lehetne értelmezni.

David Benjamin és Soo-in Yang a hőmérséklet hatására változni képes üvegszerkezetekkel kísérletezik. Az „Élő üveg”-nek elnevezett prototípusnál szilikon membránt ötvöztek alak-tartó elemekkel (SMA), melyek elektromos impulzus hatására összezsugorodnak, majd képesek visszanyerik alakjukat, amennyiben az impulzus megszűnik. A homlokzati elemet CO₂ érzékelőkkel kötötték össze a kutatók, így automatikusan kinyílik, ahogy a veszélyes anyagot érzékelik a szenzorok, ezzel is egy lehetséges gyakorlati alkalmazást szimulálva. A kísérlet egy olyan homlokzati szerkezetet állít elő, ami különböző ingerek következtében önműködően képes változni, jelen esetben lélegezni, azaz zárt állapotból nyitott állapotra váltani. Ezeket a különböző hatásokat együttesen lehet kezelni, programozott módon jöhet létre egy komplex módon reagáló szerkezet.

A préri ház egy dongatető formájú, feszített, térrács szerkezetű lakóépület, melyet az Orambra építész cég Northfield, Illinoisba tervezett. A szerkezet képes változtatni alakját az optimális belső térfogat elérése érdekében, ezáltal alkalmazkodva a környezethez, illetve a belső igényekhez. Az acél szerkezeten több rétegű és funkciójú ponyva található. A belső hártya automatikusan változtatja a színét, ezzel optimális mennyiségű fényt eresztve a belsőbe, illetve módosítva az épület hőháztartását. A külső hártya vízszigetelés-, nedvesség- és hőmérséklet érzékeny, azaz eső esetén bezárja az épületet, míg hűvös időjárás esetén engedi az épületet kiszellőztetni. Az

43 Gutai Máttyás: *Trans Structures*, Actar Publishers, 2014, 12. old., saját fordítás

44 Gutai Máttyás: *Trans Structures*, Actar Publishers, 2014, 31. old., saját fordítás

épület csökkenteni és optimalizálni kívánja a felhasznált energiamennyiséget a reaktív módon működő burkolata segítségével.

A Kengo Kuma által tervezett Meme Medows kísérleti ház a japán, Hokkaidon lévő népi építészeti szokások és elvek mai kortárs megjelenése. A helyi Ainu népcsoport „Chiese” lakóépület típus volt a tervezés inspirációja. A hagyományos „Chiese” épület fűtési rendszerének megfelelően a föld hőjét kívánták kihasználni, azonban ezzel a technológiával kinyerhető hőmennyiség a mai elvárásoknak nem felelt meg, ezért a falakba és az alaplemezbe fűtőcsöveket helyeztek el, melyeket elektromos módon és a szintén tradicionális japán kandalló hőjével tápláltak meg. A helyi, vernakuláris építészetnek megfelelően a tervezők kis ablakokat alkalmaztak az épületen, de a természetes megvilágítás nagyobb igénye miatt kétrétegű, átlátszó fólia anyagú falszerkezetet hoztak létre. Az így kialakult két réteg között, a mai igényeknek megfelelő vastagságú, szintén átlátszó hőszigetelést alkalmaztak. Az így létrejött speciális falszerkezet kihasználja a napenergia potenciálját, biztosítja a mesterséges hőátadást, a megfelelő hőszigetelés értéket, illetve a megfelelő természetes bevilágítást egyszerre. A falszerkezet - könnyűszerkezetes kialakítása ellenére - nagy hőtároló tulajdonságú falak képességével rendelkezik, mivel az épület alaplemezében futó fűtőcsövekkel egy rendszert alkotnak. A falszerkezettel egy okos épület jött létre, mely a belső igények szerint kihasználja és optimalizálja minden lehetséges módon a környezetben rejlő potenciált, ezzel létrehozva a környezetével szinergiában működő, harmadik dimenziós reaktív épületet.

A teljes szinergia elérésére
törekvő reaktív épületek:

EXISTING PROTOTYPE

OUTPUT

- Shape Memory Alloy Actuator
- Thin Transparent Polymer Surface

PROCESSING

- Microcontroller

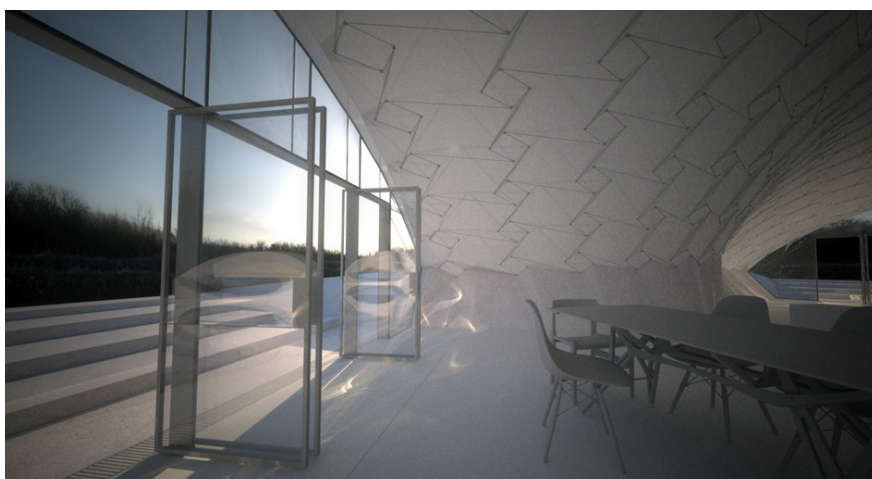
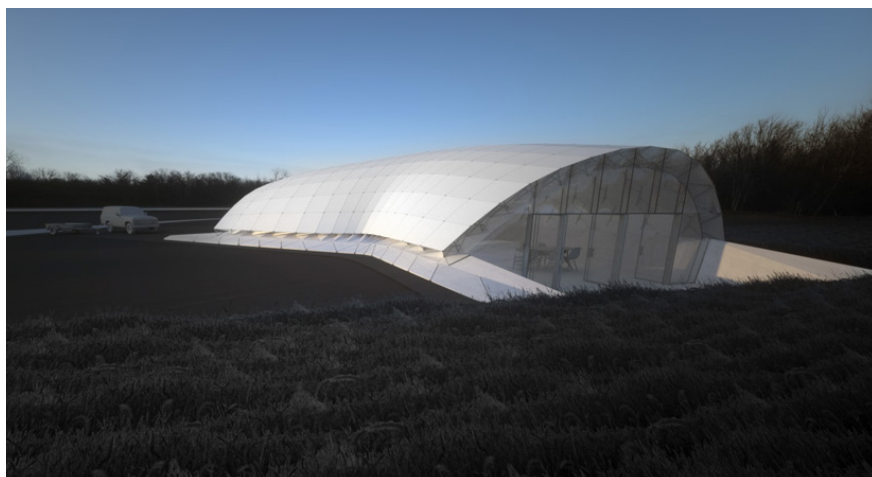
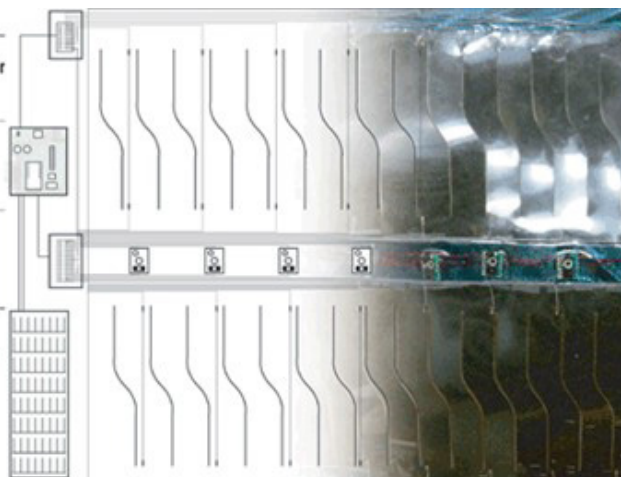
INPUT

- Infrared Sensor
- Carbon Dioxide Sensor

FUTURE RESEARCH

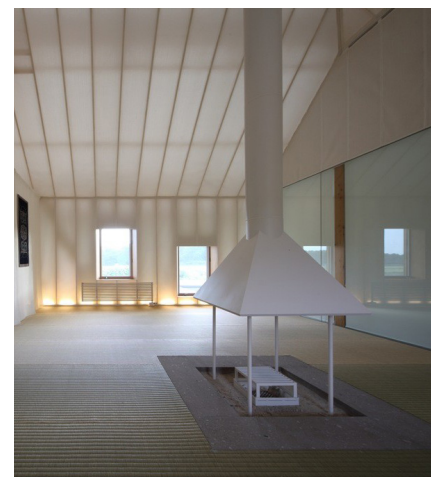
ENERGY

- Thin Film Photovoltaic
- Lithium-Ion Polymer Battery



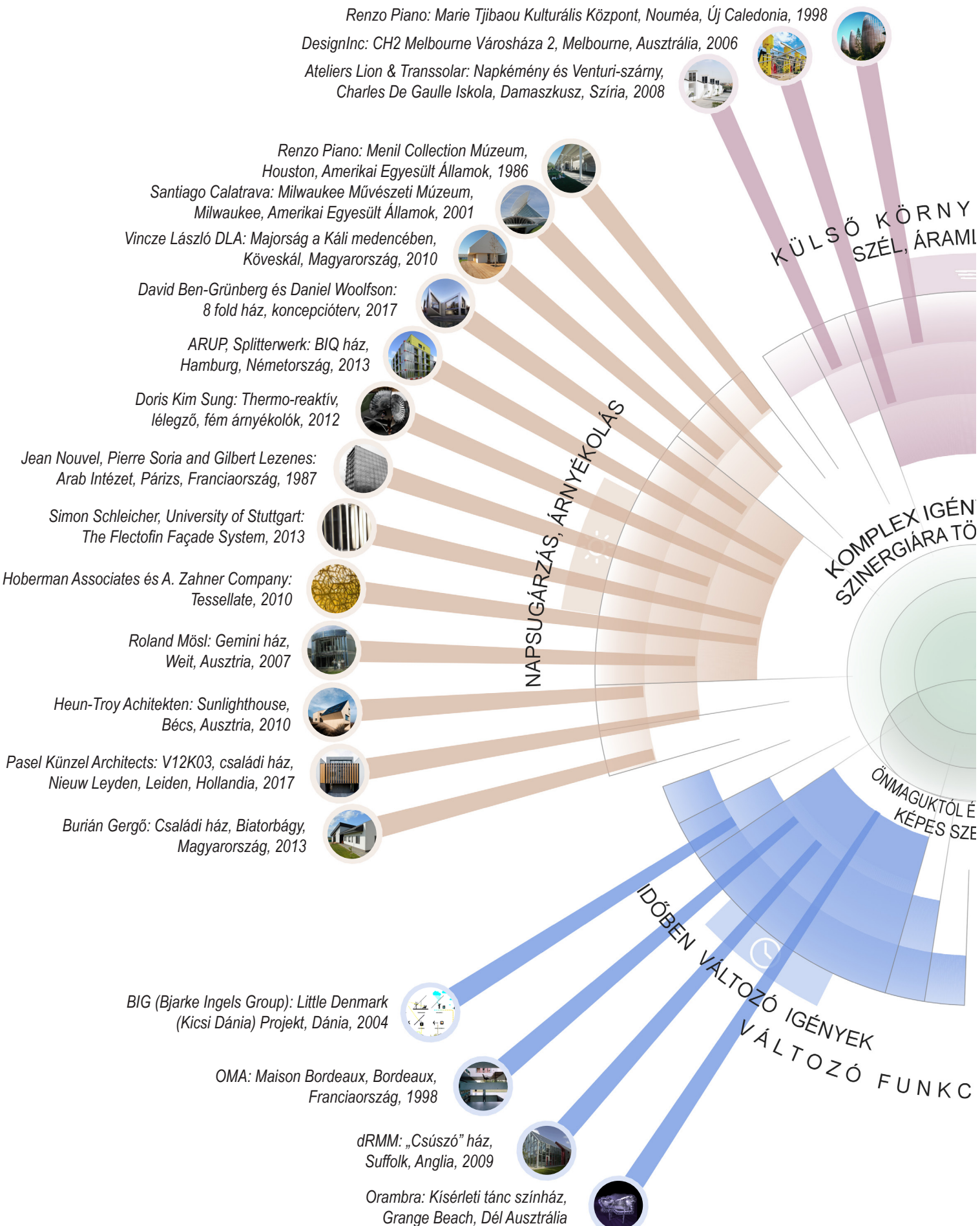
David Benjamin és Soo-in Yang: *Élő üveg* koncepció, 2007
 Forrás: <http://www.interactivearchitecture.org/the-living-architects-david-benjamin-and-soo-in-yang.html>

Orambra: *Préri ház*, Northfield, Illinois, Amerikai Egyesült Államok, 2010-
 Forrás: <http://www.orambra.com/~prairieHouse.html>



■ Kengo Kuma: Meme Meadows, kísérleti ház, Hokkaido, Japán, 2011
Forrás: <https://divisare.com/projects/217217-kengo-kuma-associates-meme-meadows>
<https://www.dezeen.com/2013/01/16/meme-meadows-experimental-house-by-kengo-kuma-and-associates>

A reaktív építészet bemutatott példái:



Barkow Leibinger: Ügyfélközpont és igazgatási épület, Ditzingen, Németország, 2003

Henning Larsen Architects: Energy Flex House, Taastrup, Dánia, 2009

Orambra: Préri ház, Northfield, Illinois, Amerikai Egyesült Államok, 2010

Peter Rich Architects: Mapungubwe Centre, Limpopo, Dél Afrikai Közt., 2009

Kengo Kuma: Meme Meadows, kísérleti ház, Hokkaido, Japán, 2011

Thomas Heatherwick: Al Fayah Park, Abu Dhabi, Egyesült Arab Em., 2014

Enric Ruiz: Cloud9: Media-ITC, Barcelona, Spanyolország, 2011

SITE: Avenue Five, Sevilla World Expo, Spanyolország, 1992

Harvard's Wyss Institute:
Vízre reagáló 4d print, 2016

Achim Menges Architect: HygroSkin-Meteoros.
Pavilion, Stuttgart, Németország, 2013

Vogt Landschaftsarchitekten AG Zürich:
Zürich Zoo, Masoala csarnok, Svájc, 2004

Thomas Herzog: Családi ház Waldmohrban,
Németország, 1984

Hans Peter Wörmel: GucklHupf kísérleti lakóépület,
Bécs, Ausztria, 1993

Nextoffice, (A. Taghaboni, R. Rasouli, F. Aghamohammadi):
Sharifiha Városháza, Teherán, Irán, 2013

Katia Bertoldi, James Weaver and Chuck Hoberman:
„Snapology”, 2016

YuHao Liu és Rui Wu: Propagate tower, Evolo felhőkarcoló pályázat, 2014

Skylar Tibbits, The Molecular Graphics Lab., The Scripps Ins.: The self assembly Line, 2012

Hoberman Associates: Expanding Sphere, Korea Aerospace Research Institute, 2011

Skylar Tibbits, The Molecular Graphics Lab., The Scripps Ins.: Önmaguktól felépülő szerkezetek, 2012

Chris Kievid és Kas Oosterhuis: Muscle NSA, 2003

TECHNOLÓGIAI HATÁSOK

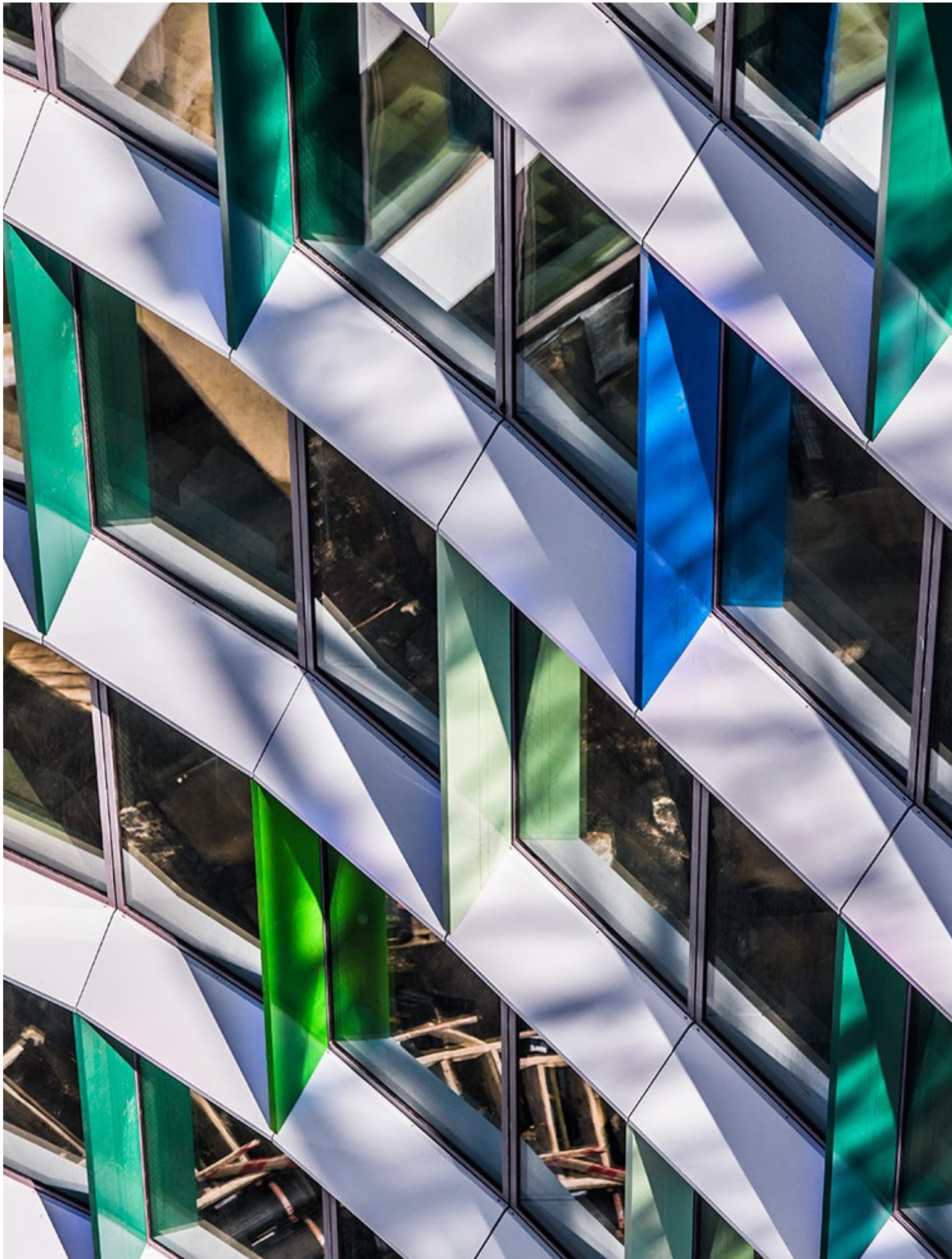
TERVEZÉSI HATÁSOK
KÖRNYELMI ÉPÍTÉS

TERVEZÉSI HATÁSOK
KÖRNYELMI ÉPÍTÉS

TERVEZÉSI HATÁSOK
KÖRNYELMI ÉPÍTÉS

PÁRAKONTROLL

TERVEZÉSI HATÁSOK
KÖRNYELMI ÉPÍTÉS



Budapest One irodaépület, Órmező, Budapest, 2013-, Generál építészeti tervező: Mérték Építészeti Stúdió Kft., Fotó: Rizsavi Tamás
Forrás: <https://www.facebook.com/budapestonebusinesspark/>

MESTERMŰVEK

A meghatározott reaktív építészeti dimenziók egyfajta fejlődési állomásoknak is felfoghatóak. A korábbi korszakok építészeti stílusai után a reaktív építészet dominanciája újfajta tervezési támogató módszernek tekinthető. Az irányzat képviselői először csak terveiken, statikus módon reflektálnak a külső, belső hatásokra, avagy a funkcióra, később már épületeken lévő mozgó szerkezetekkel kívánják az épületet reaktívvá tenni, hosszútávú cél a teljes szinergiára törekvő épületek megtervezése. Ezen változás és fejlődés megfigyelhető munkáimban is. A szubjektív összefoglaló tükröt mutat egyben az elmúlt évek építészeti felfogásainak változásaira is.

2013-, MESTERMŰ II.: BUDAPEST ONE IRODAÉPÜLET, ŐRMEZŐ, BUDAPEST

Az irodaépület tervezését hosszas előkészítés és vizsgálatok előzték meg. Elemeztük az akkor még épülő föld alatti autós közlekedési csomópontot, vizsgáltuk a 4-es metró miatt létrejövő új gyalogos kapcsolatokat, benapozás vizsgálatot, akusztikai és áramlástan alaptérképeket készítettünk a telekről és környezetéről. Mindezek ismeretében illetve figyelembevételével kezdődött meg a tervezési folyamat.

„Az épület tervezése közben számtalan variációt vizsgáltunk és értékeltünk, a megrendelői elvárásokkal összhangban A terepszint és a földszinti épületkontúrt a meglévő és a tervezett gyalogos áramlások figyelembevételével alakítottuk ki....

Az aktuális piaci környezet és megrendelői elvárások olyan optimum-kereső épületet eredményezett, mely együttesen használja ki a telek potenciálját és reagál érzékeny módon a környező, meglévő beépítésekre és hatásokra. Olyan irodaépület tervezése volt a cél, mely elhelyezkedése folytán méltó ikonikus eleme lehet Budapest nyugati kapujának.”⁴⁵

A Budapest One irodaépület tervezésénél tudatosan alkalmaztuk a reaktív tervezés első dimenziójának elveit. Ugyan az épület alapkonceptiója intuitív módon készült el, a funkcióból a székház jellegű programtervből és a helyszínből táplálkozott, ezt követően azonban a forma finomítása, alakítása már reaktív módon történt:

„Elsődleges szempont volt az optimális traktusmélység, a homlokzatok ideális tájolása és árnyékolása, ideális benapozás biztosítása, belső udvari mikroklíma és áramlástechnika, az épületszárnyak egymástól való távolságának maximalizálása, önárnyékok csökkentése, közterek huzatosságának elkerülése, természetes átszellőzés biztosítása, a zajvédelmi irányelvek maximális teljesítése, a megközelíthetőség, kerékpáros és közösségi közlekedés támogatása, a fenntarthatóság, környezettudatos minősítés megszerzése.”⁴⁶

Az épület formáját a belső tér és belső udvar optimális bevilágítása határozta meg. Az íves kialakítás „mélyedéseit”, pontos geometriáját és a szintenkénti eltolások egymáshoz képesti

45 Részlet a Budapest One irodaépület engedélyezési terv építészeti műleírásból, készítette: Mérték Építészeti Stúdió Kft., 2015

46 Részlet a Budapest One irodaépület engedélyezési terv építészeti műleírásból, készítette: Mérték Építészeti Stúdió Kft., 2015

helyzetét benapozás vizsgálatok (árnyékvetés, daylight factor és daylight autonomy vizsgálatok) alapján határoztuk meg. A földszinti bejáratok, lobbyk és kereskedelmi egységeket tartalmazó épülettömegek, az átjárók és a passzázsok formáját, elhelyezkedését és méretét CFD széláramlat vizsgálat segítségével alakítottuk ki, annak érdekében, hogy ne legyenek túlzottan felgyorsuló széláramlatok, gyalogos diszkomfortot okozó területek. A kertben lévő burkolt mezőket, zöld- és vízfelületeket városi mikroklíma elemzés segítségével helyeztük el, csökkentve ezzel a városi hőszigetelést.

(A homlokzat) „inspirációja egyértelműen intenzív, mozgással kapcsolatos jelenségein nyugszik... Az épület homlokzatának hullámozása és lamellái a haladásból fakadó folyamatos változás mellett egy fajta statikus, a mozgástól függetlenített állapotot is rögzítenek. A lamellákból összeadó „test” a haladásra reagálva hoz létre egy dombormű jellegű, erőhatásokat értelmező reliefet.”⁴⁷

A homlokzat színezését és az épület díszvilágítását a forma kiemelésére használtuk fel. A színek és a világítás is rásegít a dizájnrá, kihangsúlyozza a konzolokat és skyardeneket. Az épület burkolatai reaktív módon segítik az alapkoncepció érvényesülését.

A Budapest One irodaépület esetén a reaktív építészet első dimenziójának eszközei hatékonyan segítették a forma finomítását és az építészeti elemek, szerkezetek kiválasztását. Természetesen az épület spekulatív béroda funkciójából adódóan több köztetésnek és megrendelői elvárásnak meg kellett felelni, de a reaktív építészeti felfogás és az ebből táplálkozó a racionális, indokolható döntések meghatározóan befolyásolták az épület formáit, szerkezeit, kialakítását. Ugyan még a kezdeti tervezési fázisokban mozgatható árnyékolók, azaz második dimenziós reaktív szerkezetek szerepeltek az épület homlokzatán, azonban ez költségoptimalizálás után elhagyásra került. Az épület statikus módon, mozgatható elemek, épületszerkezetek nélkül – csak a specifikus tervezéssel - reagál a környezet hatásaira. Az épületen nincsenek mozgó, aktív módon reagáló elemek, nem valósulnak meg a reaktív építészet további dimenziói.

A terv szerzője:

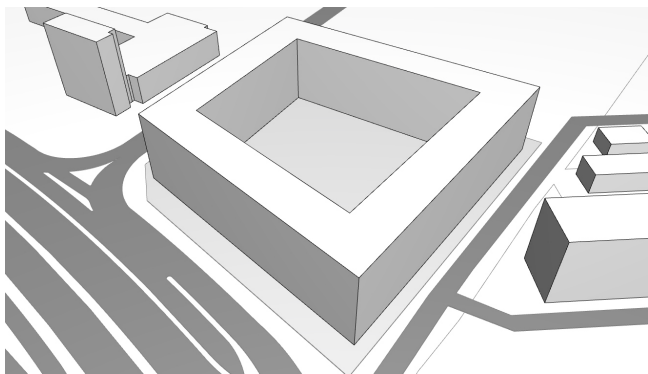
Mérték Építészeti Stúdió Kft.

Felelős tervezők: Dr. Paulinyi Gergely, DLA, Dr. Reith András, PhD, Vámosy István

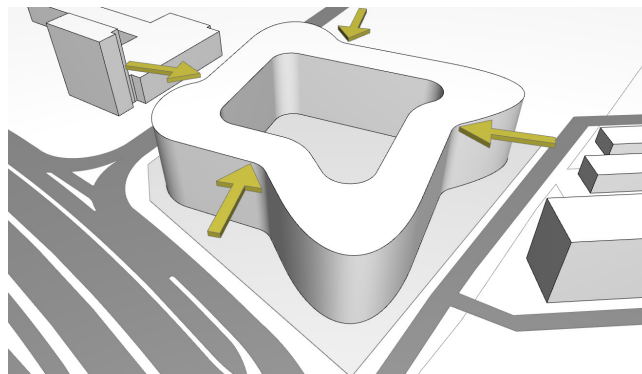
Projektépítésszek: Burián Gergő, Dienes Szabolcs, Kiss Márton, Haaz Imre, Balaskó Miklós

Munkatársak: Abdulrahman Baker, Baranya Tamás, Botzheim Bálint, Czíria Tamás, Csutorka Júlia, Füzy Julianna, Márton Eszter, Móser Balázs, Németh Roland, Ridzi Júlia, Szécsi Margit, Szivák Béla, Vida Lóránt

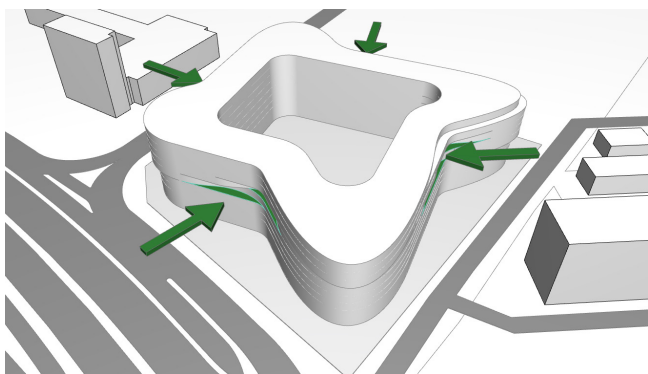
47 *Részlet a Budapest One irodaépület engedélyezési terv építészeti műleírásból, készítette: Mérték Építészeti Stúdió Kft., 2015*



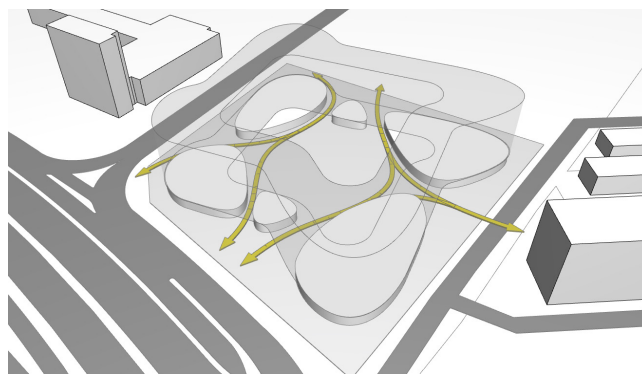
1. Egy ház elvű koncepció kialakítása; ideális traktusméltség; városi köztér kialakítása



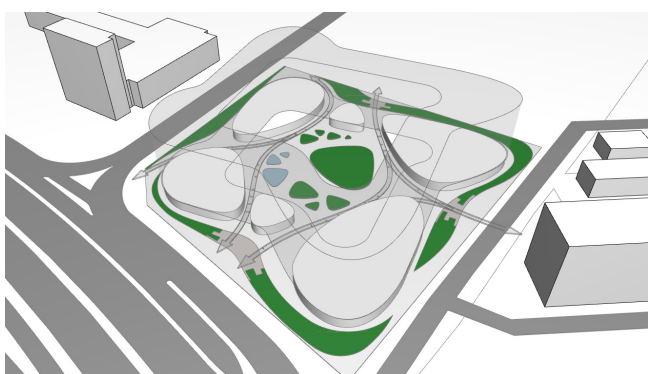
2. Urbanisztikai hatások figyelembevétele; álperspektivikus hatás erősítése; vonalmenti hossz növelése



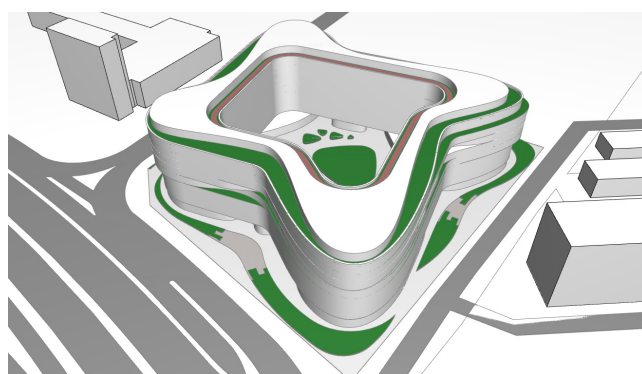
3. Sky gardenek, konzolok megjelenése a homlokzaton; tömeg bontása; ikonikus helyek kiemelése



4. Földszint kikönnyítése a fő gyalogos útvonalak figyelembevételével




5. Belső udvar kialakítása; a zöld, a víz és a burkolt felületek „koptatása” a gyalogos útvonalaknak megfelelően



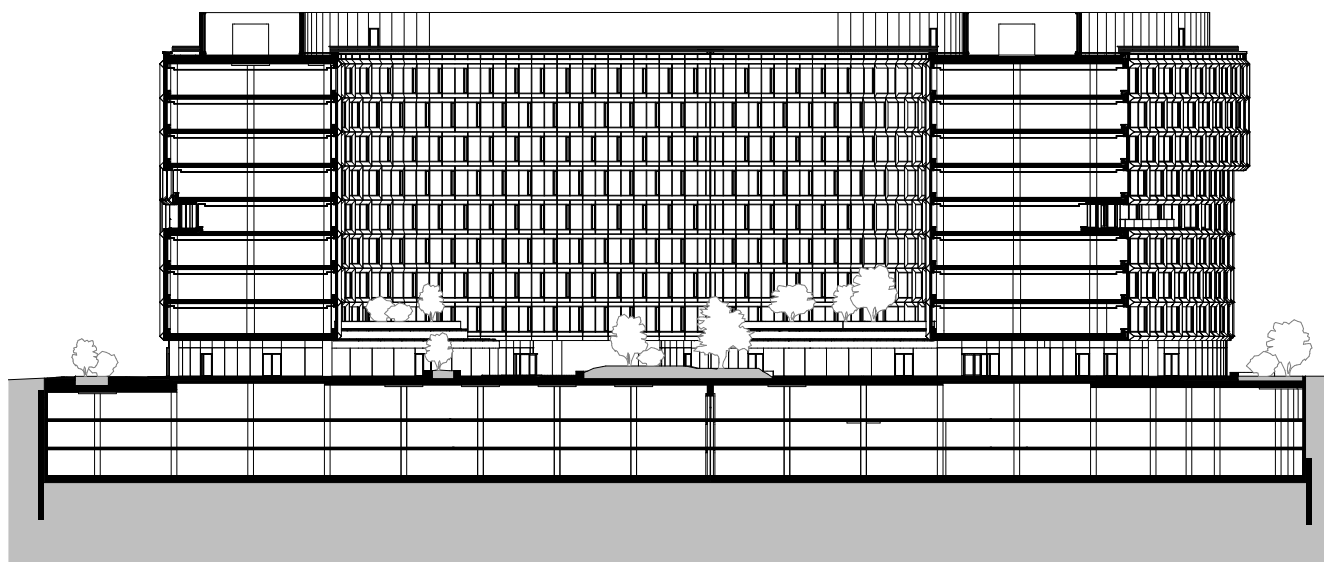
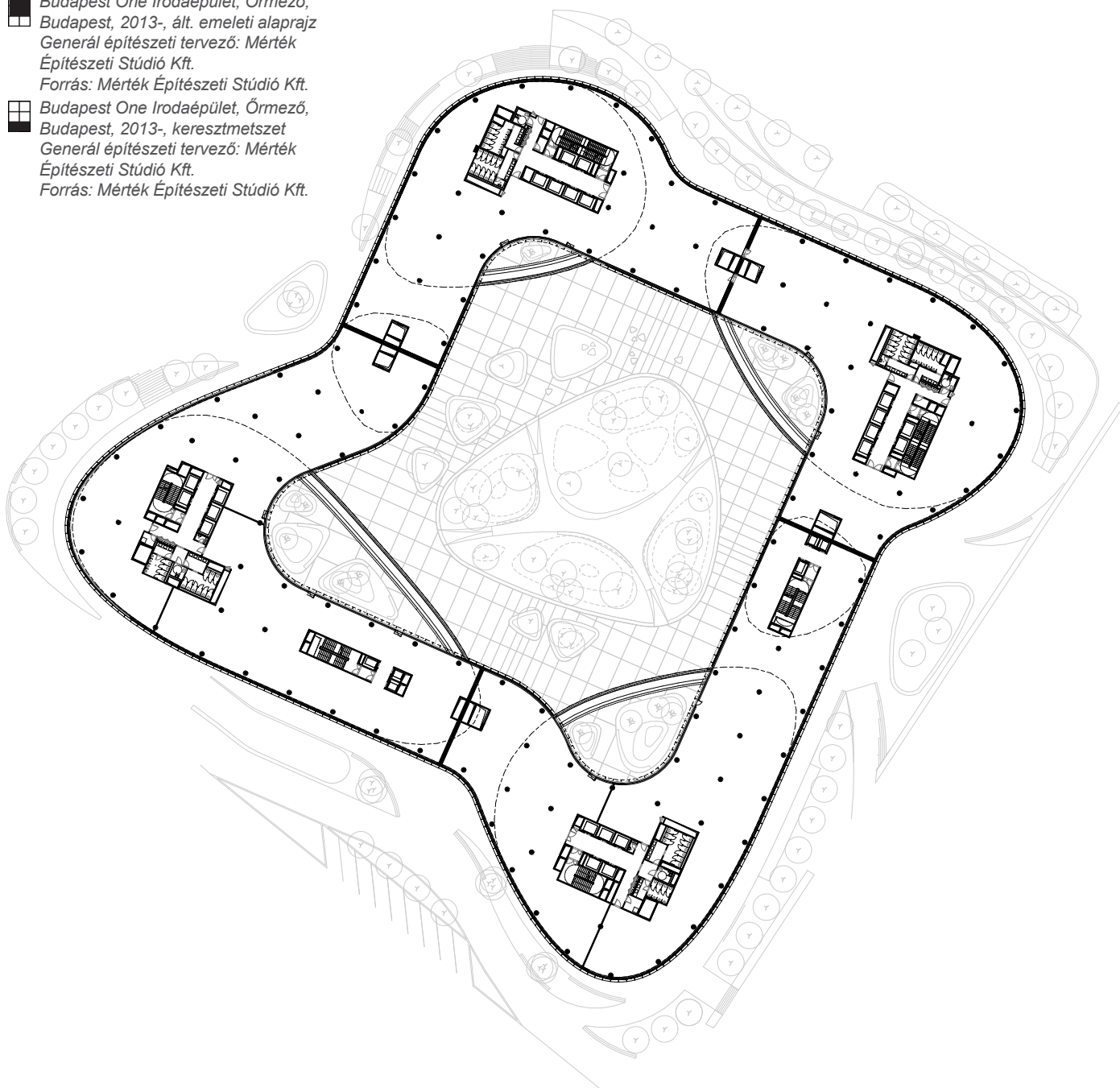
6. Akusztikailag védett gépészeti szint létrehozása; zöldfelületek, futópálya kialakítása

■ Budapest One Irodaépület, Őrmező,
 Budapest, 2013-, a koncepció
 kialakulása Generál építészeti tervező:
 Mérték Építészeti Stúdió Kft.
 Forrás: Mérték Építészeti Stúdió Kft.




 Budapest One Irodaépület, Őrmező,
 Budapest, 2013-, látványtervek
 Generál építészeti tervező: Mérték
 Építészeti Stúdió Kft.
 Forrás: Mérték Építészeti Stúdió Kft.

- Budapest One Irodaépület, Órmező,
Budapest, 2013-, ált. emeleti alaprajz
Generál építészeti tervező: Mérték
Építészeti Stúdió Kft.
Forrás: Mérték Építészeti Stúdió Kft.
- Budapest One Irodaépület, Órmező,
Budapest, 2013-, keresztmetszet
Generál építészeti tervező: Mérték
Építészeti Stúdió Kft.
Forrás: Mérték Építészeti Stúdió Kft.





■ Budapest One irodaépület, Őrmező, Budapest, 2013-, Generál építészeti tervező: Mérték Építészeti Stúdió Kft., Forrás: Mérték Építészeti Stúdió Kft.

■ Budapest One irodaépület, Őrmező, Budapest, 2013-, Generál építészeti tervező: Mérték Építészeti Stúdió Kft., Fotó: Rizsavi Tamás Forrás: <https://www.facebook.com/budapestonebusinesspark/>

2018-2020, MESTERMŰ II.: ZUGLÓ ECOHOUSING KÖRNYEZETTUDATOS SZOCIÁLIS BÉRLAKÁSTÖMB, BUDAPEST

Zuglóban tervezett bérlakás az Európai Unió támogatásával valósul meg. A megvalósításban több mérnökszervezet, oktatási intézmény, szociális szervezet, illetve a helyi önkormányzat is részt vesz, akik együtt, partnerként felelősek a teljes projekt létrejöttéért, ami magába foglalja az épületprogram kialakítását, az épület megtervezését és megvalósítását, a lakók kiválasztását, edukálását, a közösség kialakulásának támogatását és a projekt utókövetését, monitorizálását is. Az épület megtervezése a mi feladatunk volt.

„A co-housing modelleken alapuló lakásfejlesztések napjainkban egyre nagyobb teret hódítanak a világban. A modell lényege, hogy a társasházba, bérházba beköltöző lakók közösséget alkotva alakítják saját környezetüket, működtetik épületüket, használják az erre a célra kialakított, az általánosnál bővebben biztosított közös tereit. A tervezett épületnél kifejezett cél volt az UIA pályázati kiírást követve a co-housing elvek alkalmazása. Az épület terveinek elkészítése során a közösségi tervezés módszereit is alkalmaztuk, fókuszcsoportos interjúk során modelleztük a majdani lakók igényeit, és használati preferenciáit.”⁴⁸

Az épület megtervezésénél kiemelt figyelmet fordítottunk a következőkre:

- „közösségi életet lehetővé tévő, közös használatú külterek (közösségi kert és fedett-nyitott közösségi közlekedő folyosó) létrehozása
- közösségi multifunkciós terem létrehozása, mobil térelválasztóval a földszinten
- alacsony rezsi költségek, a környezettudatos életvitel biztosítása
- letisztult építészeti megformálás, jól megvilágított, funkcionálisan átlátható, vizuális kertkapcsolattal rendelkező terek, illetve jó minőségű burkolatok
- társadalmi helyzet szerinti sokszínűség, többféle, kisebb-nagyobb lakástípust is tartalmazó lakásmix
- hátrányos helyzetűek támogatása, akadálymentesítés”⁴⁹

„Az épület tervezésénél fontos szempont a környezettudatosság. Mind az anyaghasználatban, mind a formai kérdésekben szerepet játszik, hogy alacsony fenntartási költségű, minimális környezeti terhelésű épület valósuljon meg.”⁵⁰

Ezek miatt is az épület formálásánál figyelembe vettük, hogy a bérlakások a lehető legdemokratikusabb módon, egységesen kapjanak természetes napfényt. Ennek érdekében az épületet 3 tömbre bontottuk szét, köztük nagy közösségi felületet, folyosórendszert alakítottunk ki, eltartva azt a privát lakótérektől. A folyosórendszer nyitott kialakítása miatt

48 Részlet a Zugló EcoHousing Környezettudatos Szociális Bérlakástömb engedélyezési terv építészeti műleírásból, készítette: ABUD Kft., 2020.

49 Részletek a Zugló EcoHousing Környezettudatos Szociális Bérlakástömb engedélyezési terv építészeti műleírásból, készítette: ABUD Kft., 2020.

50 Részlet a Zugló EcoHousing Környezettudatos Szociális Bérlakástömb engedélyezési terv építészeti műleírásból, készítette: ABUD Kft., 2020.

biztosítani tudja a belső udvar természetes, nyári kiszellőzését is. Az optimális benapozást szimulációk segítségével, több verzió esetén mértük és folyamatosan kontroláltuk. Azt a verziót választottuk ki, mely az optimumnak volt tekinthető, ezáltal a tömbök helyzetét és alakját, azaz az épületformát is befolyásolták az első dimenziós reaktív tervezési elvek.

„A három tömbből álló elrendezés minimális alapterülete lehetővé teszi egy változatos, közös kert kialakítását is játszótérrel, nagy méretű füvesített területekkel, mely védettsége miatt kisgyermekes családok számára is előnyös, miközben az egyes épülettömbök számára biztosítottuk a megfelelő mennyiségű természetes fényt.”⁵¹

Az épület tetőformáját és hajlásszögét úgy határoztuk meg, hogy arra optimálisan legyenek elhelyezhetők napelemek. A délre néző tetők teljes felületükön napelem fedést kaptak.

Az épület megjelenő nyílászárókat, bevilágító felületeket a mögöttes funkciók alapján méreteztük és terveztük meg, annak érdekében, hogy élhető belső terek jöjjenek létre, egyben optimális (fűtési) és hűtési gépészeti kapacitásokat kelljen az épület számára biztosítani. Emiatt az előírásoknál vastagabb hőszigetelést, illetve zsalus árnyékoló rendszert terveztünk a délre néző ablakok elé. Utóbbiak a gépészetet vezérlő rendszerrel összeköttetésben állnak, ezáltal ha a lakók nyáron nem használják, a felesleges, pazarló hűtés kikapcsol az adott lakásban. Az árnyékoló rendszer kezdetleges, második dimenziós reaktív rendszernek tekinthető. Ugyanezen elv mentén a lakások egy részében gépi szellőztetés lesz, ami kikapcsol, ha az ablakokat nyitva hagyják. A gépi szellőztetés hatékonysága összevethető lesz a hasonló, szellőztetéssel nem rendelkező lakásokkal.

„Az épület tervezését alapjaiban meghatározó másik szempont, az előbbieken részletezett co-housing életmód hangsúlyozása, a lakók egy közösségként való együttlétének támogatása, közös, privát, félprivát, illetve a szociális kapcsolatok számára interakciós terek létrehozásával”⁵², illetve a fenntartható életvitel támogatásával. Emiatt a lakások fejlett, smart szenzorokkal és kijelzőkkel lesznek ellátva, amik folyamatosan monitorozzák a lakások energiateljesítményét, a lakók szokásait, ezáltal is sarkallva őket a gazdaságos és tudatos életvitelre. A lakásokban megjelenő kijelzők azonnali visszajelzést adnak, ezáltal reakcióra készítetik a lakókat.

A terv szerzője:

Generáltervező: ABUD Kft.

Szakági koordinátor: Paulinyi & Partners Zrt.

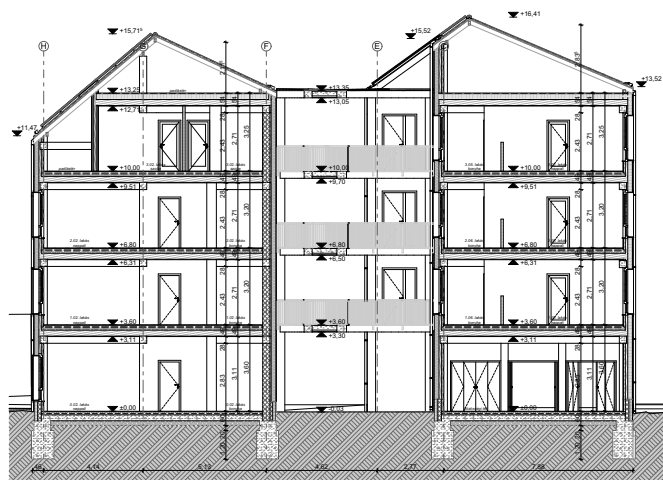
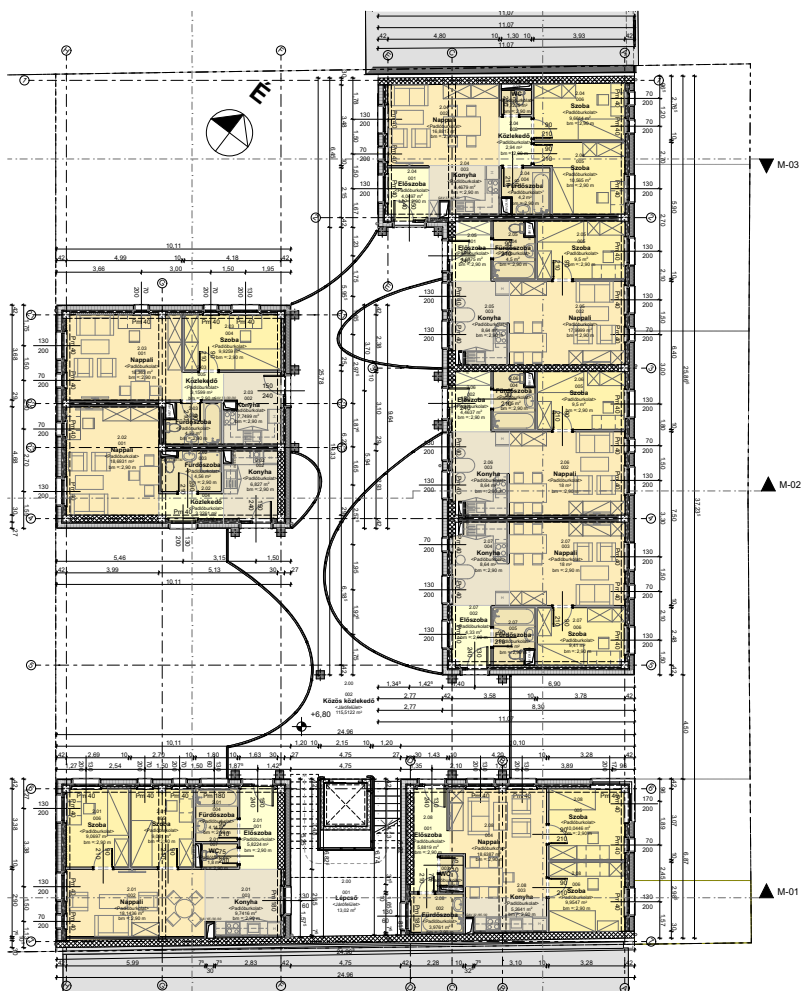
Felelős tervezők: Dr. Reith András PhD, Burián Gergő




Projektvezető: Bötkös-Fülöp Orsolya

Építésszek: Botzheim Bálint, Gerzsényi Tibor, Németh Roland, Rádai Mária, Simon Edina, Szulágyi Zsófia, Tihanyi Kristóf, Pákh Andor


51 *Részlet a Zugló EcoHousing Környezettudatos Szociális Bér lakástömb engedélyezési terv építészeti műleírásból, készítette: ABUD Kft., 2020.*

52 *Részlet a Zugló EcoHousing Környezettudatos Szociális Bér lakástömb engedélyezési terv építészeti műleírásból, készítette: ABUD Kft., 2020.*



- 
 Zugló EcoHousing Környezettudatos Szociális Bérletkötő, Budapest, 2018-2020., általános emeleti alaprajz
 Generál építészeti tervező: ABUD Kft.
 Forrás: ABUD Kft.
- 
 Zugló EcoHousing Környezettudatos Szociális Bérletkötő, Budapest, 2018-2020., keresztmetszet
 Generál építészeti tervező: ABUD Kft.
 Forrás: ABUD Kft.
- 
 Zugló EcoHousing Környezettudatos Szociális Bérletkötő, Budapest, 2018-2020., utcakép és homlokzat
 Generál építészeti tervező: ABUD Kft.
 Forrás: ABUD Kft.




 Zugló EcoHousing Környezettudatos
 Szociális Bérletkástomb, Budapest,
 2018-2020., látványtervek
 Generál építészeti tervező: ABUD Kft.
 Forrás: ABUD Kft.

2014-2020, MESTERMŰ III.: PANNON PARK BIODÓM, A FŐVÁROSI ÁLLAT- ÉS NÖVÉNYKERT BŐVÍTÉSE, BUDAPEST

„A Fővárosi Állat- és Növénykert 10,8 hektárnyi klasszikus területe több lépésben, 7,9 hektárral bővül: ebből 6,5 hektár a megszűnt Vidámpark egykori területe. Az Állatkert igyekszik megszüntetni legnagyobb üzemeltetési problémáját, a látogatók periodikus látogatási szokásait, ami világjelenségként jelentkezik az állatkertek világában. Jó időben történik az állatkerti látogatások zöme, míg a téli időszakban lényegesen kevesebben keresik fel a fővárosi intézményt. Mindezek, és a Széchenyi Fürdő termálvize fölös hulladékújrahasznosítása, a terület zajos jellege és az állatkertészeti tendenciák követése miatt az Állatkert nem a pavilonos, külön állatházak jellegű beépítést, hanem Európa legnagyobb Biodómjának felépítését tűzte ki céljává.”⁵³

„A projekt legfőbb látványossága a Pannon Parkban elhelyezett Biodóm, mely egy olyan szabályozott és élőház jellegű klímával rendelkező, nagy alapterületű és belmagasságú, domszerű csarnokszerkezet, mely alkalmas télen-nyáron az állatok természetes környezetét imitáló zárt ökoszisztémaként működő világ bemutatására.”⁵⁴ Az épület nagy mérete és a szükségszerűen „üvegház” jellegű kialakítása miatt a tervezés kezdetekor nyilvánvaló volt, hogy az üzemeltetési és a fenntartási költségek minimalizálására kiemelt figyelmet kell fordítani. Ezt a reaktív építészet első és második dimenziós eszközeivel lehetett hatékonyan elérni.

„A minél teljesebb látogatói élmény megteremtése érdekében a legújabb technológiákat és tervezési eszközöket alkalmaztuk, hogy a leoptimalisabban és legracionálisabban megépíthető és üzemeltethető legyen az épület. Az állatokat és növényeket a látogatók a bemutatott élettér klímáját imitáló – de még fenntarthatóan üzemeltethető – optimális komfort körülmények között zavartalanul figyelhetik meg az év összes napján.”⁵⁵

A tervezés közben - a korábban bemutatott épületeknél már ismertetett - több első dimenziós reaktív tervezési elvet alkalmaztunk. Az épület tartószerkezetének pontosabb méretezése és a szélteher pontosabb meghatározása érdekében szélcsatorna vizsgálatnak vetettük alá a Biodómot. „Az épület meghatározó eleme az acél rácsszerkezet fedés, melynek kialakítása is az optimális tartószerkezeti működés eredménye. Emiatt alakítottuk ki a keresztmetszeteket kötélgörbeszerű formák szerint, illetve a rácsosztás ezen elvek miatt lett a legracionálisabb méretekkel rendelkező háromszög szerkezetű. A térelhatárolást az elsődleges tartószerkezetre szerelt ETFE fóliapárnák alkotják, mely anyag fényáteresztési képessége és kialakítása miatt a leoptimalisabb választás állat- és növényházak esetén.”⁵⁶

53 Részlet a Pannon Park Biodóm engedélyezési terv építészeti műleírásból, készítette: Mérték Építészeti Stúdió Kft., 2015

54 Részlet a Pannon Park Biodóm engedélyezési terv építészeti műleírásból, készítette: Mérték Építészeti Stúdió Kft., 2015

55 Részlet a Pannon Park Biodóm engedélyezési terv építészeti műleírásból, készítette: Mérték Építészeti Stúdió Kft., 2015

56 Részlet a Pannon Park Biodóm engedélyezési terv építészeti műleírásból, készítette: Mérték Építészeti Stúdió Kft., 2015

A belső légállapotokat CFD modellezés és benapozás vizsgálat segítségével vizsgáltuk és méreteztük. Igyekeztük a melegkedvelő állatok kifutóit, a melegtűrő növényeket a vizsgálatok alapján megállapított felhevülésre képes területekre tervezni, míg az erre érzékeny élőlényeket a hűvösebb helyekre telepítettük. Élőház jellegű épületet kívántunk létrehozni.

Az épület tervezése során több második dimenziós reaktív tervezési eszközt, lehetőséget elemeztünk és fontolóra vettünk azok betervezését. Az ETFE fóliapárnák 3 fólia rétegből és 2 légkamra rétegből állnak. A párnákat folyamatosan légnyomás alatt kell tartani, annak érdekében, hogy formájukat megtartsák. Amennyiben a 2 légkamrát más nyomással látjuk el, szabályozhatjuk a középső fóliaréteg pozícióját, az a külső, a középső és a belső síkra is állítható. A fóliarétegek különböző nyomás alá helyezésével és így a középső fólia mozgásával lehetőség nyílik azokat árnyékolóként is hasznosítani. A középső és külső fóliarétegen szereplő négyzethálós nyomtatás a középső fólia külső pozícióban teljesen árnyékolt állapotot hoz létre, középső pozícióban félig árnyékolt, félig fényáteresztő állapotot teremthet. A téli hőnyereség maximalizálása, illetve a Biodómban lévő állatok és növények nagy UV fény igénye miatt ezt az árnyékolási technológiát végül elvetettük, csupán statikus módon terveztünk meg nyomtatott és víztiszta fóliapárnákat a téli-nyári optimális benapozás figyelembe vételével.

A nyári üvegházhatás megelőzése érdekében - engedélyezési terv szinten - külső oldalon lévő, mozgatható vászon napvitorlákat terveztünk. A háromszög alakú napvitorlák 3-as csoportonként összefogva, írisz szerűen lettek volna mozgathatók, ezáltal optimális módon biztosítva az árnyékolást. A mozgatható árnyékolók egyben karakteres képet adtak volna a Biodómnak, a külső látványt dominánsan határozták volna meg. Az árnyékolók programozott, összefogott mozgása különös, dinamikus, változó külső megjelenést adott volna az épületnek. A technológia a költségek csökkentése miatt a kivitelezés fázisban el lett vetve, helyette a déli oldalon, a nyári időszakban fixen telepített és rögzített árnyékolók lesznek az épületen. Az árnyékolás hatékonysága ezzel jelentősen csökkent, a dinamikus jelleg nem lesz tetten érhető, ugyanakkor a nyári állapotban az árnyékoló vásznak szintén befolyásolják a Biodóm kinézetét.

A belső tér klíma állapotainak tervezésekor felismertük a víz párolgásának hűtő, evaporizációs hatását, melyet aktívan használunk ki. A Biodómban lévő vízfelületek mérete, a vízesés vízhozama változtatható, ezzel szabályozhatóvá vált a párolgó vízmennyiség és így annak hűtő hatás. A hűtő hatás maximalizálása és a nyári hűtési kapacitási igény csökkentése érdekében az eredeti elképzelésekhez képest több növényt telepítettünk az épületbe, hiszen a növények nyári párolgásukkal jelentős hűtési potenciállal rendelkeznek.

A szükséges légcseré és szellőztetés érdekében az épület peremén szabályozható légbeömlő nyílásokat, zsalukat, míg az épület magaspontjain nyitható kupolákat helyeztünk el, melyek a törvényszerű huzathatás alapján légmozgást generálnak, így biztosítják a felmelegedett levegő eltávolítását. A nyitható elemek optimális esetben biztosítják, hogy az épületben természetes légcseré jöjjön létre, ezáltal gépi szellőztetés nélkül legyen megoldva az épület friss levegő ellátása és hűtése. Ugyan a végső kialakításnál a Biodómon lévő, virágminta-szerűen elrendezett, nyitható kupolák nem az eredeti formában és kialakításban lettek megépítve a költségcsökkentése miatt, még így is az épület meghatározó külső karakterét adják.

A Biodóm épülete esetén előtérbe került a reaktív építészeti felfogás, az élőház koncepció következménye képen megvalósult a reaktív építészeti tervezés első és második dimenziója. A vonatkozó elvek és ezzel kapcsolatos vizsgálatok meghatározóan alakították az épület formáját, kialakítását, aminek következményeként újfajta épületformákat, épületelemeket és szerkezeteket lehet megfigyelni.

A terv szerzője:

Mérték Építészeti Stúdió Kft. és Paulinyi-Reith & Partners Consultancy Kft.

Felelős tervezők: Dr. Paulinyi Gergely DLA, Dr. Reith András PhD, Dr. Anthony J. Gall PhD

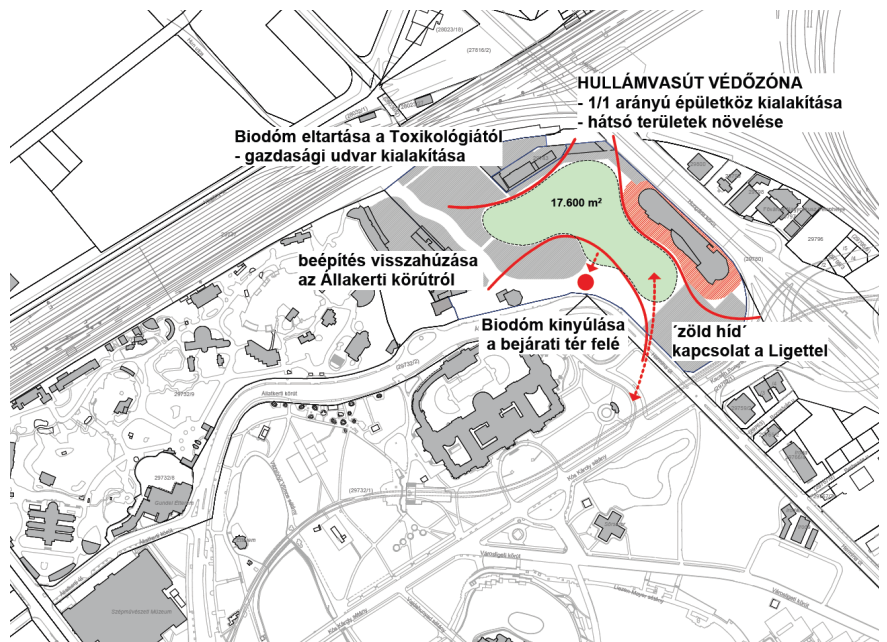
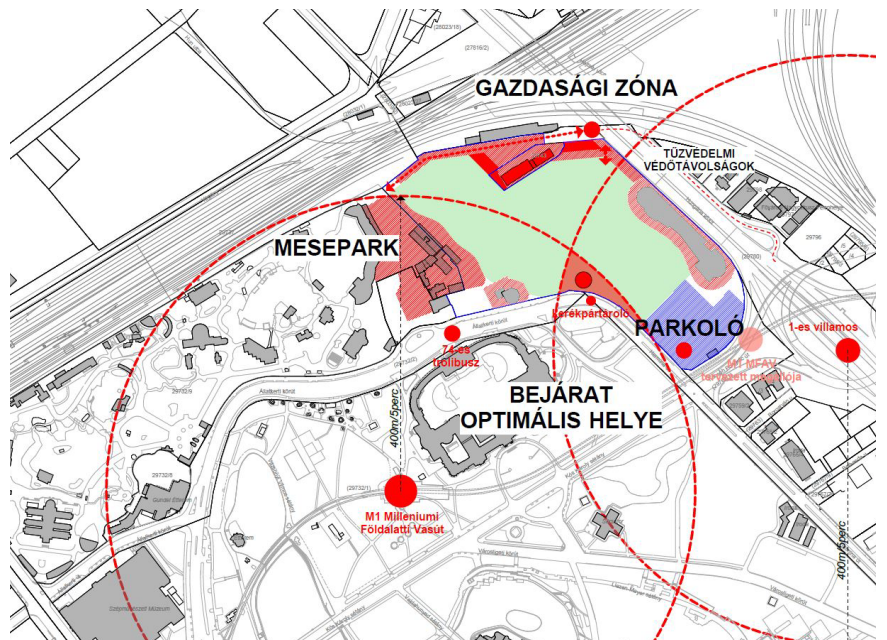
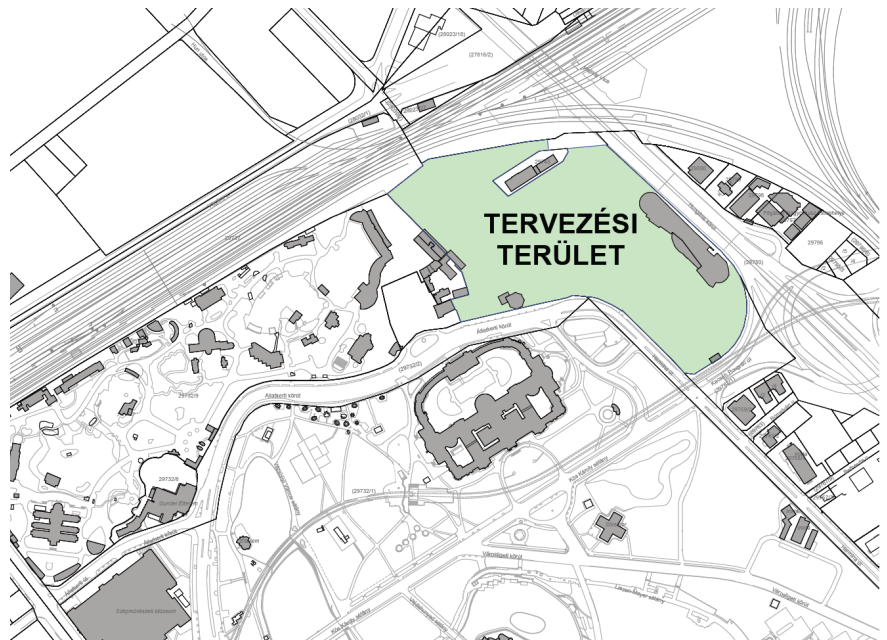
Projektvezető: Vámosy István


Építész főmunkatárs: Burián Gergő, Debreczeni András, Molnárka Gergely PhD

Project koordinátor: Varga S. Gabriella

Építészek: Ágó Attila Mátyás, B. Terbe Erzsébet, Baranya Tamás, Botzheim Bálint, Debreczeni Péter, Fürnstáhl Anett, Kiss Csaba, Lendvai Péter, Mészáros Béla, Pákh Andor, Reviczky Zalán, Rónai Titusz, Somodi-Ridzi Júlia, Szécsi Margit, Szőke Ferenc, Vida Lóránt

A bemutatott épületeken jól látható a fejlődés, mely a kortárs építészeti tervezésben is megfigyelhető. A tisztán formalista, önkényes művészi intuíciót előtérbe helyező tervek, formai játékok, kísérletek elképzelések visszaszorulnak, helyettük a kortárs építészet egy irányzatában a racionális gondolkodás és döntések sorozata kerül előtérbe. Az indokolt döntések sorozatát leginkább a reaktív tervezési elvek alapján, illetve több számítógépes szimuláció alapján pontosítottuk. Ezek a szimulációk elsősorban a környezet külső, fizikai hatását elemezték, a legtöbb esetben a benapozást, az épület hőháztartását, a páracontrollt és a természetes légcserét került a vizsgálatok középpontjába, és mindezek alapján az épületek kialakítása, részletképzése pontosodott, finomodott. A tervezési eszközök, épületszerkezetek és technológiák fejlődésével egyre komplexebb és több dimenziót alkalmazó reaktív épületek jöhettek létre. A reaktív tervezés következményei gyakorta az épület megjelenését karakteresen módosítják, újfajta épületelemek és szerkezetek válnak az épület meghatározó elemévé.



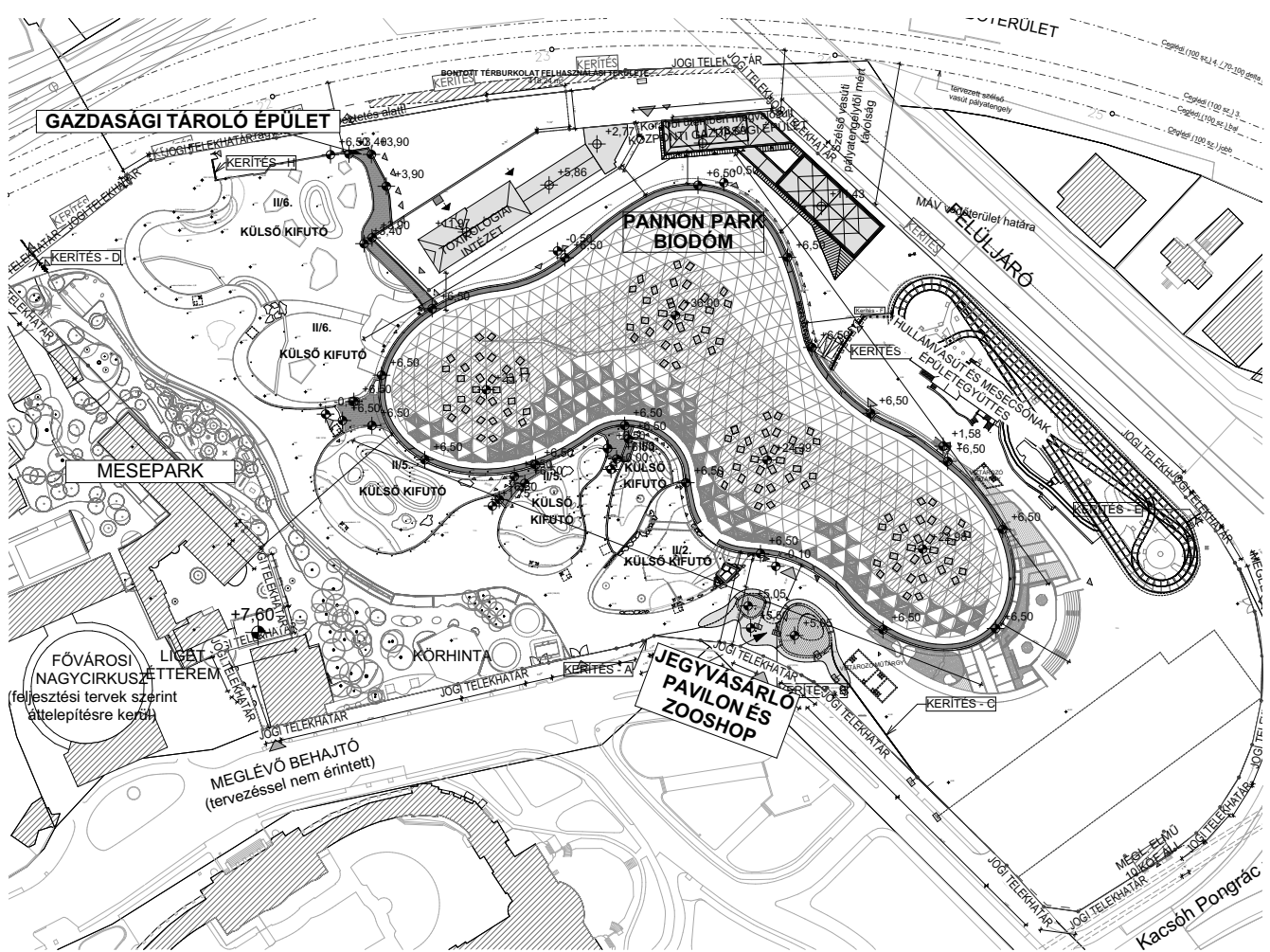
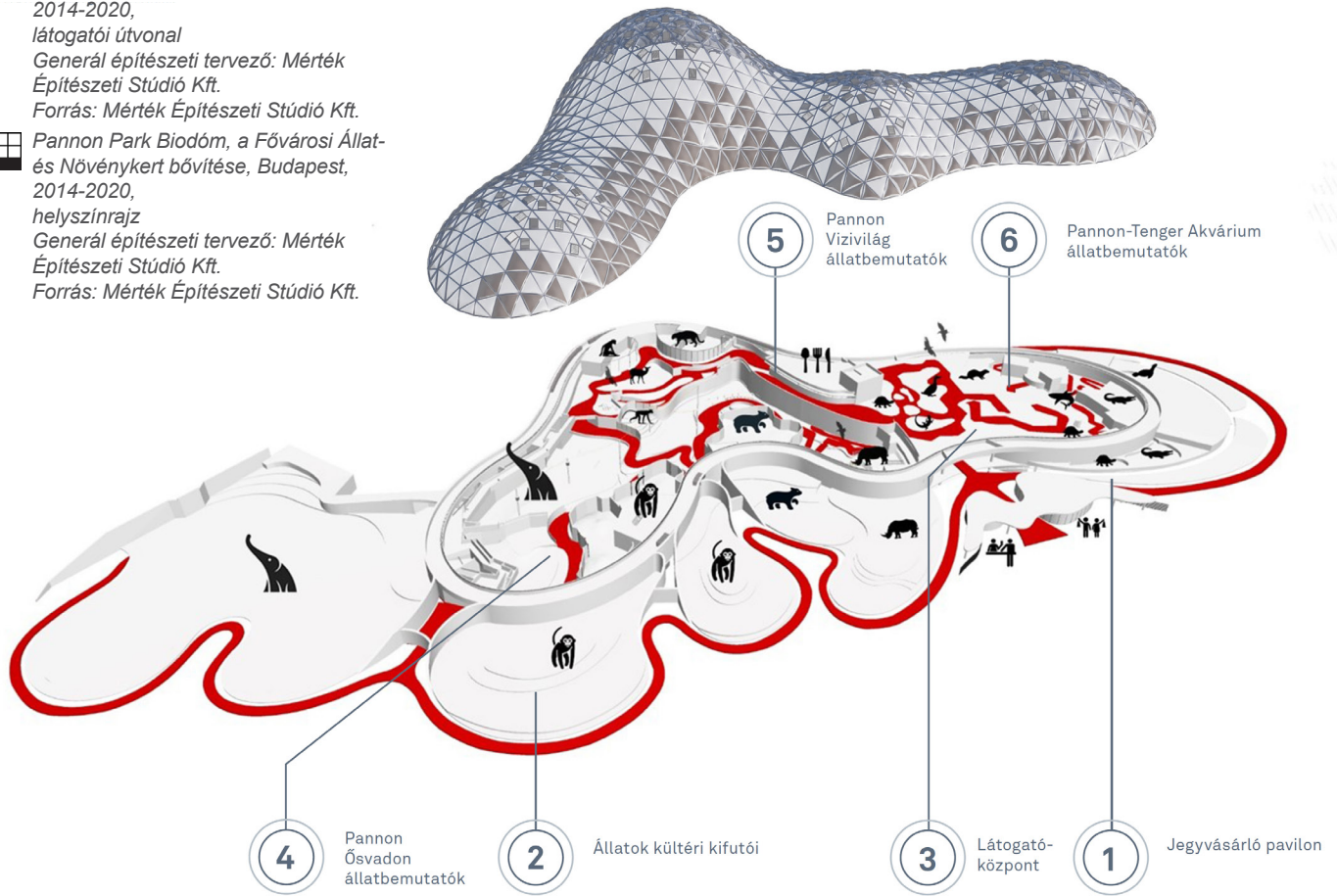

Pannon Park Biodóm, a Fővárosi Állat- és Növénykert bővítése, Budapest, 2014-2020,
 az épület formájának kialakulása
 Generál építészeti tervező: Mérték Építészeti Stúdió Kft.
 Forrás: Mérték Építészeti Stúdió Kft.

■ Pannon Park Biodóm, a Fővárosi Állat- és Növénykert bővítése, Budapest, 2014-2020, látogatói útvonal

Generál építészeti tervező: Mérték Építészeti Stúdió Kft.
Forrás: Mérték Építészeti Stúdió Kft.

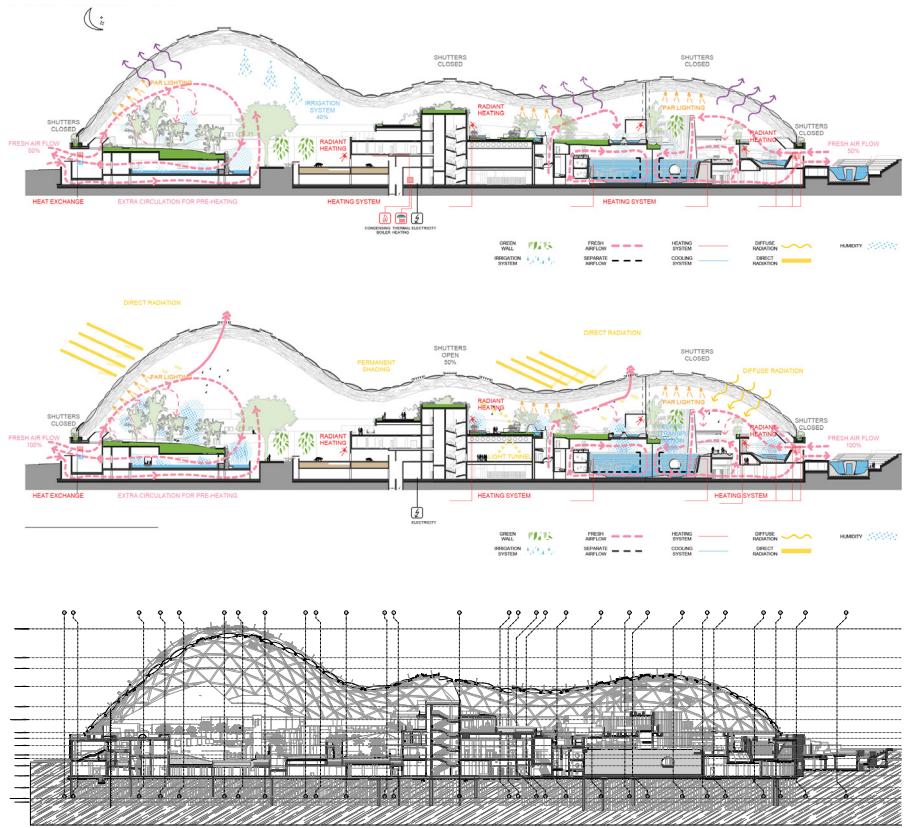
■ Pannon Park Biodóm, a Fővárosi Állat- és Növénykert bővítése, Budapest, 2014-2020, helyszínrajz

Generál építészeti tervező: Mérték Építészeti Stúdió Kft.
Forrás: Mérték Építészeti Stúdió Kft.




█ Pannon Park Biodóm, a Fővárosi Állat- és Növénykert bővítése, Budapest, 2014-2020, sematikus metszetek és működési ábra
Generál építészeti tervező: Mérték Építészeti Stúdió Kft.
Forrás: Mérték Építészeti Stúdió Kft.


█ Pannon Park Biodóm, a Fővárosi Állat- és Növénykert bővítése, Budapest, 2014-2020, Generál építészeti tervező: Mérték Építészeti Stúdió Kft., Fotó: Budapest Images, Bódis Krisztián, Forrás: <https://www.facebook.com/budapestimages/>







 Pannon Park Biodóm, a Fővárosi Állat-
és Növénykert bővítése, Budapest,
2014-2020,
látványtervek
Generál építészeti tervező: Mérték
Építészeti Stúdió Kft.
Forrás: Mérték Építészeti Stúdió Kft.

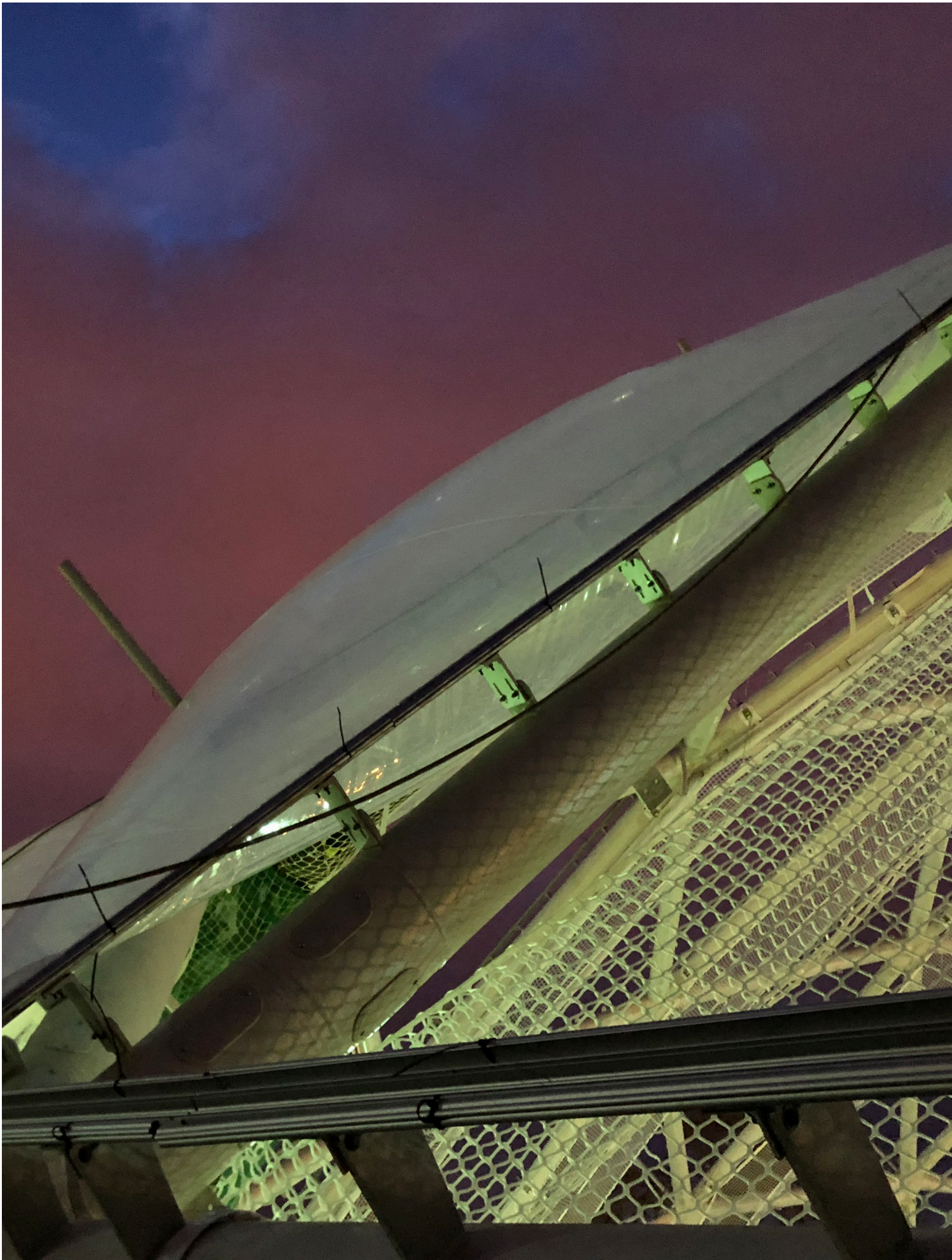


 Pannon Park Biodóm, a Fővárosi Állat-
 és Növénykert bővítése, Budapest,
 2014-2020,
 Generál építészeti tervező: Mérték
 Építészeti Stúdió Kft.,
 Fotó: Reviczky Zsolt

 Pannon Park Biodóm, a Fővárosi Állat-
 és Növénykert bővítése, Budapest,
 2014-2020,
 Generál építészeti tervező: Mérték
 Építészeti Stúdió Kft.,
 Fotó: Reviczky Zsolt

 Pannon Park Biodóm, a Fővárosi Állat-
 és Növénykert bővítése, Budapest,
 2014-2020,
 Generál építészeti tervező: Mérték
 Építészeti Stúdió Kft.,
 Fotó: Rónai Tamas





*Pannon Park Biodóm, a Fővárosi Állat- és Növénykert bővítése, Budapest, 2014-2020., Generál építészeti tervező: Mérték Építészeti Stúdió Kft.
Forrás: Saját kép*

KIVONAT, TÉZISEK - ABSTRACT, THESES

FIZIKAI HATÁSOKRA REAKTÍV TERVEZÉSI MÓDSZEREK A KORTÁRS ÉPÍTÉSZETBEN

Doktori értekezés

Szerző: BURIÁN GERGŐ

Témavezető: NAGY TAMÁS †, DLA, egyetemi tanár

Külső Konzulens: PAULINYI GERGELY, DLA

Budapest, 2021.

A doktori disszertáció célja, hogy a kortárs építészetben keressen olyan tervezési módszert, mely elemei újszerűek, nagyfokú fejlődésen megy keresztül és hatásai megfigyelhetők az épületeken. Ilyennek tekintem a reaktív módon történő tervezést, mely módszer - tudatosan, vagy kevésbé tudatosan - szélesebb körben válik korunk építészeti tervezésének fontos részévé, a tervezést támogató eszközzé. Vizsgáltam, hogy ez a tervezési módszer hatott-e a megvalósult épületekre, milyen új épületszerkezetek, épületelemek vagy épületformák terjedtek el ezáltal és ezeknek milyen kihatásuk képzelhető el a jövőre nézve.

A reaktív tervezési módszer - szűken értelmezve - az épületterv vagy a megvalósult épület valamilyen fizikai hatás, azaz külső környezetére és/vagy belső funkcionális igények szerinti reagálását jelenti. Ez a fajta racionális hozzáállás felfogható a teljes tervezési folyamatot segítő módszernek is. A reaktív építészet tágabb értelmezése során a fizikai hatások mellett az építész a kulturális és társadalmi aspektusok szerint a pontos és megalapozott funkcionális igényekből, a helyszínből és a klimatikus viszonyokból kiindulva hoz létre ezekre reagáló, változásra képes és így fenntartható épületet.

A válaszreakciók megjelenése, mélysége, azaz hatékonysági foka szerint a reaktív építészeti elemek megjelenését három dimenzióba csoportosítottam. Az első dimenzióknak nevezem azt, amikor a reaktív építészet alapelvei csak a tervezésben jelentkeznek. A második dimenziójának a mozgatható épületelemekkel, mozgó szerkezetekkel rendelkező épületeket értem. A harmadik dimenzióban a tervezők célja olyan anyagok, épületszerkezetek, majd később teljes épületek létrehozása, melyek önmagukba kódolva, automatikusan képesek az őket érő hatásokra reagálni és változni.

Bizonyítom, hogy a reaktív építészeti módszerek a kortárs építészeti tervezésben dominánsam jelen vannak. Az így létrejött, újszerű anyagok, épületszerkezetek karakteresen átalakíthatják az épületeket és azok használatát. A reaktív anyag- és épületkísérletek az építészet jövőjét, fejlődési lehetőségeit is jelenthetik.

TÉZISEK

TÉZIS 1.:

A kortárs építészeti tervezésben a fizikai hatásokra, azaz külső környezeti hatásokra és/vagy belső igényekre való visszacsatolást reaktív tervezési módszereknek lehet tekinteni.

TÉZIS 2.:

A reaktív tervezési módszerek alkalmazása során megfigyelhető egyfajta racionális és indokolt döntések sorozata, mely a kortárs építészetben fokozatosan terjed el és lesz egyre gyakrabban alkalmazott tervezési eszköz.

TÉZIS 3.:

A reaktív épületek - és így a reakciók megjelenési formái - 3 csoportba, 3 dimenzióba sorolhatók. Az első dimenzió, amikor csak a tervekben, statikus épületet létrehozva történik meg a reakció, a második, amikor az épület egyes elemei mozogva, előre programozva reagálnak és a harmadik, amikor a reakció automatikus. Ha több reakció egyszerre, magas fokon valósul meg, létre jöhet a teljes szinergiát megvalósító épület.

TÉZIS 4.:

A reaktív tervezési módszerek és építészet következménye képen újfajta épületformák, épületelemek és épületszerkezetek jönnek létre, melyek megjelenése a kortárs építészeti korszak egyik meghatározó jelenségévé válik.

REACTIVE DESIGN METHODS ON PHYSICAL EFFECTS IN CONTEMPORARY ARCHITECTURE

Doctoral Dissertation

Author: GERGŐ BURIÁN

Tutor: TAMÁS NAGY †, DLA, universal teacher

Consultant: GERGELY PAULINYI, DLA

Budapest, 2021.

The aim of the DLA research is to try to discover design methods in the contemporary architectural period, which elements are novel, goes through a serious development and its effects can be seen in the buildings. I found the reactive architectural design as this kind of design method, which role - with or without conscious - becomes important in the contemporary architectural design and as a tool to support architectural design. I investigate, if this design method affects the materialized buildings, what kind of new building structures, building elements, or building forms spread around, and what kind of effects of it can be imagined in the future.

The reactive design method - in narrowly interpreted - is the response of architectural design or completed building to some aspect of physical effects, such as external, environment and / or its internal functional needs. This series of rational, well-founded decisions can also be considered as a novel system that support the entire design process. A broader interpreting the reactive architecture, the architect creates responsive, changeable and thus sustainable buildings beside the physical effects, according to cultural and social aspects, based on precise and well-established functional needs, location and climatic conditions.

I grouped into three dimensions the appearance of the reactive architectural elements, depending on the appearance, the depth, i.e. the degree of efficiency of the response. I call the first dimension, when the principles of reactive architecture only appear in the design process. By the second dimension I mean buildings with movable elements and moving structures. In the third dimension, designers aim is to create materials, building structures, and later complete buildings, that can react and change automatically and encoded to the effects on them.

I prove that reactive architectural methods exist dominant in contemporary architectural design. The resulting novel materials and building structures can characteristically transform buildings and their use. Reflective material and building experiments can also represent the future of architecture and its potential for development.

THESES

THESIS 1.:

The feedback on physical effects, i.e., external environmental impacts and / or internal needs can be considered as reactive design methods in contemporary architectural design.

THESIS 2.:

During the use of reactive architectural methods, a kind of series of rational and justified decisions can be seen, which spreads around gradually in the contemporary architectural design period and becomes a design tool more and more often.

THESIS 3.:

The reactive buildings, - and so the appearances of the reactions - can be divided into 3 groups, 3 dimensions. The first dimension, when the reaction happens in the design process, creating a static building; the second, when certain elements of the building pre-programmed react with movement; and the third, when the reaction is automatic. If multiple reactions occur simultaneously at a high level, a building with full synergy can be created.

THESIS 4.:

As a consequence of reactive design methods and architecture, new forms of building, building elements and building structures are created, which is one of the defining phenomena of contemporary architecture.



*Pannon Park Biodóm, a Fővárosi Állat- és Növénykert bővítése, Budapest, 2014-2020., Generál építészeti tervező: Mérték Építészeti Stúdió Kft.
Fotó: Csizik Balázs*

ÖNÉLETRAJZ - CURRICULUM VITAE

ÖNÉLETRAJZ

Születési idő: 1982. 10. 21.
 Születési hely: Veszprém
 Állampolgárság: magyar



Szakmai tapasztalatok:	2019 ●	Paulinyi-Reith & Partners Zrt. / Mérték Építészeti Stúdió Kft.
	2017 ●	projektigazgató
	2013 ●	design igazgató
	2010 ●	design csapat vezető
	2008 ●	projekt építész
	2008 ●	segédtervező
	2007- ●	Domonkos Építésziroda Kft.
	2006 ●	segédtervező
Iskolák:	2019- ●	Moholy-Nagy Művészeti Egyetem
	2014 ●	Doktori DLA képzés, Építőművészet
	2013- ●	Budapest Corvinus Egyetem
	2011 ●	Mérnök-közgazdász posztgraduális képzés
	2008 ●	Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építésmérnöki kar, tervezés modul
	2006/II ●	Norwegian University of Science and Technology (NTNU) Trondheim, Norway – Féléves Erasmus ösztöndíj
	2006/I ●	Miami University
	2001 ●	Oxford, Ohio, USA - Féléves ISEP ösztöndíj
	2001- ●	Lovassy László Gimnázium
	1995 ●	Veszprém
Képzettség, szakmai tagságok:	2018 ●	Well képzés
	2013 ●	Állandó szerkesztője és szerzője a Metszet magazinnak (Tervpályázatok rovat)
	2013 ●	Mérnök-közgazdász (BCE)
	2010 ●	BREEAM nemzetközi minősítő
	2010 ●	Budapesti Építész kamara tagja, korlátlan tervezői jogosultság (É/1 01-0391)
	2008 ●	Okleveles építésmérnök (BME)
Nyelvtudás:	●●●●●	Angol
	●●●●●	Német

Fontosabb munkák projektigazgatóként, felelős tervezőként:

Bicskei Egészségügyi Központ, Bicske, Kossut Lajos tér – 3.900 m ² Vázlaterv, engedélyezési terv		2020-
Liget city, Budapest, VII. kerület – 80.000 m ² Meghívásos építészeti pályázat	megvétel	2020
Budai Egészségközpont, Budapest, Királyhágó út - 26.000 m ² Meghívásos építészeti tervpályázat, programterv, vázlaterv, engedélyezési terv	I. díj	2019-
E-Co-Housing szociális bérlakás, Budapest, Gizella út – 2.200 m ² Vázlaterv, engedélyezési terv, kiviteli terv		2019-2020

Fontosabb munkák design igazgatóként:

Wing, Gizella Campus, Budapest – 165.000 m ² Meghívásos építészeti pályázat		2019
Észak-Pesti Centrumkórház – 288.000 m ² Nemzetközi tervpályázat	I. díj	2018-
Skanska Project Water irodaház, Budapest – 93.200 m ² Meghívásos építészeti tervpályázat		2018
Nagykanizsai Sport- és Rendezvénycsarnok – 17.300 m ² Vázlaterv, (engedélyezési terv)		2018-
Magyar Fotográfiai Múzeum, Budapest – 2.300 m ² Beépítési koncepcióterv, programalkotás		2017
Nordic Light Trio irodaépület, Budapest – 25.000 m ² Meghívásos építészeti pályázat, (vázlaterv, engedélyezési terv, kiviteli terv)	I. díj	2017-

Fontosabb munkák design csapat vezetőként:

Wing T2 irodaház, Budapest – 67.200 m ² Meghívásos építészeti tervpályázat		2017
Reno udvar, City2020, Budapest – 450.000 m ² Meghívásos városépítészeti tervpályázat		2017
Advance Towers irodaépület, Budapest – 34.000 m ² Vázlaterv, (engedélyezési terv, kiviteli terv)		2016-2018
Budapart magasház épület – 52.500 m ² Meghívásos pályázat		2016
Mome Campus, Budapest – 45.000 m ² Nemzetközi tervpályázat	megvétel	2015

Pannon Park Biodóm, 34.000 m ² Programterv, vázlaterv, engedélyezési terv, (kiviteli terv)		2014-2019
Budapest One Irodaépület - 130.000 m ² Konceptióterv, vázlaterv, engedélyezési terv, (kiviteli terv)		2013-
Órmező Intermodális csomópont – 22.000 m ² Nemzetközi tervpályázat, vázlaterv, engedélyezési terv, (kiviteli terv)	I. díj	2013-2015

Fontosabb munkák projekt építészként:

Istvánmező Olimpiai Központ – 145.700 m ² Városépítészeti tervpályázat	III. díj	2012
Iparművészeti Múzeum bővítése - 24.000 m ² Nemzetközi tervpályázat	megvétel	2012
Bioklimatikus Iskola, Kréta – 8.000 m ² Nemzetközi tervpályázat		2012
Rákospalota városközpont – 1.650.000 m ² Ötletpályázat	II. díj	2012
Nordic Light Uno, Duo irodaház, Budapest, Váci út - 44 200 m ² Beépítési tanulmányterv, vázlaterv, engedélyezési terv, (kiviteli terv)		2011-2016
Eco-Ipari Park, Sur, Oman – 2 060 ha Konceptióterv		2010
Dong-Ying, Kína – 4.272.500 m ² Városépítészeti konceptióterv		2010
XXI kerület, Észak-Csepel szigetcsúcs beépítése - 1.660 ha Környezetalakítási, látvány és arcualterv		2010
Magyar Nemzeti Múzeum komplex fejlesztése – 22.000 m ² Nemzetközi tervpályázat	Megvétel	2010

Fontosabb munkák tervezőként:

Nagyfelszíni Víztisztító Mű, Újpest – 125.000 m ² Városépítészeti ötletpályázat	I. díj	2010
Accor Pannónia hotel és irodaház, Budapest - 16.500 m ² Meghívásos ötletpályázat	II. díj	2009
Gomba épület - Móricz Zsigmond körtér, Budapest – 1.600 m ² Ötletpályázat	I. díj	2009
HIEX Hotel, Budapest, IX. kerület, Lónyay u. – 9.000 m ² Elvi engedélyezési terv, Engedélyezési terv, Tenderterv		2008-2009

Fontosabb publikációk:

Állandó szerkesztője és szerzője a Metszet magazinnak (Tervpályázatok rovat)	2013-
Több, mint 40 megjelent publikáció	
Az Oma pályázati munkássága (Metszet magazin, 48-49. old.)	2018/7-8
A Skidmore, Owings és Merrill építésziroda története, avagy a magasházépítészet úttörői, (Metszet magazin, 54-55. old.)	2018/3-4
A Nieto Sobejano építésziroda geometrikusan szerkesztett múzeumépületei, (Metszet magazin, 46-47. old.)	2017/11-12
Ross pavilon Edinburghban, avagy geometrikus alapformák térnyerése ikonikus építészetként, (Metszet magazin, 40-41. old.)	2017/7-8
Kórházfejlesztések: A Henn és a C.F. Moller építésziroda nyerte az RWTH Aachen Egyetemi Klinika bővítésére kiírt tervpályázatot, (Metszet magazin, 38-39. old.)	2017/5-6
Reagáló építészet, (Metszet magazin, 56-57. old.)	2017/1-2
Környezettudatos tervpályázatok, (Metszet magazin, 60-61. old.)	2016/9-10
Liget Budapest pályázatok lebonyolítói szemmel, (Metszet magazin, 60-61. old.)	2016/3-4
Oktatási terek a XXI. században, (Metszet magazin. 68-69. old.)	2015/11-12
A Solomon R. Guggenheim alapítvány, (Metszet magazin, 44-45. old.)	2015/5-6
Múzeum Boom, (Metszet magazin, 38-39. old.)	2015/1-2
Magyar pályázatok sorsa, (Metszet magazin, 38-39. old.)	2014/7-8
A New York-i MoMA és kortárs építészeti tevékenysége, (Metszet magazin, 68-69. old.)	2014/3-4
BIG építésziroda föld alatti múzeumépületei, (Metszet magazin, 72-73. old.)	2014/1-2
Ahogy a finnek csinálják..., (Metszet magazin, 54-55. old.)	2013/5-6
Bioklimatikus Európai Iskola, Kréta (Metszet magazin, 50-53. old.)	2013/3-4
Környezettudatos szemlélet az építészeti tervpályázatokban, (Octogon magazin, 103. old.)	2013/1-2
Eco-Ipari park tervezése (Metszet magazin, 72-73. old.)	2010/11-12

CURRICULUM VITAE

Date of birth: 21. 10. 1982.
 Place of birth: Veszprém
 Nationality: Hungarian



Professional experience:	2019 ●	Paulinyi-Reith & Partners Inc. / Mérték Építészeti Stúdió Ltd. project director director of design design team leader project architect assistant architect
	2017 ●	
	2013 ●	
	2010 ●	
	2008 ●	
	2007-2006 ● ●	
Education:	2019-2014 ● ●	Moholy-Nagy University of Art and Design Budapest Doctor's DLA, Architecture
	2013-2011 ● ●	Corvinus University of Budapest Engineer-economist postgraduate education
	2008 ●	Budapest University of Technology and Economics Faculty of architecture, design module
	2006/II ●	Norwegian University of Science and Technology (NTNU) Trondheim, Norway – 6-months Erasmus scholarship
	2006/I ●	Miami University
	2001 ●	Oxford, Ohio, USA - 6-months ISEP scholarship
	2001-1995 ● ●	Lovassy László Secondary Grammar School Veszprém
Qualification, professional memberships:	2018 ●	Well education
	2013 ●	Permanent editor and author of Metszet magazine (Architectural competition section)
	2013 ●	Engineer-economist (BCE)
	2010 ●	BREEAM international assessor
	2010 ●	Member of Hungarian Chamber of Architecture, unlimited design rights (É/1 01-0391)
	2008 ●	Msc Architect (BME)
Language:	● ● ● ● ●	English
	● ● ● ● ●	German

Most important works as project director, architect in charge:

Bicske Health Center, Bicske, Kossuth Lajos tér – 3.900 m ² Concept plan, authorization plan		2020-
Liget city, Budapest, VII. District – 80.000 m ² Invited architectural design competition	Honourable mention	2020
Budai Egészségközpont, Budapest, Királyhágó út - 26.000 m ² Invited architectural design competition, program plan, concept plan, authorization plan	1st price	2019-
E-Co-Housing, Budapest, Gizella út – 2.200 m ² Concept plan, authorization plan, construction plan		2019-2020

Most important works as Director of design:

Wing, Gizella Campus, Budapest – 165.000 m ² Invited architectural design competition		2019
Central Hospital of North-Pest – 288.000 m ² International architectural design competition	1st price	2018-
Skanska Project Water office building, Budapest – 93.200 m ² Invited architectural design competition		2018
Nagykanizsa Sports and Event Hall – 17.300 m ² Concept plan, (authorization plan)		2018-
Hungarian Museum of Photography, Budapest – 2.300 m ² Volume study, program creation		2017
Nordic Light Trio office building, Budapest – 25.000 m ² Invited architectural design competition, (concept plan, authorization plan, construction plan)	1st price	2017-

Most important works as Design team leader:

Wing T2 office building, Budapest – 67.200 m ² Invited architectural design competition		2017
Reno Yard, City2020, Budapest – 450.000 m ² Invited urban design competition		2017
Advance Towers office building, Budapest – 34.000 m ² Concept plan, (authorization plan, construction plan)		2016-2018
Budapart high-rise building – 52.500 m ² Invited architectural design competition		2016
Mome Campus, Budapest – 45.000 m ² International architectural design competition	Honourable mention	2015

Pannon Park Biodome - 34.000 m ²		2014-2019
Program plan, concept plan, authorization plan, (construction plan)		
Budapest One office building - 130.000 m ²		2013-
Concept plan, concept plan, authorization plan, (construction plan)		
Órmező Intermodal Hub – 22.000 m ²	1st price	2013-2015
International design competition, concept plan, authorization plan, (construction plan)		

Most important works as Project architect:

Istvánmező Olympic Center – 145.700 m ²	3rd price	2012
International urban design competition		
Rehabilitation of Museum of Applied Arts - 24.000 m ²	Honourable mention	2012
International architectural design competition		
Bioclimatic School, Crete – 8.000 m ²		2012
International architectural design competition		
Rákospalota city center – 1.650.000 m ²	2nd price	2012
Urban design competition		
V96 office building, Budapest, Váci út - 44 200 m ²		2011-2016
Volume study, concept plan, authorization plan, (construction plan)		
Eco-Industrial Park, Sur, Oman – 2 060 ha		2010
Concept plan		
Dong-Ying, Kína – 4.272.500 m ²		2010
Urban design concept plan		
XXI. District, building in North-Csepel island - 1.660 ha		2010
Environment configuration, design of sight and facade		
Complex development of the Hungarian National Museum – 22.000 m ²		2010
International architectural design competition		Honourable mention

Most important works as assistant architect:

Water Clarifier Works, Újpest – 125.000 m ²	1st price	2010
Urban design competition		
Accor Pannónia hotel and office building, Budapest - 16.500 m ²	2nd price	2009
Invited architectural design competition		
Mushroom Building - Móricz Zsigmond Square, Budapest – 1.600 m ²	1st price	2009
Architectural concept competition		
HLEX Hotel, Budapest, Lónyay Str. – 9.000 m ²		2008-2009
Concept authorization plan, authorization plan, tender plan		

Most important publications:

Permanent editor and author of Metszet magazine (Architectural competitions) More than 40 publications	2013-
Az Oma pályázati munkássága (Metszet magazine, page no. 48-49.)	2018/7-8
A Skidmore, Owings és Merrill építésziroda története, avagy a magasházépítészet úttörői, (Metszet magazine, page no. 54-55.)	2018/3-4
A Nieto Sobejano építésziroda geometrikusan szerkesztett múzeumépületei, (Metszet magazine, page no. 46-47.)	2017/11-12
Ross pavilon Edinburghban, avagy geometrikus alapformák térnyerése ikonikus építészetként, (Metszet magazine, page no. 40-41.)	2017/7-8
Kórházfejlesztések: A Henn és a C.F. Moller építésziroda nyerte az RWTH Aachen Egyetemi Klinika bővítésére kiírt tervpályázatot, (Metszet mag. page no. 38-39.)	2017/5-6
Reagáló építészet, (Metszet magazine, page no. 56-57.)	2017/1-2
Környezettudatos tervpályázatok, (Metszet magazine, page no. 60-61.)	2016/9-10
Liget Budapest pályázatok lebonyolítói szemmel, (Metszet magazine, page no. 60-61.)	2016/3-4
Oktatási terek a XXI. században, (Metszet magazine, page no. 68-69.)	2015/11-12
A Solomon R. Guggenheim alapítvány, (Metszet magazine, page no. 44-45.)	2015/5-6
Múzeum Boom, (Metszet magazine, page no. 38-39.)	2015/1-2
Magyar pályázatok sorsa, (Metszet magazine, page no. 38-39.)	2014/7-8
A New York-i MoMA és kortárs építészeti tevékenysége, (Metszet magazine, page no. 68-69.)	2014/3-4
BIG építésziroda föld alatti múzeumépületei, (Metszet magazine, page no. 72-73.)	2014/1-2
Ahogy a finnek csinálják..., (Metszet magazine, page no. 54-55.)	2013/5-6
Bioklimatikus Európai Iskola, Kréta (Metszet magazine, page no. 50-53.)	2013/3-4
Környezettudatos szemlélet az építészeti tervpályázatokban, (Octogon magazin, page no. 103.)	2013/1-2
Eco-Ipari park tervezése (Metszet magazin, page no. 72-73.)	2010/11-12

IRODALOMJEGYZÉK

- ABUD Kft.: Zugló EcoHousing Környezettudatos Szociális Bérakástömb engedélyezési terv építészeti műleírás, 2020.
- Armstrong, Rachel, "Systems Architecture: A New Model for Sustainability and the Built Environment using Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology, and Cognitive Science with Living Technology", *Artificial Life*, 16(1), 2010
- Ballantyne, Andrew: *Architectures Modernism and After*, Blackwell Publishing, 2004.
- Ballér Endre, Golnhofer Erzsébet, Falus Iván, Kotschy Beáta, M. Nádas Mária, Nahalka István, Petriné Feyér Judit, Réthy Endréné, Szivák Judit, Vámos Ágnes: *Didaktika*, Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., 2003.
- Barkow Leibinger: *Spielraum*, Hatje Cantz, 2015
- Bauer, Michael, Mösle, Peter & Schwarz, Michael: *Green Building – Guidebook for Sustainable Architecture*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010
- Beck, Ulrich: *Risikogesellschaft*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 1986.
- Beck, Ulrich: *A kockázat-társadalom. Út egy másik modernitásba*. Andorka Rudolf Társadalomtudományi Társaság – Századvég, Budapest, 2003.
- Bjarke Ingels Group Projects 2001-2010, Design Media Limited Publishing, 2011
- Bonta János: *Modern építészet, 1911-2000*, TERC, 2002
- Bouzanjani, B., Leach, N., Huang, A., és Fox, M., "Alloplastic Architecture: The Design of an Interactive Tensegrity Structure," a Beesley, P., Khan, O., és Stacey, M. (eds.), *Adaptive Architecture: 2013 ACADIA Konferencia*, Cambridge, ON: ACADIA, 2013
- Böcskei Balázs: *A késő modernitás globalizációelmélete és a kockázattársadalmi identitás*, METSZETEK Vol. 6, 2017.
- Brown, Gary, "Introduction," in Kronenburg, R., Lim, J., and Wong Y. C. (eds.), *Transportable Environments 2*, London: Spon Press, 2002
- Brownell, Blaine: *Transmaterial*, Nbbj, 2004
- Burián Gergő: *Tervpályázatok, eVolo 2014, a jövő felhőkarcolói*, Metszet magazin, 2014. május-június
- Burián Gergő: *Tervpályázatok, Reagáló Építészet*, Metszet magazin, 2017. január-február
- Charles Jencks: *Jencks' Theory of Evolution, an overview of twentieth-century architecture*, *The Architectural Review* - 2000. July
- Contal, Marie-Hélène & Revedin, Jana: *Sustainable Design*, Birkhauser, 2009
- Curtis, William J R: *Modern Architecture since 1900*, Phaidon Press, 1983
- Dewey, John: *How we Think*, Courier Dover Publications, 1997.
- Fortmeyer, Russel; D. Linn, Charles: *Kinetic Architecture*, images Publishing, 2012
- Fox, Michael: *Interactive Architecture, Adaptive World*, Princetown Architectural Press, 2016
- Fox, Michael & Kemp, Miles: *Interactive Architecture*, Princeton Architectural Press, 2009

- Frampton, Kenneth: A modern építészet kritika története, TERC, 2002
- Giddens, Anthony: A késő modernitás körvonalai, In: Replika, 2013.
- Gutai Mátyás: Trans Structures, Actar Publishers, 2014
- Heatherwick, Thomas és Rowe, Maisie: Thomas Heatherwick Making, Thames & Hudson, 2015
- Hunya Márta: Reflektív pedagógus – Reflektív gyakorlati, tapasztalati tudás, 2014, <https://ofi.oh.gov.hu/publikacio/reflektiv-pedagogus-reflektiv-gyakorlat-tapasztalati-tanulas>
- Jodidio, Philip: Building a New Millennium, Taschen, 1999
- Jodidio, Philip: Calatrava Complete Works, 1979-2009, Taschen, 2009
- Jodidio, Philip: Green Architecture Now!, Taschen, 2009
- Jodidio, Philip: New Forms: The Last 10 Years in Architecture (World Architecture), Taschen, 1998
- Jodidio, Philip: Renzo Piano Building Workshop 1966 to today, Taschen, 2008
- Kapitány Balázs: A rizikótársadalom másfél évtizede, Szociológiai Szemle 2002/1.
- Kelemen Gábor: Reflexív gondolkodás a szociális munkában, Christine Oliver: Reflexive Inquiry – A Framework for Consultancy Practice Karnac, London, 2005.
- Kemperman, Remco: A naturally ventilated office building through solar chimneys and ‘venturi’ exhausts, Graduation report, Faculty of Architecture, Urbanism & Building sciences, 2012
- Kolarevic, Branko: Architecture in the Digital Age, Spon Press, 2003
- Kolarevic, Branko és Parlac, Vera: Building Dynamics: Exploring Architecture of Change, Routledge, 2015
- Lampugnani, Vittorio Magnago: Encyclopedioa of the XX. Century Architecture, Harry N. Abrams, Inc., Publishers, 1986
- Lash, Scott - Urry, John, Economies of Signs and Space. London: TCS/Sage, 1994.
- Leich, Neil: Architecture and Revolution, Routledge, 1999
- Markó Péter: A Újabb irányzatok a szociológiaelméletben – a reflexív modernizáció, 2006.
- Mathews, Stanley (Hobart and William Smith Colleges): The Fun Palace: Cedric Price’s experiment in architecture and technology, 2005
- Mazzoleni, Ilaria in collaboration with Shauna Price: Architecture Follows Nature, CRC Press, 2013
- Mérték Építészeti Stúdió Kft.: Móricz Zsigmond körtéri gomba épület ötletpályázat építészeti műleírás, 2009
- Mérték Építészeti Stúdió Kft.: Pannon Park Biodóm engedélyezési terv építészeti műleírás, 2015
- Moe, Kiel: Integrated Design in Contemporary Architecture, Princeton Architectural Press, 2008
- Moloney, Jules: Designing Kinetics for Architectural Facades, State Change, Routledge, 2011
- Moravánszky Ákos: Átmenetek / Szépség, globalizáció és az építészet ellenállóképessége, TERC, 2002
- Osterhuis, Kas: Towards a new kind of building, NAI Publisher, 2011.
- Pask, Gordon, “Bevezetés” Frazer, John, An Evolutionary Architecture, London: Architectural Association Publications, 1995
- Powers, Alan: Modern architectures in history, Britain, ReaktionBooks, 2007

Schön, Donald A. : The Reflective Practitioner (A reflexív gyakorlati szakember.): How Professionals Think in Action, Basic books, USA, 1983.

Sík Domonkos: A modernitás rétegei, Harvancsik Dániel: A rétegezett modernitás integrációja, ELTE Eötvös Kiadó, 2015.

Szivák Judit: A reflektív gondolkodás fejlesztése, Géniusz könyve, 2010.

The Reactive Manifesto (v2.0), Közzétéve 2014. 09. 16.-án. <http://www.reactivemanifesto.org>, letöltés dátuma: 2015.12. 22.

Dr. Tóth Attila, Subai Géza: Biológia – Egészségtan Tankönyv 11., Oktatókutatató és Fejlesztő Intézet, 2017, 126. oldal

van Hinte, Ed, Neelen, Marc, Vink, Jacques, és Vollaard, Piet, Smart Architecture, Amsterdam: 010 Publishers, 2003

Vajda Mihály: A posztmodern Heidegger, T-Twins Kiadó, 1993

Vámosy Ferenc: Az építészet története: A Modern Mozgalom és a későmodern, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2002

Verma, Sushant: Responsive to Adaptive – The shifting trends in Architecture, <http://www.arch2o.com/responsive-to-adaptive-the-shifting-trends-in-architecture>, letöltés dátuma: 2015.12. 22.

Vidler, Anthony: Histories of the immediate present, The MIT Press, 2008

White, James: Green Architecture, Taschen, 2000

Wright, Gwendolyn: Modern architectures in history, USA, ReaktionBooks, 2008

NYILATKOZATOK

EREDETISÉGI NYILATKOZAT

Alulírott Burián Gergő (szül. hely, idő: Veszprém, 1982. 10. 21., anyja neve: Kovács Klára, szem. ig. szám: 876661RA), a Moholy-Nagy Művészeti Egyetem Doktori Iskola doktorjelöltje kijelentem, hogy a Fizikai hatásokra reaktív tervezési módszerek a kortárs építészetben című doktori értekezésem saját művem, abban a megadott forrásokat használtam fel. Minden olyan részt, amelyet szó szerint vagy azonos tartalommal, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem. Kijelentem továbbá, hogy a disszertációt saját szellemi alkotásomként, kizárólag a fenti egyetemhez nyújtom be.

Budapest, kelt: 2021. 01. 07.


.....
Burián Gergő
Aláírás

NYILATKOZAT

Alulírott Dr. Paulinyi Gergely, DLA kijelentem, hogy Burián Gergő doktorjelöltnek a mestermunkák koncepciójának kialakításában és így az épületek esetén alkalmazott reaktív módszerek alkalmazásában meghatározó és elvülhetetlen érdeme volt.

A Mestermunka I. – Budapest One irodaépület esetén Burián Gergő az épület alapformájának kitalálásában, annak reaktív módon való alakításában, az épületen megjelenő részletképzések, finom tömegalakítások tervezésében, az épület homlokzati megjelenésében és színezésében, illetve az épület elérésének és belső közlekedő rendszerének tervezésében vállalt meghatározó szerepet. A koncepcióterv és az engedélyezési terv fázis esetén Burián Gergő projektépítész volt az épületnek.

A Mestermunka III. – Pannon Park Biodóm, a Fővárosi Állat- és Növénykert bővítése esetén Burián Gergő a belső és külső program elemeinek kitalálása, az épület alapformálása, szerkezeti alapjainak kitalálása, a látogatói útvonal és élmény kitalálása közben vezette a projektet, majd a későbbiekben az épület energetikai működésének finomhangolásában, a héj elemeinek és az árnyékoló tervezésében, azaz az épület reaktív elemeinek kitalálásában, illetve az állatházak tervezésében vállalt meghatározó feladatokat. Burián Gergő a projekt design munkacsoportját vezette.

Budapest, kelt: 2021.01.07.....



Dr. Paulinyi Gergely, DLA

felelős tervező



MOHOLY-NAGY MŰVÉSZETI EGYETEM
DOKTORI DLA KÉPZÉS
ÉPÍTŐMŰVÉSZET