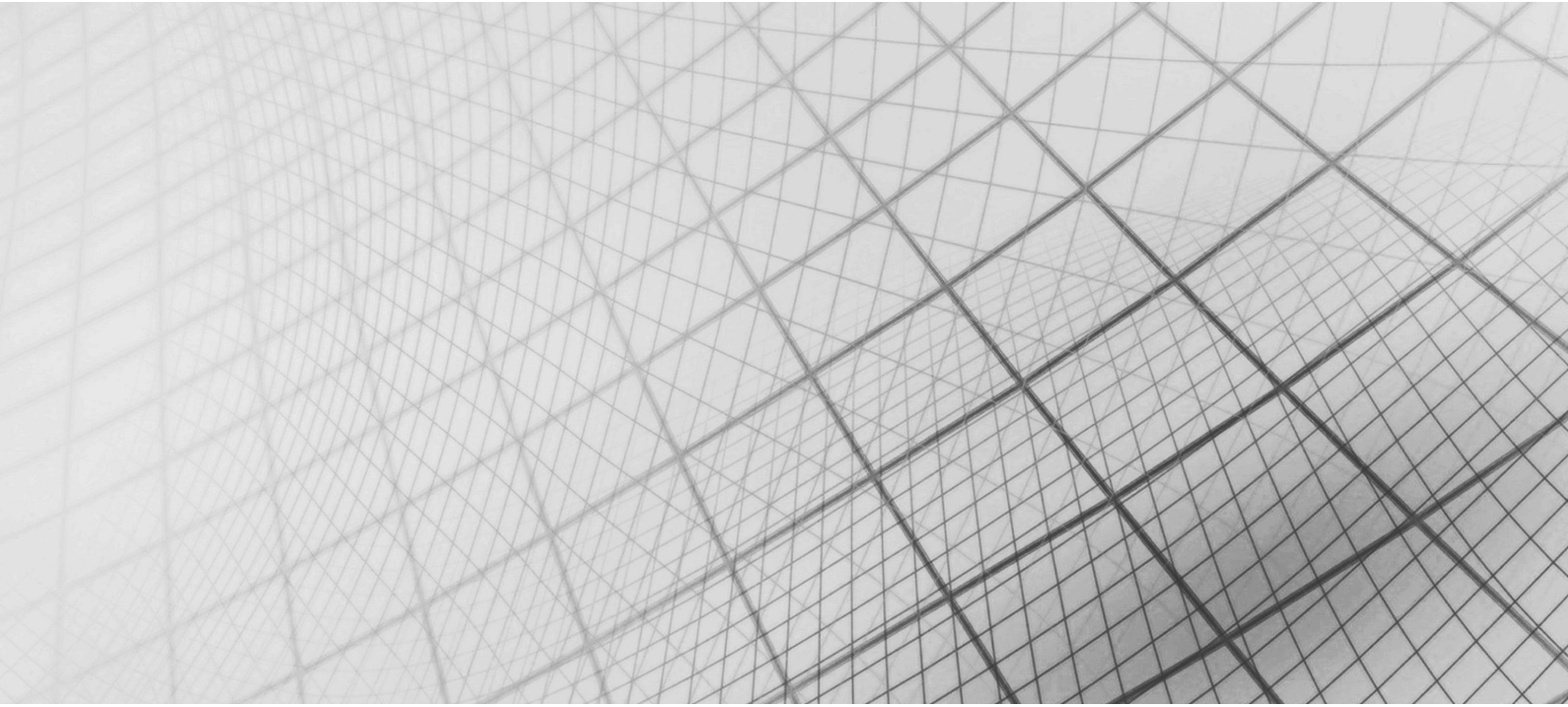


DIGITALIZÁCIÓ AZ ÉPÍTÉSZETBEN

NAGY LÁSZLÓ



SZAKDOLGOZAT

Nagy László

Debreceni Egyetem Műszaki Kar

Építészmérnöki Tanszék

Debrecen

2024

TARTALOM

Bevezetés	5
Témaválasztás	5
1. Az építészeti tervek fejlődése	7
2. Digitális tervezés	10
2.1. Ivan Sutherland és a SketchPad, avagy a CAD szoftverek őse	10
2.2. CAD szoftverek	13
2.3. Látványtervező szoftverek	15
2.4. BIM modellezés	20
2.5. Parametrikus tervezés	21
3. A mesterséges intelligencia kora	28
3.1. A mesterséges intelligencia alkalmazása az építészetben	28
4. Példák az építészetben használható mesterséges intelligencia alapú eszközökre	35
4.1. Finch 3D	35
4.2. Midjourney	37
4.3. LookX AI	39
4.4. Firefly AI	43
5. Konklúzió	44
Jegyzékek	45
Ábrajegyzék	45
Felhasznált irodalom	46
Felhasznált képek	48

Bevezetés

Az építészet mindig is a társadalmi, technológiai és kulturális változások tükröződése volt. Napjainkban azonban egy olyan forradalmi erővel találkozunk, amely gyökeresen átalakítja az építészetet, és a tervezés módját, ahogyan azt ismerjük. Ez a forradalom a mesterséges intelligencia (MI) térnyerése az építészetben. E szakdolgozat célja, hogy bemutassa és megérttesse azt, hogy miként formálja át és gazdagítja a mesterséges intelligencia az építészeti tervezés világát, és hogy mennyire aktuális és elengedhetetlen ezen változások megértése és megvitatása a mai építészet szempontjából.

Témaválasztás

Az építészetben az MI alkalmazása nem csupán az elméleti szinten fontos, hanem napjainkban már számos valós projektben is megjelenik. Az építészek, építészmérnökök és tervezők számára az MI rendszerek segítséget nyújtanak az adatok elemzésében, az automatizált tervezésben és a tervezési döntések támogatásában. Az építészet területén folytatott kutatások és az MI fejlesztések gyors ütemű növekedése azt mutatja, hogy ez az újítás már nem csak a jövő, hanem a jelen része is.

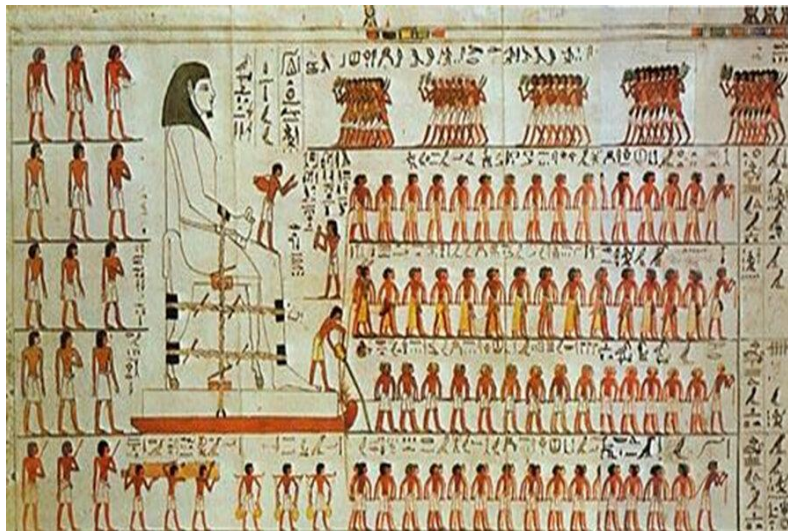
Ezen szakdolgozat célja tehát az, hogy részletesen feltárja és elemzi a mesterséges intelligencia hatását az építészetben, miközben kitér a számítógépes tervezés történetére és a BIM tervezési

módszertanra is. A témaválasztás olyannyira aktuális, hogy nem csak az építészeti szakma, hanem a társadalom egésze számára is fontos, hiszen az MI által hozott változások hatással lehetnek az épületeink minőségére, fenntarthatóságára és a tervezési folyamatok hatékonyságára.

1. Az építészeti tervek fejlődése

Az építészeti rajzok készítése egészen az ókorig nyúlik vissza. Az ókori egyiptomiak voltak az elsők, akik nádtollal és tintával papiruszra rajzolt építész tervrajzokat készítettek. Ezeken a rajzokon az alaprajzoktól kezdve a homlokzatokig minden szerepelt, még az építéshez használt építőanyagok is. Az egyiptomiak építészeti kultúrája olyan fejlett volt, hogy a kezdetleges építészeti rajzok és dokumentumok tárolásához külön könyvtárakat is építettek.

Az ókori görögök is készítettek hasonló tervrajzokat, azonban ők viasztáblákat használtak a vázlatok készítéséhez, majd ezeket a vázlatokat ők is pergamenpapírra vitték át. [1]

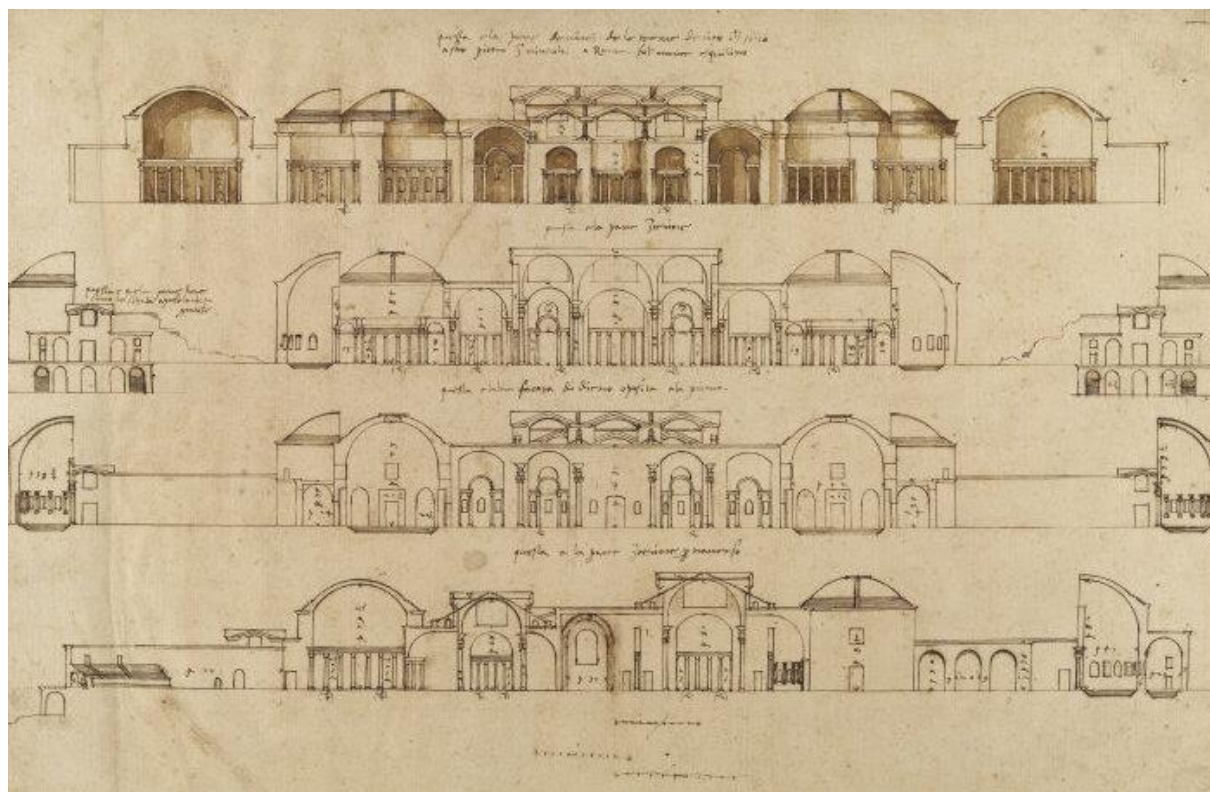


1. ábra
Egyiptomi rajz

Az építészetben hatalmas mérföldkőnek számít Marcus Vitruvius Pollio, római építész által, az i.e. 1. század közepén írt De architectura libri című műve. Vitruvius a művében részletesen foglalkozik az építészet különböző aspektusaival, a tervezéstől az építőanyagok felhasználásáig és az építészeti elvekig.

A középkorban az építészeti tervek még fejlettebbé váltak. A gótikus építészet kidolgozott és bonyolult tervezése pontos rajzokat igényelt a vízió életre keltéséhez. [1]

A reneszánsz korszakban az építészeti nyomatok használata fellendült. Andrea Palladio olasz építész részletes építészeti rajzokat készített, amelyeket aztán kinyomtattak és széles körben terjesztettek. Klasszikus építészeti ismereteit a kor legújabb technológiájával ötvözte és olyan terveket hozott létre, amelyek ma is inspirálják a modern építészeket. Ezeket a rajzokat tintával papírra készültek és sajtóval (nyomdagéppel) sokszorozták. Ez lehetővé tette az építészek számára, hogy megosszák a terveiket másokkal és az építőmesterek is fel tudják használni a terveket a szerkezetek építésekor. Az ipari forradalom idején a litográfia bevezetésével az építészek viszonylag gyorsan és precízen tudtak nagyméretű terveket készíteni és sokszorozni. [1]



2. ábra
Andrea Palladio terve Traianus termáiról

Később új rajztechnikai eszközök jelentek meg (például: csótollak, pauszpapír, léptékvonalzó stb.), végül a technológia fejlődésével ezeket váltották le a számítógépek, a különböző számítógépes perifériák és tervező szoftverek. Ezekkel az eszközökkel megkezdődött egy teljesen új korszak, az építészet digitalizációja.

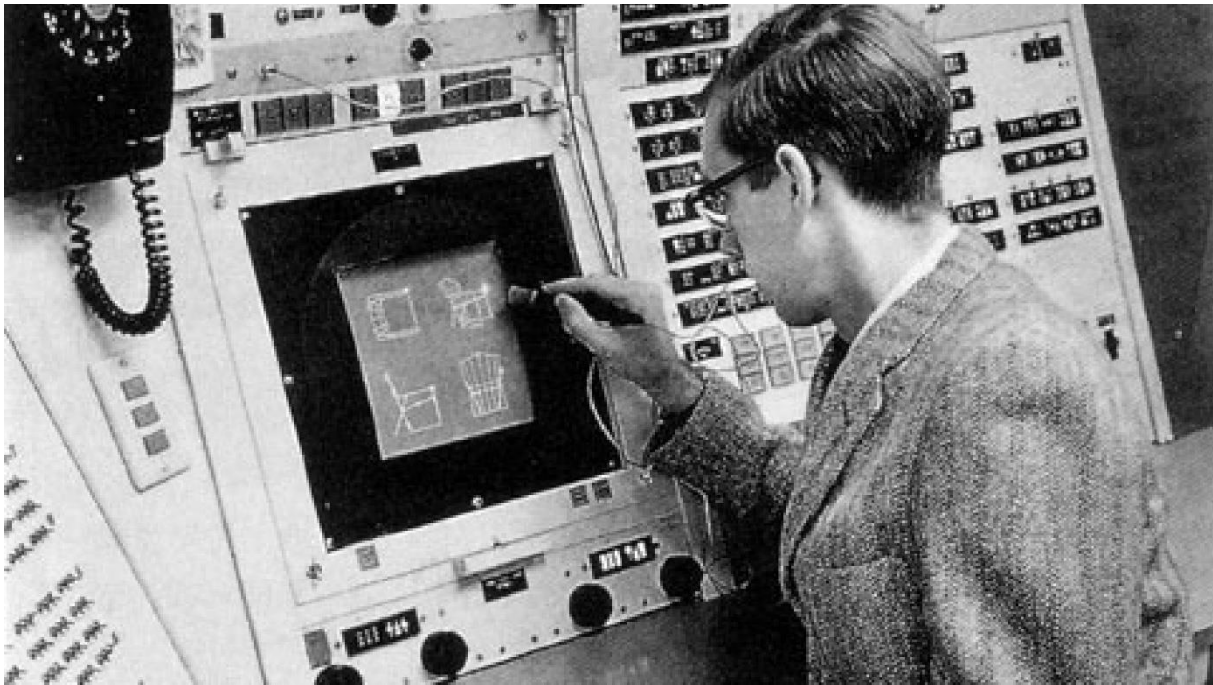
2. Digitális tervezés

2.1. Ivan Sutherland és a SketchPad, avagy a CAD szoftverek őse

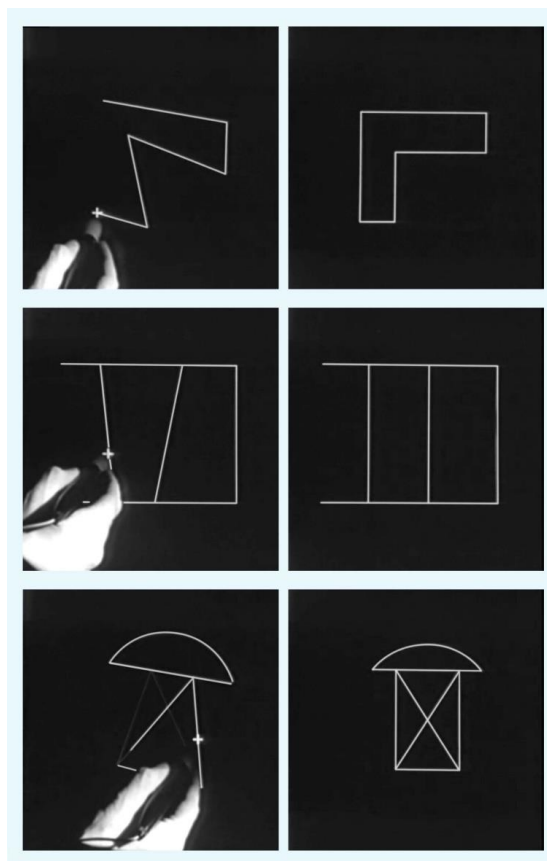
Az információtechnológia és a számítógépes grafika területén végzett kiemelkedő munkásságával Ivan Sutherland a számítógépes világ egyik legmeghatározóbb alakja lett. Az egyik legjelentősebb találmánya a "Sketchpad" névre keresztelt eszköz volt, amelyet az 1960-as évek elején fejlesztett ki és amely forradalmasította a számítógépes grafikát, valamint hozzájárult a számítógépes alapú tervezés és művészet fejlődéséhez.

A Sketchpad egy olyan szoftver volt, amely lehetővé tette a felhasználók számára, hogy szerkeszthető grafikus objektumokat hozzanak létre a számítógépen. Az alkalmazás által kínált funkciók és lehetőségek messze túlmutattak az akkori technológiai korlátokon. A Sketchpad grafikus interfésze és szabadkézi rajzolósi képességei valódi áttörést jelentettek, mivel azok lehetővé tették a felhasználók számára, hogy egyszerűen és intuitívan kommunikáljanak a számítógéppel. Az egyik legmeghökkenőbb és innovatívabb aspektusa a Sketchpadnek az volt, hogy lehetővé tette a felhasználók számára a "kontrollpontok" használatát. Ezek a pontok lehetővé tették az objektumok méretének, pozíciójának és orientációjának változtatását. Sutherland ezenkívül olyan alapvető koncepciókat is bevezetett, mint a "szakaszok" és a "korlátok", amelyek segítettek a grafikus elemek közötti viszonyok és korlátozások meghatározásában. Ezek az ötletek ma is alapvetőek a számítógépes grafika területén.

A Sketchpad használata során a felhasználók egy speciális eszközt, a "lightpen"-t vagy fénytollat használtak, hogy közvetlenül interakcióba léphessenek a számítógépes képernyővel és a rajzolt objektumokkal. A fénytoll egy speciális eszköz volt, amely képes volt arra, hogy lekövesse az emberi kéz mozdulatait a képernyőn, csakúgy, mint a mai tabletek és telefonok érintőceruzái.



3. ábra
Ivan Sutherland és a SketchPad



4. ábra
A SketchPad által létrehozható formák

Az Ivan Sutherland által kifejlesztett Sketchpad olyan előfutára volt a modern számítógépes grafikai alkalmazásoknak, mint a Photoshop vagy a CAD (Computer-Aided Design) szoftverek. Ebben a korai stádiumban a Sketchpad meghatározó volt az építészetben, mérnöki tervezésben és más területeken is, amelyekben a számítógépekkel történő tervezés és rajzolás

elterjedt. Az Ivan Sutherland által kifejlesztett alkalmazás nemcsak technológiai csoda volt, hanem az emberi-gép interakció és a kreatív kifejezés területén is mérföldkőnek számított. Azáltal, hogy lehetővé tette a felhasználók számára, hogy intuitívan kommunikáljanak a számítógéppel és létrehozzanak komplex grafikus munkákat, az öröksége az informatikai és művészeti világokban egyaránt érezhető. [2]

2.2. CAD szoftverek

A világ első CAD szoftvere tehát a Sketchpad volt. Mivel a korai számítógépek nagyon drágák voltak, ezért a korai CAD programok első felhasználói a repülő- és gépjárműgyártó cégek voltak. Azonban ezek a programok az informatika korlátozottsága miatt még csak 2D-s megjelenítésre voltak képesek.

„A 2D grafika területén a legtöbb úttörő jellegű kutatás az MIT akkori Matematikai Intézetében (a mai Számítógépes Tudományok Tanszékén) folyt. 1965-re azonban az európai kutatók Charles Lang vezetésével, a Cambridge Egyetem számítástechnikai laboratóriumában szintén aktív részeseivé váltak a számítógépes grafika kutatásának; főként a 3D-s megjelenítésre koncentráltak. A cambridge-i kutatások kereskedelmi előnyei csupán az 1970-es években jelentek meg, habár a komplex 3D-s görbék és felületek geometriai számításai során már a '60-as évek közepén úttörő jellegű eredményre jutottak a francia kutatók.” [3]

„Figyelemreméltó projekt volt a General Motors-nál (Dr. Patrick J. Hanratty) DAC-1 1964-ben, a Lockheed-ben a BELL GRAFIC 1 és a Renault-nál (Bezier) a UNISURF 1971 karosszéria és szerszámtervező program. Ahogy a számítógépek fokozatosan egyre olcsóbbak és könnyebben kezelhetőek lettek, úgy terjedt el a CAD alkalmazása gyakorlatilag minden mérnöki tervezésre. Fontos lépés volt a személyi számítógépek megjelenése. Ugyancsak kulcsfontosságú volt a nagy számítástechnikai cégek bekapcsolódása a fejlesztésbe (United Computing, Intergraph, IBM) az 1960-as és 70-es években. 1981-ben megjelentek a szilárdtest modellező programok (például Romulus és Uni-Solid) valamint a Dassault felület-modellezője, a CATIA. Az Autodesk céget 1982-ben alapította John Walker, az ő programjuk a 2D rajzoló AutoCAD lett. A következő mérföldkő az 1988-ban megjelent Pro/Engineer, melyhez az alaksajátosság alapú modellezés bevezetése fűződik. Ugyancsak itt kell megemlíteni a B-rep szilárdtest modellező matematikai programcsomagok (grafikus motorok) megjelenését (Parasolid és ACIS) az 1990-es évek elején. Ez vezetett a közepes bonyolultságú szoftverek megjelenésére (Solid Works 1995, Solid Edge 1996).” [4]

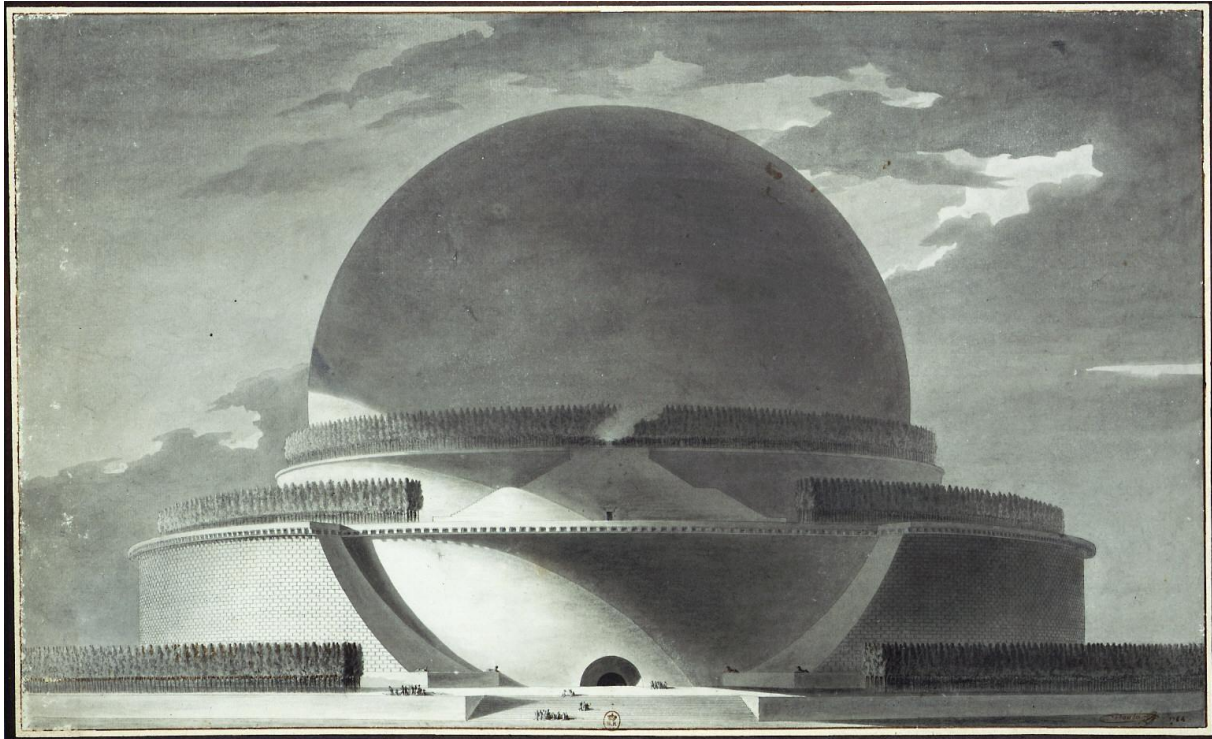
A CAD szoftverek tehát kezdetben csak 2D rajzolóprogramok voltak, amelyek tulajdonképpen egy „digitális rajztábla” funkcióját töltötték be.

„Legismertebb és világszerte leggyakrabban használt képviselőjük az asztali számítógépekre készült AutoCAD, mely ma a világ legelterjedtebb CAD szoftvere. Ezeknek a szoftvereknek ma is van létjogosultságuk, ugyanis lehetővé teszik azt, hogy különböző szakmák is használják.” [4]

Hazánkban az építészek között leginkább elterjedt CAD szoftverek az ARCHICAD, a REVIT, az ARCHLINE, valamint az ALLPLAN, míg a gépészek, villamos- és tartószerkezeti tervezők és egyéb szakági tervezők leggyakrabban az AUTOCAD-et használják.

2.3. Látványtervező szoftverek

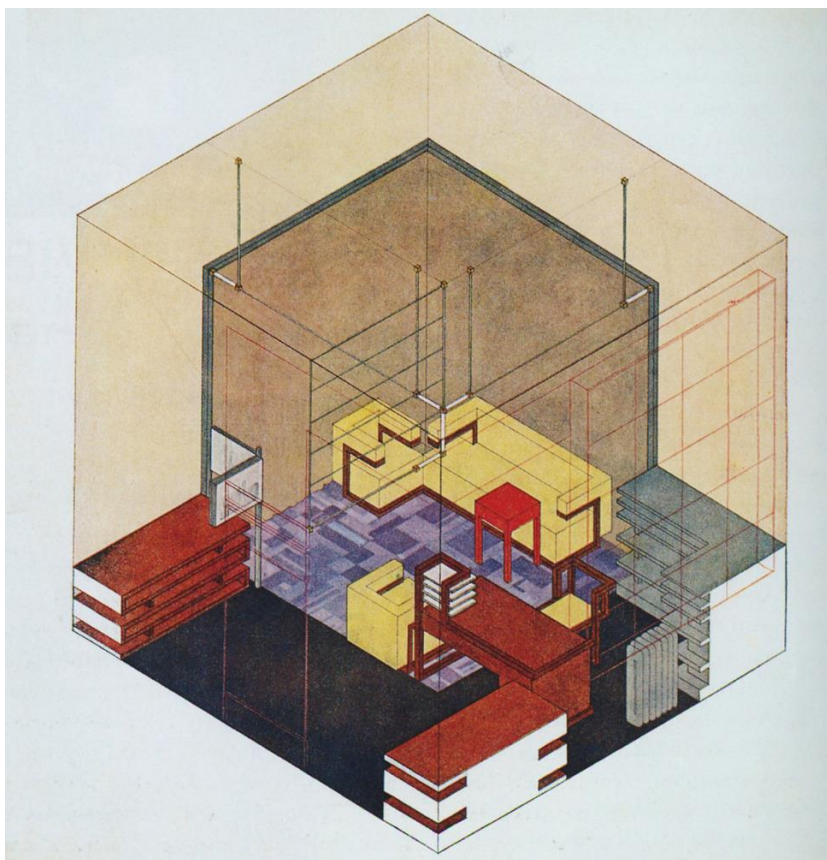
A történelem során az építészek mindig is törekedtek arra, hogy az általuk megálmodott épületet rajzok vagy festmények formájában megjelenítsék. Miután Brunelleschi 1415-ben lefektette a perspektívikus ábrázolás alapjait, az emberek elkezdtek törekedni a minél realisztikusabb ábrázolásra.



Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

5. ábra
Étienne-Louis Boullée rajza a Newton-emlékműről

Az 1920-as években a Bauhaus ezzel szemben eltávolodott a perspektívikus ábrázolástól, helyette inkább axonometrikus rajzokat használt. Az 1960-as években jelentek meg a kollázs technikával készült vizualizációk.



6. ábra
Herbert Bayer izometrikus rajza

A kézzel készült festményeket, illetve kollázs technikával készült képeket végül az egyre jobb grafikai megjelenítésre képes számítógépek váltották le.

„A digitális technológia megjelenése forradalmasította az építészeti vizualizációt. A számítógéppel segített tervező (CAD) szoftverek lehetővé tették az építészek számára, hogy precíz és részletes 2D és 3D modelleket készítsenek terveikből. Ez az átmenet a hagyományos módszerekről lehetővé tette az építészek számára, hogy három dimenzióban jelenítsék meg terveiket, ami a térbeli kapcsolatok átfogóbb megértését kínálja. A digitális renderelési technikák lehetővé tették az építészek számára, hogy ezeket a modelleket valóság-hű vizualizációkká alakítsák át, felhasználva az anyagokat, a világítást és a textúrákat.” [5]

Napjainkban, a virtuális valóság (VR) technológia megjelenése ismét új szintre emelte az építészeti látványtervezést. A hagyományos 2D-s látványtervek helyett, ma már immerzív virtuális környezetben, 3 dimenzióban, emberi léptékben is megtekinthetjük a tervezett épületet.



7. ábra
Immerzív látványterv VR szemüvegben

2.4. BIM modellezés

„A BIM a Building Information Modeling vagy Building Information Management rövidítése. Ez egy rendkívül együttműködő folyamat, amely lehetővé teszi az építészek, mérnökök, ingatlanfejlesztők, vállalkozók, gyártók és más építőipari szakemberek számára, hogy egyetlen 3D-s modellen belül tervezzenek, és építsenek meg egy szerkezetet vagy épületet.

Az épületek üzemeltetése és kezelése is kiterjedhet az épület vagy építmény tulajdonosainak rendelkezésére álló adatok felhasználásával (innen az épületinformáció-kezelés). Ezek az adatok lehetővé teszik, hogy a kormányok, önkormányzatok és ingatlankezelők megalapozott döntéseket hozzanak a modellből származó információk alapján – még az épület megépítése után is.

A múltban a tervrajzokat és rajzokat használták egy adott épülettervre vonatkozó információk kifejezésére. Ez a 2D-s megközelítés nagyon megnehezítette a méretek és követelmények megjelenítését. Ezután jött a CAD (Computer Aided Design), amely segített a tervezőknek abban, hogy a tervek előnyeit digitális környezetben lássák. Később a CAD 3D-s lett, ami valóságosabb vizuális megjelenítést hozott a tervrajzokba. Ma már a BIM (Building Information Modeling) a szabvány – de ez sokkal több, mint egy 3D-s modell.

A BIM-objektumok, a BIM-modellt alkotó összetevők intelligensek, geometriával rendelkeznek és adatokat tárolnak. Ha bármelyik elem megváltozik, a BIM szoftver frissíti a modellt, hogy az tükrözze a változást. Ez lehetővé teszi, hogy a modell a teljes folyamat során konzisztens és

összehangolt maradjon, így a statikusok, építészek, MEP mérnökök, tervezők, projektmenedzserek és kivitelezők együttműködőbb környezetben dolgozhatnak.

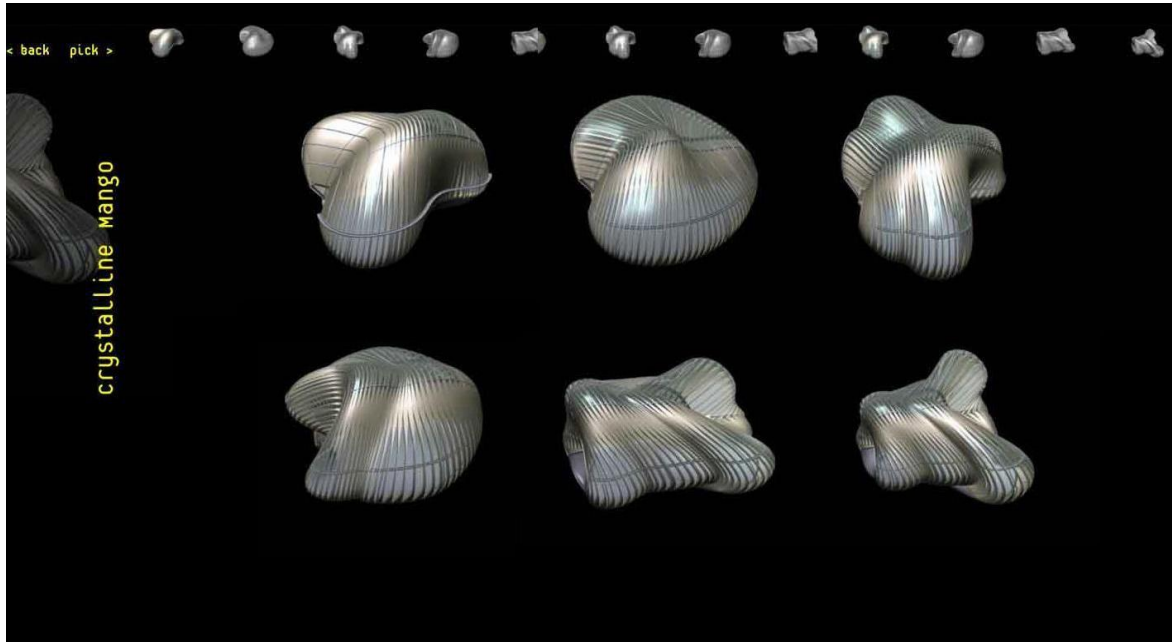
A BIM, mint egész, az épített eszközök építésében és életciklus-menedzsmentjében részt vevő valamennyi fél együttműködésére és az adatok megosztására irányuló folyamatra utal. A BIM valódi ereje azonban az "I"-ben (információ) rejlik. Az összes összegyűjtött információ – a koncepciótól a befejezésig – nem csak tárolva van, hanem használható is.

Az adatok felhasználhatók a pontosság javítására, a tervezési szándék kifejezésére az irodából a terepre, az érdekelt felek közötti tudásátadás javítására, a módosítási megbízások és a helyszíni koordinációs problémák csökkentésére, valamint a meglévő épületek megismerésére a későbbi felújítási projektekhez." [6]

2.5. Parametrikus tervezés

„A BIM adat és információtartalmának kulcsfontosságú szerepe van a tervezés során: lehet ez akár mennyiségelés, költségvetéskészítés, üzemeltetés vagy akár szimulációkészítés. E szemlélet terjedése és a szoftveres megoldások egyre nagyobb lehetőség biztosítanak a szabad BIM alkalmazásra. Az egyik viszonylag újnak mondható, de gyorsan terjedő részterület a parametrikus tervezés. A parametrikus tervezés jellemzője, hogy egyértelműen leírható matematikai összefüggéseken alapul. A felállított szabályrendszer, vagy algoritmus mentén készíti el a program a kívánt elemet, geometriát stb. Általában tömegformát, egyszerűbb

szimulációk elkészítését vagy egy építmény részterületének kialakítását szokták megtervezni ezzel a módszerrel. Egyre gyakrabban alkalmazzák szimulációkészítéshez is mint például megvilágítás, épületenergetika vagy akár tartószerkezettervezéshez is, gyors, közelítő méretezések számításával. Tehát nem hagyományos munkamódszerrel készül el a tervezés tárgya, így a hagyományos folyamatok sem alkalmazhatóak általában. Mikor parametrikus tervezésről van szó általában az összetett, organikus, dinamikusan formák juthatnak az ember eszébe. De nemcsak az építőiparban, hanem a szobrászatban, belsőépítészetben, képzőművészetben, vagy az egyre népszerűbb 3D nyomtatásban is kiemelt szerepe van. Ugyanakkor a látványos tömegformáláson túl még számtalan előnye van ennek a tervezési módszernek. Nemcsak az magasépítésben, de a mély- és műtárgyépítésben, az infrastruktúrában vagy akár a hídtervezésben is sok lehetőséget rejt.” [8]



8. ábra

Parametrikus tervezéssel létrehozott formák

A parametrikus tervezés fejlődésében és elterjedésében kiemelkedő szerepe van Zaha Hadidnak és tervezőpartnerének, Patrick Schumachernek.

„Sajátos analóg-digitális szimbiózis tette lehetővé, hogy Zaha vízióiból építészeti tervek, majd a mérnökök számára szükséges (kiviteli)tervek szülessenek. Egyedi munkamódszert dolgoztak ki, melyben a kiindulási alapot Zaha skiccei, festményei jelentették. A formálást digitálisan folytatták. Ehhez kiléptek az építészeti szoftverek világából, a Maya nevű animációs szoftvert használták, amely alkalmas a fluid karakterű formák modellezésére. A Maya ugyanakkor még valamiben erős, amiért egyébként a filmipar animációs stúdióinak körében is rendkívül elterjedt:

felépítése lehetővé teszi, hogy saját programkódokkal egészítsék ki az alap funkcionalitását, többlettudással vértessék fel, ezáltal egyedi munkafolyamatokat lehet kialakítani benne. Az AADRL-ben már jó ideje algoritmusokkal kísérleteztek, így az onnan a ZHA-hoz kerülő diákok (!) vagy frissen végzettek könnyebben programozásra adták a fejüket. 2007-ben alakították meg az irodán belül a ZHACODE-nevű kutatócsoportot Shajay Bhooshan vezetésével, aki szintén az AA-ban végzett, a Design Research Lab-ban. Feladatuk a programkódokkal generált formákkal történő kísérletezés, illetve a komplex geometriai formák optimalizációjára való törekvés volt.”

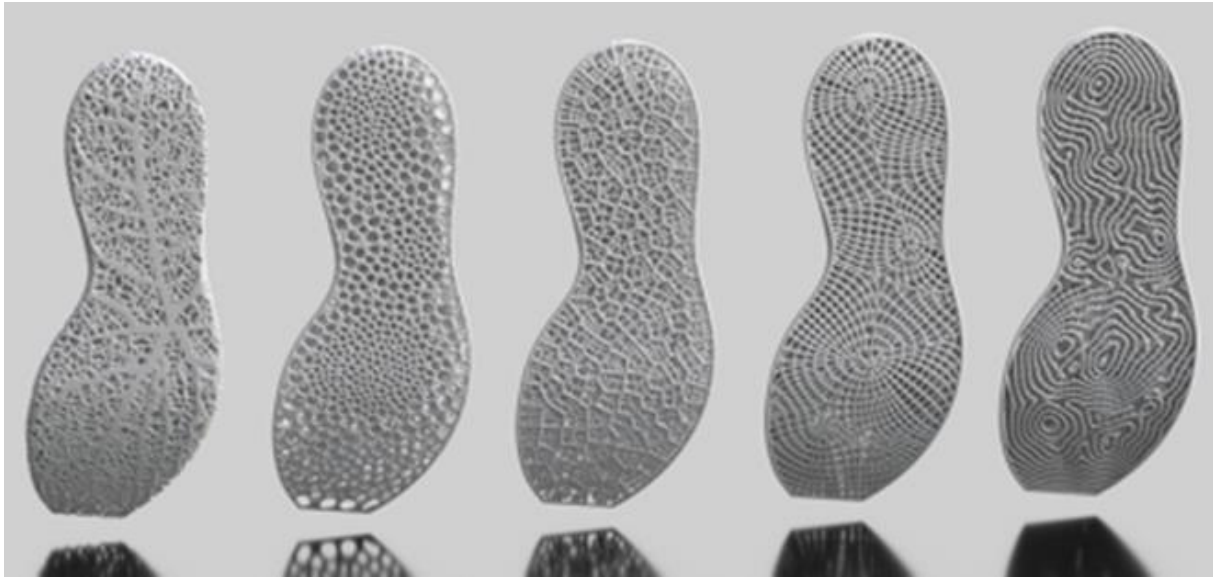
[7]



9. ábra
Heydar Aliyev Center 2013

„A formatervezés, művészet, ékszertervezés mind olyan irányok, ahol a szabadformálás nagy hangsúlyt kap. A parametrikus tervezés lehetőség ad olyan kialakítások megtervezésére is, melyek lerajzolása már kihívást jelentene. Gyakori a biomorf (természetben fellelhető) formák alkalmazása, illetve ezek absztrahálása valamilyen módon. A parametrikus tervezéssel létrehozható olyan algoritmus, mely képes például egy csigaház spirál vonalát különböző

formákhoz illeszteni, vagy a falevelek erezetét is könnyedén ráillesztheti például egy talpformára.” [8]



10. ábra
Parametrikus tervezéssel létrehozott formatervek

„A BIM hozzáadott értéke vitathatatlan az iparág egyre összetettebb üzleti gyakorlatainak támogatására. A parametrikus modellezés lehetőségei tovább bizonyítják a BIM módszer erősségének bemutatását: a modellezési idők jelentősen csökkentek, valamint a pontosság egyre nő. Ezen túlmenően, a módszer fő erőssége az, hogy sok hídprojekt támogatására alkalmas. Valójában a definiált paraméterek nagy számának köszönhetően nagyon változatos geometriák generálhatók. A közvetlen modellezéssel ellentétben egy ilyen paraméteres

eszközzel a tervezés kezdetén gyorsan több modell hozható létre, így pontosabb alternatívák vizsgálhatók meg, tehát döntéstámogató eszközként is alkalmazható.” [8]

3. A mesterséges intelligencia kora

3.1. A mesterséges intelligencia alkalmazása az építészetben

A 2023-as év egyértelműen elhozta számunkra a mesterséges intelligencia korát. A „nagy közönség” számára elérhetővé vált MI alapú alkalmazások új távlatokat nyitottak meg számos iparágban, így az építészetben is.

„Patrik Schumacher, a Zaha Hadid Architects vezetője egy, a mesterséges intelligenciának a tervezésre gyakorolt potenciális hatásáról szóló kerekasztal-beszélgetésen arról beszélt, hogy a stúdió olyan mesterséges intelligenciával működő szöveg-kép generátorokat használ, mint a DALL-E 2 és a Midjourney, hogy tervezési ötleteket generáljon a projektekhez. Schumacher elmondta, hogy bár nem minden projektnél használják a technológiát, a legtöbb esetben igen, és minden tervezőcsapatot arra bátorít, hogy a korai ötletelés során fedezzék fel a benne rejlő lehetőségeket – olvasható a Dezeen beszámolójában. Az építész bemutatott egy katalógust, amely az AI-eszközökkel létrehozott képzeletbeli épületekről készült képeket tartalmazott, amelyek mindegyike a stúdió jellegzetes stílusát viselte. Schumacher elmondta, hogy az eszközök által generált eredmények szerzői jogát az ötletek validálása, kiválasztása és kidolgozása tekintetében magáénak vallja. Schumacher, párhuzamba állítva az MI alapú képalkotó eszközöket a hagyományos, élő találkozásokon történő ötleteléssel amellet érvelt, hogy a mesterséges intelligencia alapú képgenerátorok kimenete ugyanolyan hatékony tud

lenni az ötleteléshez, mint a hagyományos módszer. Hozzátette, hogy a stúdió a mesterséges intelligencia-képgenerátorok eredményeinek 10-15%-át választja ki kidolgozásra a 3D modellezési fázisba.” [9]



11. ábra
Zaha Hadid stílusában generált látványtervek I.



12. ábra
Zaha Hadid stílusában generált látványtervek II.



13. ábra
Zaha Hadid stílusában generált látványtervek III.

Az MI által működtetett képalkotó alkalmazások kiválóan alkalmasak például építészeti-, belsőépítészeti-, valamint tájépítészeti látványtervek, koncepció képek létrehozására, amelyek inspirációt adhatnak a tervezőknek és a megrendelőknek. A képeket az alkalmazások jellemzően prompt-ok, azaz szöveg alapú utasítások alapján generálják, amelyeket a felhasználó ad meg. Minél részletesebb a felhasználó által megadott prompt, annál pontosabb lesz a generált kép.

Néhány példa a mesterséges intelligencia által generált képekre és a hozzájuk tartozó prompt-okra:

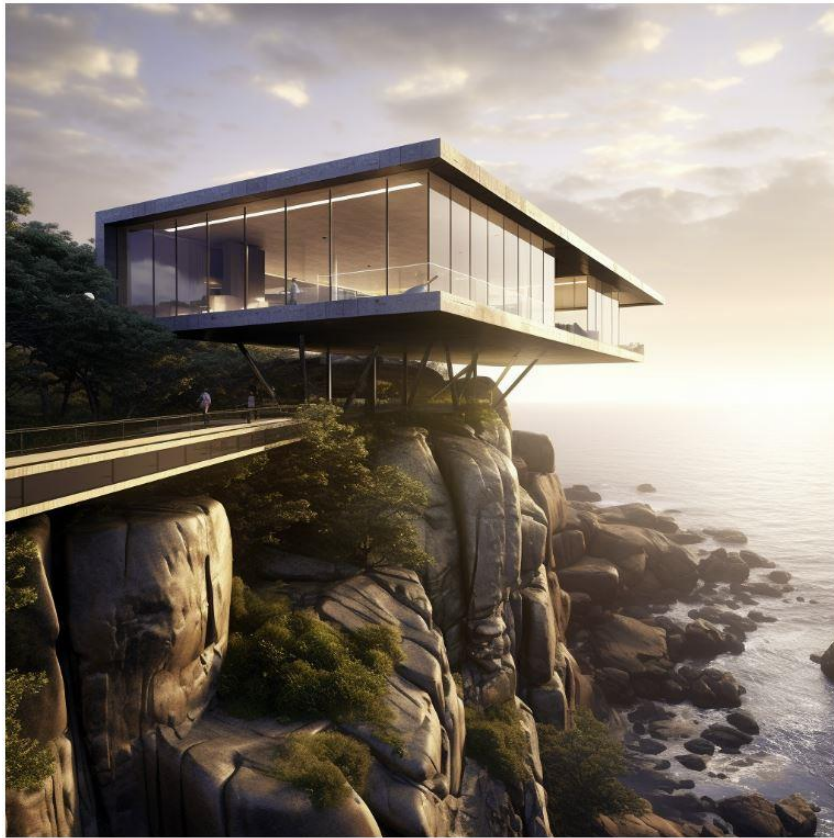
Floating Mirrored Retreat



Prompt: /imagine an impressive visualization of an avant-garde house constructed from a series of interconnected floating wood volumes, suspended and supported by slender steel supports. Capture the sense of weightlessness and the play of light and shadow on the metal surfaces. Set your professional camera to aperture priority mode, f/11, ISO 100, and use a telephoto lens for emphasizing the intricate details. -v 5.1

14. ábra
Példa a prompt-ra I.

Cantilevered Cliffside Residence



Prompt: /imagine an architectural visualization of an innovative cantilevered home suspended over a rocky cliff, overlooking a serene ocean. Highlight the seamless integration of glass, steel, and concrete in this modern masterpiece. Set your professional camera to aperture priority mode, f/8, ISO 200, and use a wide-angle lens to emphasize the suspended structure. -v 5.1

*15. ábra
Példa a prompt-ra II.*

Floating Dome Home



Prompt: /imagine a stunning architectural visualization of a modern floating home with transparent walls and a glass dome, offering uninterrupted views of a serene lake. Capture the reflections on the water and the seamless connection between the interior and the natural surroundings. Set your professional camera to shutter priority mode, 1/125 sec, ISO 400, and use a wide-angle lens to encompass the panoramic vista. -v 5.1

16. ábra
Példa a prompt-ra III.

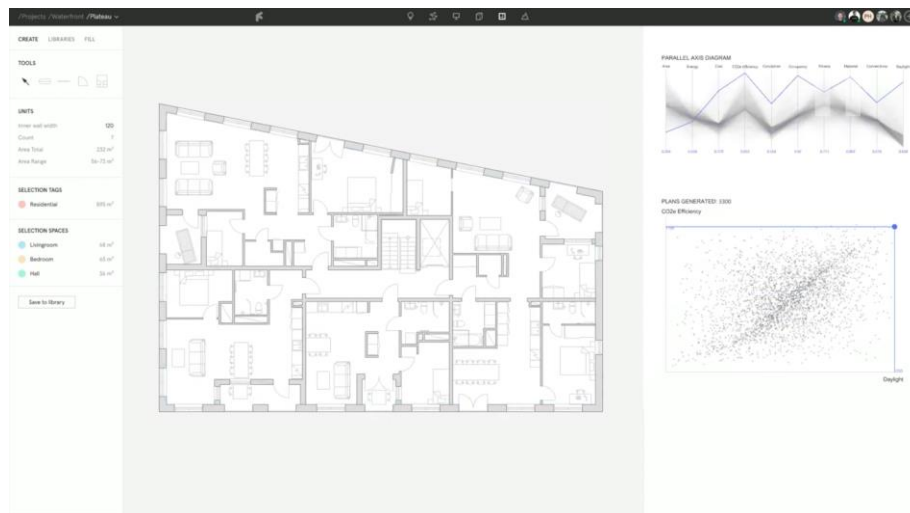
4. Példák az építészetben használható mesterséges intelligencia alapú eszközökre

4.1. Finch 3D

A Finch 3D egy olyan MI-alapú eszköz, amely az épületek tervezésének optimalizálására összpontosít. Az eszköz lehetővé teszi, hogy egy adott geometrián (az épület külső kontúrján) belül automatikusan, néhány másodperc alatt komplett alaprajzi elrendezést készítsen a megadott szabályok és keretek szerint. Az alaprajzi elrendezés a külső kontúr változtatását leköveti, mindig az aktuális geometriába illeszthető legjobb térkihasználású alaprajzi elrendezést és bútorozást készíti el. A Finch segítségével 3D-s tömegvázlatok, valamint Excel-táblázatok generálhatók különböző mennyiségkimutatásokról. A Finch támogatja a 3D adatok kétirányú áramlását, lehetővé téve a felhasználók számára, hogy más szoftverekben, például a Revitben, a Rhinoban és a Grasshopperben tervezzék meg az épülettömeget, miközben a közvetlen adatvisszacsatolás és változtatások a Finch-ben történnek.



17. ábra
Finch3D-vel generált alaprajz I.



18. ábra
Finch3D-vel generált alaprajz II.

4.2. Midjourney

A Midjourney egy olyan szoftver, amely az AI segítségével szöveg alapú utasításokból képes képet generálni. A kép témája gyakorlatilag bármi lehet és bármilyen stílusban elkészíthető, a mesekönyvhöz készített rajzoktól kezdve a logótervezésig, számtalan dologra felhasználható. A program kiválóan alkalmas az építészeti látványtervek, vizualizációk generálására, amely inspirációt adhat az építészeknek egy adott épület külső- vagy belső megjelenésének tervezésekor. Egy szöveges utasításra a program 4 képet generál, azonban újabb parancsokkal a kiválasztott kép tovább módosítható, finomítható. A Midjourney legnagyobb előnye tehát, hogy már a tervezés elején, nagyon rövid idő alatt, komplett (akár fotórealisztikus) látványterveket lehet készíteni, amik elősegíthetik a döntéshozatalt az épület vagy helyiség megjelenését illetően.



19. ábra
 Midjourney-vel generált látványtervek I.



20. ábra
Midjourney-vel generált látványtervek II.

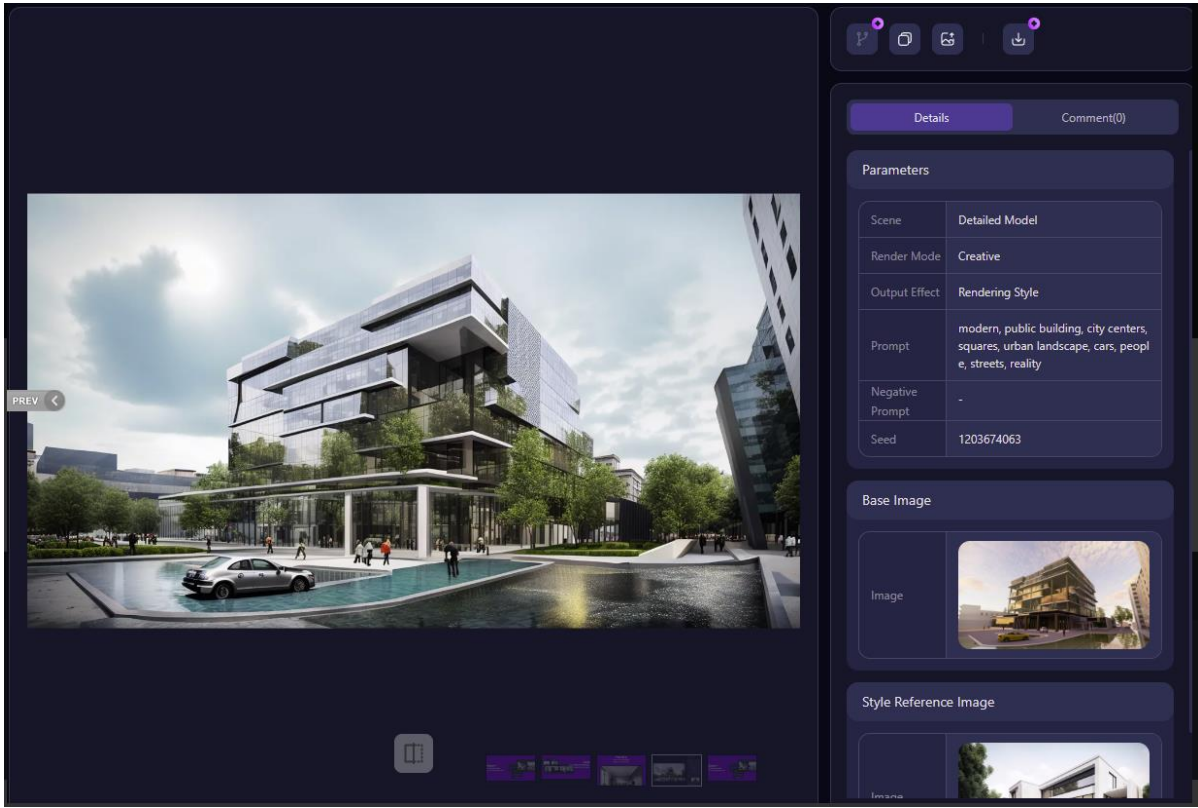
4.3. LookX AI

A LookX készítői a közelmúltban egy olyan forradalmi MI-alapú eszközt mutattak be, amelyet kifejezetten az építészek számára terveztek. A működését tekintve ez a platform is szöveges utasítások alapján készít épület fotókat, építészeti látványterveket, azonban ez az algoritmus már képes meglévő képek és vázlatok, skiccek feldolgozására is. Tehát, ha például van egy tollal papírra rajzolt skiccünk egy toronyházról, amit betöltünk az alkalmazásba, az algoritmus

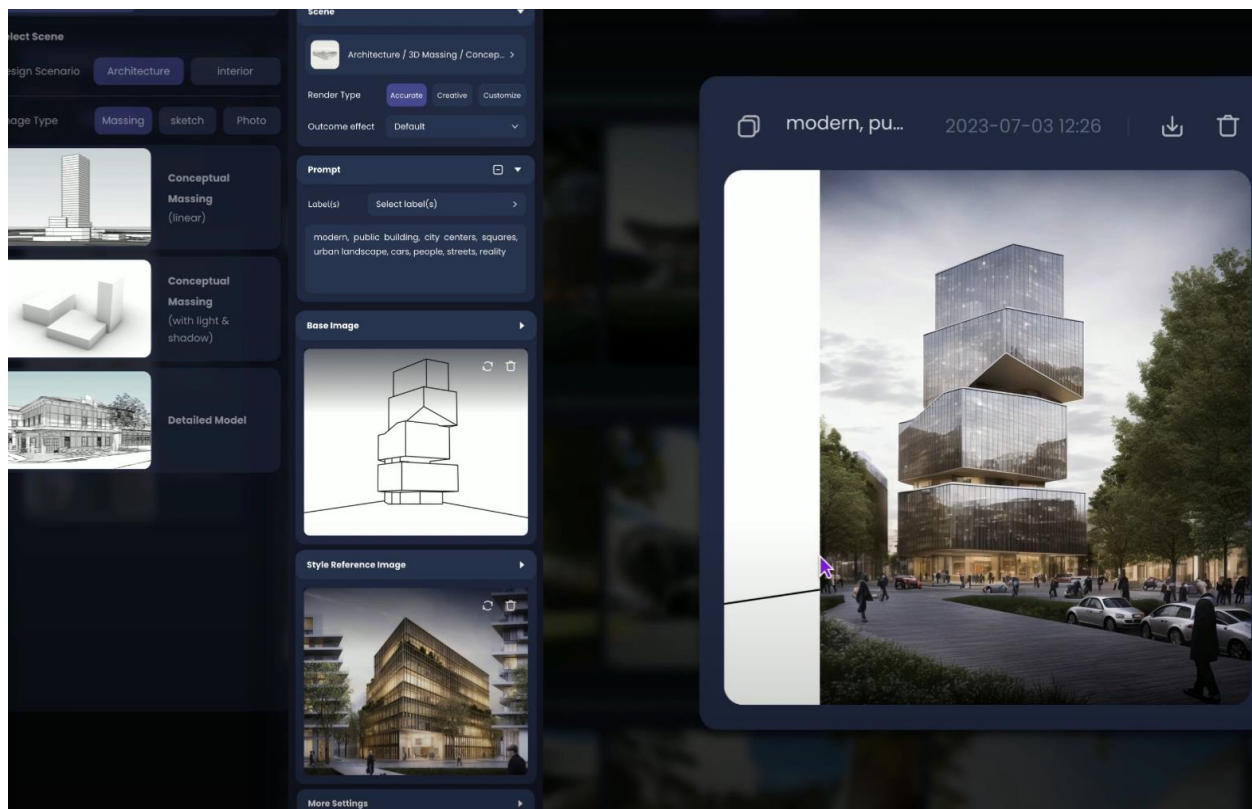
felismeri a rajzolt geometriát és a szöveges parancsunk, valamint a beállított paraméterek alapján képes fotórealisztikus látványtervek készíteni belőle. A program képes arra is, hogy egy összegyűrt papír fotójából készítsen építészeti látványtervet (például Frank Gehry stílusában).



21. ábra
Gyűrt papírból generált tömegmodell



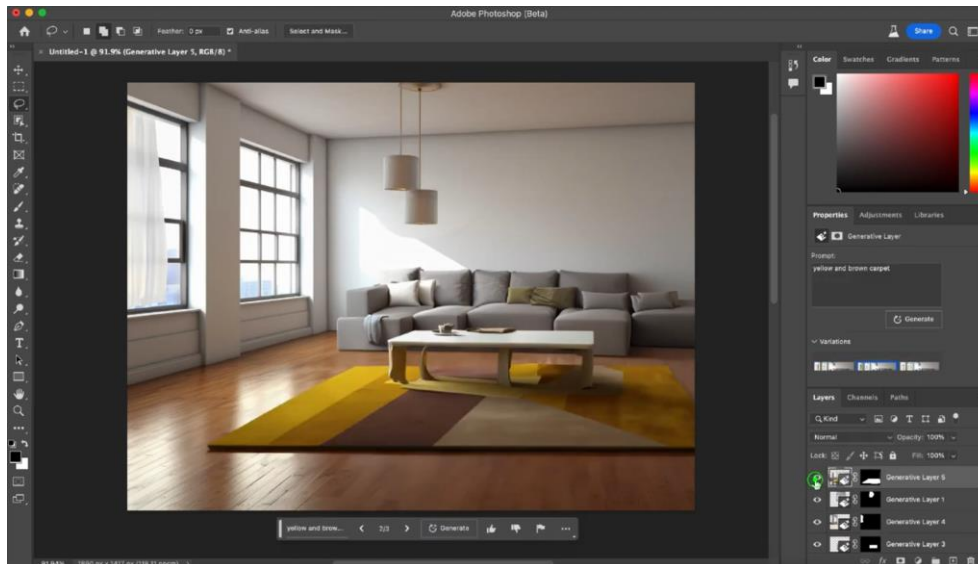
22. ábra
LookX AI által generált látványterv



23. ábra
LookX AI által generált látványterv vonalas rajzból

4.4. Firefly AI

Építészként gyakran használjuk a Photoshop alkalmazást, leginkább az építészeti grafikák, látványtervek utómunkáihoz. A Photoshop 2023-as verziójában jelent meg először az Adobe Firefly nevezetű, mesterséges intelligencia alapú megoldása, amely szinte bármilyen fotót képes legenerálni egy szöveges prompt alapján. Ennek leginkább a tájépítészek, valamint a belsőépítészek vehetik hasznát leginkább. A Firefly például alkalmas arra, hogy egy belsőépítész, egy üres szobáról készült fotót pillanatok alatt „berendezzen” a megadott színű és formájú bútorokkal, berendezésekkel vagy akár burkolatokkal.



24. ábra
Firefly AI-val generált belsőépítészeti látványterv

5. Konklúzió

A kutatásom során megvizsgáltam, hogy a technika fejlődése milyen hatással van- és volt az építészek munkájára. A vizsgálat során arra a következtetésre jutottam, hogy bár az egyre okosabb és hatékonyabb szoftverek és eszközök valóban segítenek az építészeknek, azok legfeljebb csak gyorsítják, könnyítik és segítik a munkafolyamatokat. Az emberi szaktudás és kreativitás nélkülözhetetlenek az építészeti tervezés és kivitelezés folyamataiban.

Azok, akik nem rendelkeznek megfelelő ismeretekkel és képességekkel a hagyományos eszközökkel, nem lesznek képesek hatékonyan használni az új generációs szoftvereket és eszközöket sem. A mesterséges intelligencia és az automatizáció képesek lehetnek segíteni a feladatok egyszerűsítésében és a rutinszerű munkafolyamatok gyorsításában, de az emberi döntéshozatal, tervezés és kreatív gondolkodás terén egyelőre nem pótolhatóak. Az emberi szakértelem és kreativitás továbbra is kulcsfontosságú marad az építészet területén. Az építész szakma a technológia fejlődésével együtt változik, de az emberi érintettsége és művészi kifejezés marad az alapja ennek a területnek.

Jegyzékek

Ábrajegyzék

1. ábra Egyiptomi rajz	7
2. ábra Andrea Palladio terve Traianus termáiról	9
3. ábra Ivan Sutherland és a SketchPad	11
4. ábra A SketchPad által létrehozható formák	12
5. ábra Étienne-Louis Boullée rajza a Newton-emlékműről	16
6. ábra Herbert Bayer izometrikus rajza	17
7. ábra Immerzív látványterv VR szemüvegben	19
8. ábra Parametrikus tervezéssel létrehozott formák	23
9. ábra Heydar Aliyev Center 2013	25
10. ábra Parametrikus tervezéssel létrehozott formatervek	26
11. ábra Zaha Hadid stílusában generált látványtervek I.	29
12. ábra Zaha Hadid stílusában generált látványtervek II.	30
13. ábra Zaha Hadid stílusában generált látványtervek III.	30
14. ábra Példa a prompt-ra I.	32
15. ábra Példa a prompt-ra II.	33
16. ábra Példa a prompt-ra III.	34
17. ábra Finch3D-vel generált alaprajz I.	36
18. ábra Finch3D-vel generált alaprajz II.	36
19. ábra Midjourney-vel generált látványtervek I.	38
20. ábra Midjourney-vel generált látványtervek II.	39
21. ábra Gyűrött papírból generált tömegmodell	40
22. ábra LookX AI által generált látványterv	41
23. ábra LookX AI által generált látványterv vonalas rajzból	42
24. ábra Firefly AI-val generált belsőépítészeti látványterv	43

Felhasznált irodalom

- [1] Plan Printing 24 Co., „A brief history of architectural drawings,” 28 március 2023. [Online]. Available: <https://www.planprinting24.co.uk/planprinting24-blog/a-brief-history-of-architectural-drawings>.
- [2] Interactive Chronicles, „Ivan Sutherland Sketchpad Demo 1963,” 30 május 2012. [Online]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=6orsmFndx_o.
- [3] G. Hegedűs, „CAD technikák. A CAD kialakulása fejlődési lépcsői és tartományai. Hardver követelmények, beviteli és kiviteli eszközök.,” 2 május 2008. [Online]. Available: <https://docplayer.hu/6584804-Cad-technikak-a-cad-kialakulasa-fejlodesi-lepcsoi-es-tartomanyai-hardver-kovetelmenyek-beviteli-es-kiviteli-eszkozok.html>.
- [4] Wikipedia, „Computer-aided design,” [Online]. Available: https://hu.wikipedia.org/wiki/Computer-aided_design.
- [5] S. Shamlou, „The Evolution of Architectural Visualization: From Hand-Drawn Sketches to Digital Marvels,” 4 szeptember 2023. [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/evolution-architectural-visualization-from-hand-drawn-shayan-shamlou>.
- [6] L. Buzgó, „Mi az a BIM (Épületinformációs Modellezés) az építőiparban?,” 9 január 2022. [Online]. Available: <https://lakasgeneral.com/2022/01/09/mi-az-a-bim-epuletinformacios-modellezes-az-epitoiparban/>.

- [7] B. Botzheim, „Fluid terek mágusnője – Zaha Hadid 70,“ 2 november 2020. [Online]. Available: <https://epiteszforum.hu/zaha-hadid-70>.
- [8] D. Szalai, „Parametrikus tervezés,“ 10 május 2022. [Online]. Available: <https://www.tspc.hu/parametrikus-tervezes/>.
- [9] M. Hulesch, „A Zaha Hadid Architects legtöbb projektjénél AI-generálta képeket használ, állítja Patrick Schumacher,“ 27 április 2023. [Online]. Available: <https://epiteszforum.hu/a-zaha-hadid-architects-legtobb-projektjenel-ai-generalta-kepeket-hasznal-allitja-patrick-schumacher>.

Felhasznált képek

1. ábra: <https://www.planprinting24.co.uk/planprinting24-blog/a-brief-history-of-architectural-drawings> [utolsó letöltés: 2023.11.12]
2. ábra: <https://www.planprinting24.co.uk/planprinting24-blog/a-brief-history-of-architectural-drawings> [utolsó letöltés: 2023.11.12]
3. ábra: <https://bimaplus.org/news/the-very-beginning-of-the-digital-representation-ivan-sutherland-sketchpad/> [utolsó letöltés: 2023.11.12]
4. ábra: <https://morphocode.com/wp-content/uploads/2020/02/morphocode-sutherland-sketchpad-demo-1963-scaled.jpg> [utolsó letöltés: 2023.11.12]
5. ábra: <https://www.archdaily.com/894662/from-romantic-ruins-to-the-ultra-real-a-history-of-the-architectural-render/5afd1bcacf197ccb20300007e-from-romantic-ruins-to-the-ultra-real-a-history-of-the-architectural-render-image> [utolsó letöltés: 2023.11.12]
6. ábra: <https://www.archdaily.com/894662/from-romantic-ruins-to-the-ultra-real-a-history-of-the-architectural-render/5afd6c76f197ccb203000096-from-romantic-ruins-to-the-ultra-real-a-history-of-the-architectural-render-image> [utolsó letöltés: 2023.11.12]
7. ábra: <https://parametric-architecture.com/virtual-reality-and-how-are-architects-using-it-in-design/> [utolsó letöltés: 2023.11.12]

8. ábra: <https://meonline.hu/vizualis-kultura/parametrikus-epiteszet/> [utolsó letöltés: 2023.11.12]
9. ábra: <https://www.tspc.hu/parametrikus-tervezes/> [utolsó letöltés: 2023.11.12]
10. ábra: <https://www.tspc.hu/parametrikus-tervezes/> [utolsó letöltés: 2023.11.12]
11. ábra: <https://epiteszforum.hu/a-zaha-hadid-architects-legtobb-projektjel-ai-generalta-kepeket-hasznal-allitja-patrick-schumajer> [utolsó letöltés: 2023.11.12]
12. ábra: <https://epiteszforum.hu/a-zaha-hadid-architects-legtobb-projektjel-ai-generalta-kepeket-hasznal-allitja-patrick-schumajer> [utolsó letöltés: 2023.11.12]
13. ábra: <https://epiteszforum.hu/a-zaha-hadid-architects-legtobb-projektjel-ai-generalta-kepeket-hasznal-allitja-patrick-schumajer> [utolsó letöltés: 2023.11.12]
14. ábra: <https://architizer.com/blog/inspiration/collections/ai-architecture-15-breathtaking-modern-residences-prompts-included/#media-13> [utolsó letöltés: 2023.11.12]
15. ábra: <https://architizer.com/blog/inspiration/collections/ai-architecture-15-breathtaking-modern-residences-prompts-included/#media-5> [utolsó letöltés: 2023.11.12]
16. ábra: <https://architizer.com/blog/inspiration/collections/ai-architecture-15-breathtaking-modern-residences-prompts-included/#media-15> [utolsó letöltés: 2023.11.12]
17. ábra: <https://www.finch3d.com/> [utolsó letöltés: 2023.11.12]
18. ábra: <https://www.finch3d.com/> [utolsó letöltés: 2023.11.12]

19. ábra: https://myairevolution.com/wp-content/uploads/2023/03/Super_CF_details_sheet_minimal_style_architectural_competition_d38ec68-7d61-42d4-afe0-9763a54e019b.png [utolsó letöltés: 2023.11.12]

20. ábra: https://myairevolution.com/wp-content/uploads/2023/03/grid_o-1@2x-1.png [utolsó letöltés: 2023.11.12]

21. ábra: <https://parametric-architecture.com/lookx-launched-an-ai-generated-tool-that-can-transform-sketch-or-squashed-paper-into-a-model/> [utolsó letöltés: 2023.11.12]

22. ábra: <https://guidady.com/d/item/lookx-ai/> [utolsó letöltés: 2023.11.12]

23. ábra: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=yd2fkqn3rtw> [utolsó letöltés: 2023.11.12]

24. ábra: <https://www.youtube.com/watch?v=oUI8h8iCbzQ> [utolsó letöltés: 2023.11.12]