

NYILATKOZAT

Limbach Noémi (hallgató Neptun azonosítója: TID964) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / **nem javaslom**².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: Budapest 2024 év november hó 04 nap



belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

DIPLOMADOLGOZAT

Limbach Noémi

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Budai Campus
Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti
Intézet
Tájépítész mérnöki mesterképzési szak

3D modellezés a tájépítészetben SketchUp és Lumion
szoftverekkel

Belső konzulens: Dr. Kollányi László
Egyetemi docens
Belső konzulens: Kutnyánszky Virág
Doktorandusz hallgató
Belső konzulens
intézete/tanszéke:
Külső konzulens:

Készítette: Limbach Noémi

Budapest
2024

Tartalomjegyzék

Bevezetés és előszó.....	1
Célkitűzések és eszközök.....	2
1. 3D tájépítészeti modellezés hazánkban	4
1.1. 3D tervezési gyakorlat a magyar tájépítészeti projektekben	4
1.3. A 3D látványtervek kihívásai a magyar viszonylatban	8
1.4. Magyar példák a tájépítészetben	12
1.4.1. SUMMA – Art Kft. – Vámospércs – Művelődési ház melletti park (2018)	12
1.4.2. Budapest, Népliget vasútállomás – ZOA látványtervező stúdió	13
1.4.3. Csepel-sziget északi részére tervezett óriáspark koncepciója	13
2. Elméleti háttér.....	14
2.1. 3D modellezés alapfogalmai	14
2.2. 2D és 3D tervezőprogramok áttekintése	16
2.2.1. AutoCAD szoftver.....	16
2.2.2. ArchiCAD szoftver.....	18
2.2.3. SketchUp program.....	19
2.2.4. 3ds Max szoftver	20
2.2.5. Blender szoftver.....	21
2.2.6. Archline szoftver	21
2.2.7. Nemetschek szoftver.....	22
2.2.8. Lumion program	23
2.2.9. Twinmotion program.....	24
3. Eszközök és technikák	25
3.1. SketchUp és bővítményei.....	26
3.1.1. SketchUp eszközök, eszköztár és tengelyek.....	26
3.1.2. SketchUp tagek.....	28
3.1.3. SketchUp és a 3D Warehouse modelljei	28
3.2. SketchUp fájl importálása Lumion szoftverbe.....	29
3.2.1. Importálás	29
3.2.3. Lumion LiveSync Plugin működése.....	30
3.3. Domborzatmodell készítése SketchUp és Google Maps segítségével	31
3.4. Lumion program főbb jellemzői	31
3.4.1. Lumion Benchmark eredmények.....	32
3.4.2. Lumion alap környezetek	33
3.4.3. Lumion könyvtár	33
3.4.4. Realisztikus renderképek készítése a Lumionban	36

3.4.5. Lumion speciális effektek.....	38
4. Mintaterület modellezése.....	39
4.1. Bevezetés a mintaterülethez	39
4.2. Az Alcsúti arborétum 3D modelljének részei	41
4.2.1. Terepmodell, domborzat készítése	42
4.2.2. Az arborétum 1833-as és 1894-es épületeinek modellezése	43
4.2.3. Az utak és vízfolyások létrehozása.....	46
4.2.4. A növényzet különböző típusainak megjelenítése.....	47
4.3. Konvertálási munkafolyamatok	49
4.3.1. Terep importálása SketchUp programba QGIS programból	50
4.3.2. QGIS rétegek előkészítése.....	51
4.3.3. Referenciapont beállítása.....	52
4.3.4. DXF fájlok importálás SketchUp programba	53
4.3.5. Komponensek elhelyezése SketchUp programban.....	55
4.3.6. Az előkészített fájlok importálása Lumion programba	56
4.3.7. Utak és vízfelületek importálása.....	57
4.3.8. 3D modell renderelésének előkészítése Lumionban	57
4.2. Mintaterület modellezésének eredményei	58
5. Eredmények	66
5.1. Feldolgozási nehézségek, bemeneti adatok hiánya	66
5.2. Programhasználati összegzés és gyakorlati alkalmazás	68
5.3. SketchUp és Lumion programok összevetése és összegzése	69
5.3.1. SketchUp korlátai és hátrányai	69
5.3.2. Lumion korlátai és hátrányai	70
5.3.3. SketchUp előnyei	71
5.3.4. Lumion előnyei	72
5.4. Történeti kertek vizualizációs megjelenítésének korlátai	73
5.5. Történelmi Lumion és AI drón modellek vizuális összehasonlítása.....	75
Gyakorlati alkalmazás és diszkusszió	78
Összegzés.....	80
Források	84
Mellékletek	89

Bevezetés és előszó

A diplomamunkám középpontjában a 3D modellezés, illetve a tájépítészeti látványtervek szerepe és különböző hatásai állnak. Konkrétan a SketchUp és a Lumion szoftverek alkalmazását részletesen vizsgálom a tájtervezés folyamatában és az elkészült modellek bemutatásában. A választott témát azért tartom fontosnak, mert a digitális eszközök és szoftverek széles körű elterjedése átalakította a tervezési és prezentálási folyamatokat a tájépítészet számos különböző területén is. [EILOLA 2023]

A 3D látványtervezés véleményem szerint nemcsak egy szakmai eszköz vagy módszer, hanem egy olyan kreatív és innovatív terület, amely lehetővé teszi a tervezők számára, hogy terveiket élethűen megjelenítsék. Személyes vonatkozásban a lehetőség, hogy a virtuális térben megtervezhessem és reprodukálhassam a tervezett projektek atmoszféráját és hangulatát, inspiráló és izgalmas élményt nyújt számomra. A 3D látványtervezés által lehetőség nyílik arra, hogy a tervezők mélyebben megérthessék és vizualizálják a tervezési koncepciókat, és ezáltal hatékonyabban kommunikálhassanak az ügyfelekkel és a munkatársakkal. Ez a technológia segít abban, hogy összetett információkat egyszerűen és érthetően közvetítsék, ami hozzájárul a projektek sikeréhez és minőségéhez. Emellett a 3D látványtervezés lehetőséget ad arra is, hogy kreatív módon kifejezzük magunk és kialakíthassuk saját stílusunk és látásmódunk a tervezés folyamán. [PEI 2021]

Összességében, a 3D látványtervezés nemcsak egy szakmai tevékenység, hanem egy olyan érték, amely által kifejezhetjük önmagunk és kreativitásunk a tájépítészeti tervezés és projektbemutatás terén. Ez a terület inspiráló, motiváló, és lehetővé teszi, hogy kivitelezzük a megrendelő és a saját igényeink a tervezés világában.

A digitális eszközök, számítógépes szoftverek és 3D modellezési technikák népszerűvé válása és térnyerése forradalmasította a tájépítészeti tervezési folyamatokat [PEI 2021]. A SketchUp és a Lumion olyan eszközök, programok, amelyek lehetővé teszik a tervezők számára, hogy számos különböző technikával és stílussal (akár valóságghűen, fotorealisztikusan) modellezzenek és mutassanak be objektum- vagy tájtervezési projekteket.

A SketchUp egy intuitív 3D modellező szoftver, amely széleskörű funkcionalitást kínál a tervezőknek. A Lumion pedig egy renderelő program, amely lehetővé teszi a tervezők számára, hogy élethű vizualizációkat készítsenek a modellekről. Ezek a szoftverek jelentősen megkönnyítik a tájtervezési projektek megvalósítását és bemutatását. A digitális technológiák bevezetése új lehetőségeket kínál a tájtervezés területén, ugyanakkor kihívásokat is felvetnek.

Célkitűzések és eszközök

Diplomamunkám egy mélyreható kutatáson alapuló, vizsgálati és 3D tervezési részekből álló komplex tanulmány, melynek központi célja a 3D modellezés fontosságának alátámasztása és megértése a tájépítészeti gyakorlatban. A munkám feladata nemcsak az elterjedtebb, ilyen jellegű programok felhasználásának rövid ismertetése, hanem a módszerek, eszközök és szoftverek részletes és átfogó elemzése is a tájtervezés területén. A diplomamunkám egyik fő célja, hogy megvizsgáljam, hogyan lehet hatékonyan használni és beépíteni ezeket a szoftvereket a tájépítészeti projektek tervezése során, amihez egy nagyobb léptékű terület, az Alcsúti arborétum szolgál mintaterületként. A munkám eredményei hozzájárulhatnak a tájépítészeti tervezés digitális eszközökkel való fejlesztéséhez és hatékonyabbá tételéhez. A kutatás során szerzett ismeretek és tapasztalatok átadása segíthet más tervezőknek is a digitális technológiák hatékonyabb alkalmazásában.

Ezen indoklások alapján a diplomamunkám célja, hogy átfogó vizsgálatot és eredményt nyújtson a látványtervező szoftverek gyakorlati alkalmazásáról a tájépítészet számos területén, és bemutassa ezeknek a szoftvereknek a tervezési folyamatokra és a végeredményre gyakorolt hatását.

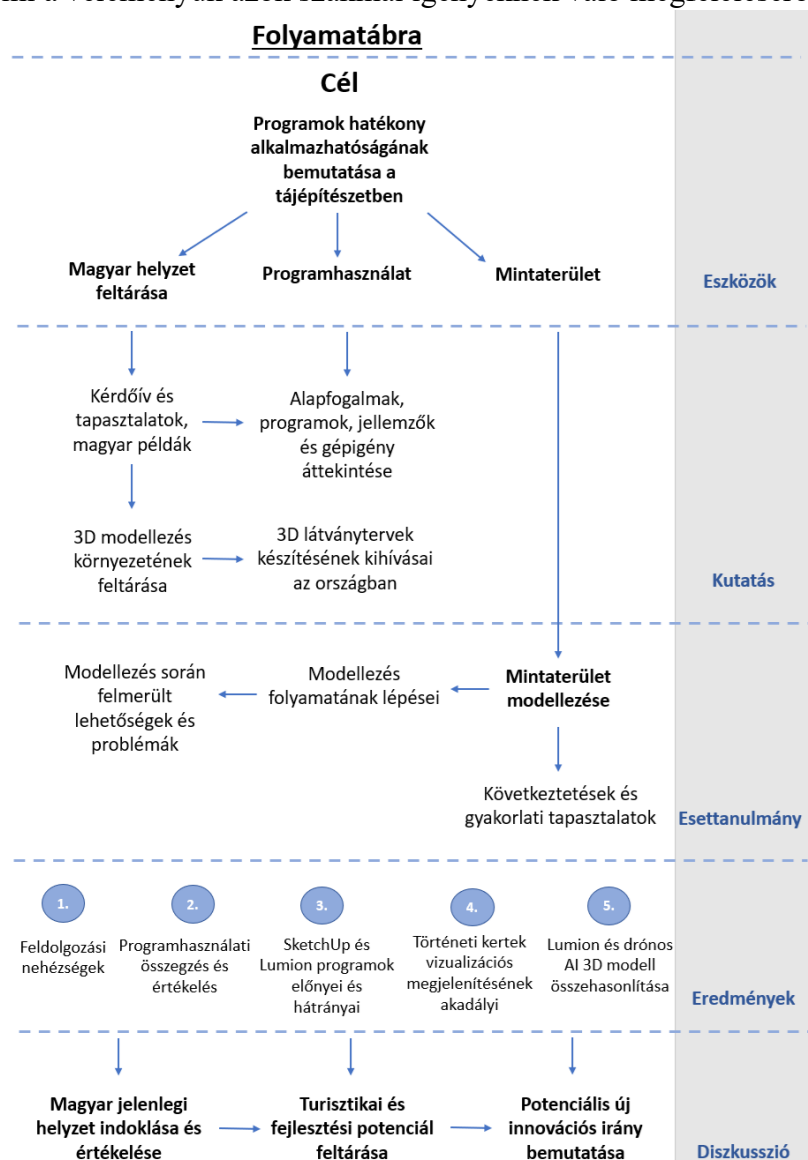
A célkitűzéseim eléréséhez hozzá tartozik az is, hogy két különböző történeti korszak alapján saját készítésű 3D modelleket hozzak létre az Alcsúti Arborétum területéről, majd ezen modellek vizualizációit összehasonlítsam egy jelenkori, más technikával készült 3D modellel. Az összehasonlítás célja a technológiai fejlődés bemutatása, valamint annak vizsgálata, hogyan járulnak hozzá a különböző modellezési eljárások a terület változásainak jobb megértéséhez és elemzéséhez. Ezzel a módszerrel mélyebb betekintést nyerhetünk a tervezési folyamatok fejlődésébe és a történeti környezet változásaiba is. Az Alcsúti arborétum területének és épületeinek modelljét készítettem el az 1833-as és 1894-es állapotok alapján, hiteles források felhasználásával, mint például történeti térképek, festmények és adatbázisok.

A mintamodell célja, hogy a tájváltozás bemutatásával rávilágítsak a tájépítészetben rejlő, még kiaknázatlan innovációs lehetőségekre. A pontos, történelmi 3D modellek nemcsak a jövőbeni örökségvédelmi fejlesztéseket támogathatják, hanem turisztikai szempontból is fontos szerepet játszhatnak a történelmi értékek bemutatásában, ezáltal elősegítve a kulturális örökség élményszerűbb és hozzáférhetőbb megismerését.

A kutatási munkarész főbb elemei között szerepel a 3D modellezés elméleti hátterének áttekintése, a digitális eszközök és Magyarországon leginkább használt szoftverek által kínált lehetőségek elemzése, valamint konkrét tervezési mintaterület (Alcsúti arborétum) modellezési

folyamatainak, eredményeinek feltárása. A diplomamunka részletesen elemzi ezeket a felhasznált programokat, azok funkcióit, előnyeit és korlátait a tájépítészeti tervezés szempontjából, hangsúlyozva a virtuális modellek létrehozásának, manipulálásának és bemutatásának jelentőségét a tervezési folyamatban. A folyamatábra (1. Ábra) jól szemlélteti a dolgozat tartalmi felépítését.

A diplomamunka nemcsak az adott témában létező ismeretek összefoglalására törekszik, hanem korszerű megközelítéseket, módszereket és gyakorlatokat is javasol a 3D modellezés és vizualizáció terén a tájépítészeti tervezésben. A tanulmány eredményei és következtetései hozzájárulnak a tájépítészeti szakma tudásbázisának bővítéséhez és fejlesztéséhez, elősegítve a digitális technológiák hatékonyabb és kreatívabb felhasználását a tájépítészeti tervezés terén. Kevés kutatás készült arról, hogy milyen mértékben alkalmazzák a tájépítészek ezeket a szoftvereket, és mi a véleményük azok szakmai igényeknek való megfeleléséről. [SADIKU 2021]



1. Ábra – Folyamatábra (forrás: Limbach Noémi 2024)

1. 3D tájépítészeti modellezés hazánkban

Ez a fejezet részletesen tárgyalja a modellezés jelenlegi helyzetét Magyarországon a tájépítészetben.

A tájépítészet területén 2024-re a 3D modellezés válik a tervezés és az azzal járó kommunikáció egyik alapvető eszközévé. A digitális technológiák fejlődésével egyre szélesebb körben alkalmazzák a tervezési folyamatokban Magyarországon is, segítve a tervezőket a tervezett környezet részletes és élethű megjelenítésében, valamint az ötletek és koncepciók hatékonyabb kommunikálásában. A 3D modellek lehetővé teszik az építészeti és táji elemek és egységek térbeli kapcsolatának elemzését, a méretezés és arányok vizsgálatát, valamint a tervezett terület különböző nézőpontjainak és időszakainak virtuális megtekintését még a projekt megvalósulása előtt.

Magyarországon a tájépítészet területén a 3D modellezés alkalmazása folyamatosan növekszik. Az ilyen típusú látványtervek használata is nagyban függ az adott projekttől és az azt megvalósító tervezőktől vagy tervezőirodától az országban. Egyes nagyobb tervezőirodák és projektmenedzsment cégek rendszeresen alkalmazzák a legújabb 3D modellezési és látványtervezési technikákat, míg másoknál ez kevésbé elterjedt. A tervezők és a szakemberek egyre inkább felismerik annak előnyeit és potenciálját a tervezési folyamatokban, ám kihívásokkal is jár megjelenítésük. [SADIKU 2021]

A 3D modellezés a tájépítészeti tervezés és tervezői gyakorlat fontos részévé vált, és továbbra is dinamikusan fejlődik, miközben új lehetőségeket és kihívásokat teremt a tervezők és a szakemberek számára. A következő fejezetben a magyarországi 3D modellezés aktuális helyzetének elemzésével és értékelésével részletesen megvizsgálom annak jelentőségét és hatásait a tájépítészeti tervezésben és a szakmai gyakorlatban.

1.1. 3D tervezési gyakorlat a magyar tájépítészeti projektekben

A magyar tájépítészeti és építészeti projektekben jellemzően alkalmazott 3D modellezési technikák és eszközök széles skálája elérhető a tervezők és szakemberek számára a tervezési folyamatok lebonyolításához. Ezek az eszközök és technikák lehetővé teszik a tervezők számára, hogy részletesen modellezhessék és vizualizálják a tervezett környezetet, valamint hatékonyan kommunikáljanak az ügyfelekkel és döntéshozókkal.

Magyarországon gyakran előfordul, hogy ahelyett, hogy építészmérnökök vagy tájépítészmérnökök készítenék el a 3D látványterveket a projektekhez, sokszor erre specializálódott szakembereket bíznak meg ezzel a feladattal. Az ilyen szakemberek

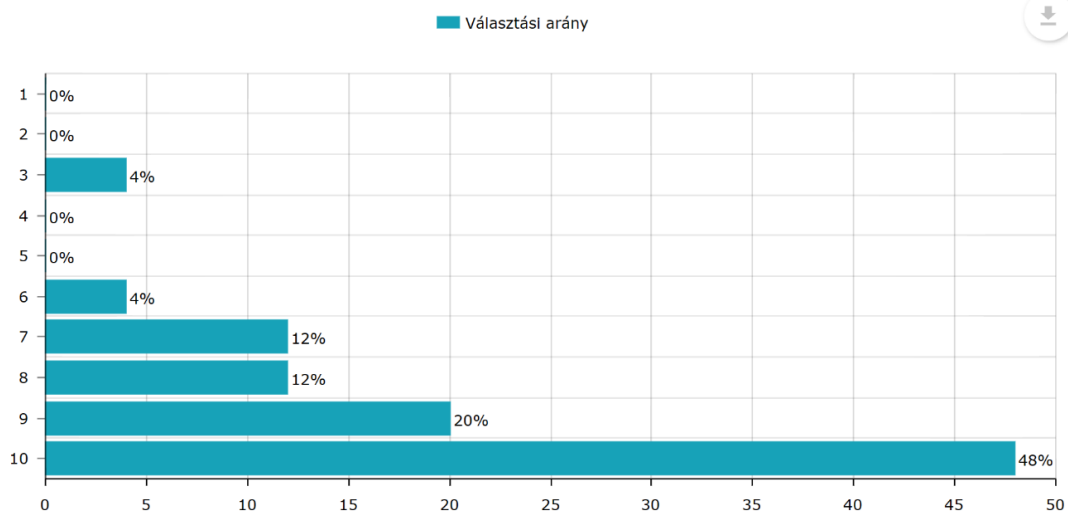
rendelkezik a szükséges szaktudással, eszközökkel, programokkal és tapasztalattal a 3D modellezés terén. Ennek oka részben az, hogy a 3D modellezés komplex folyamat, amely speciális szoftvereket és ismereteket igényel, amelyek nem mindig részei az építészmérnöki vagy tájépítészeti képzéseknek. Emiatt a tervezők, megbízók gyakran inkább külső forrásból veszik igénybe ezeket a szolgáltatásokat, hogy biztosítsák a projektek megfelelő és ideális vizualizációját.

Azok a tájépítészek és építészek, akik rendelkeznek a szükséges készségekkel és tudással a 3D modellezés terén, még rendkívül ritkák és nagy értéket képviselnek a szakmában. Az ilyen szakemberek hatékonyabbá és innovatívabbá teszik a tervezési folyamatokat, olyan értéket képviselnek a szakmában, amely a tervezési és megvalósítási folyamatok során kiemelkedő előnyöket nyújthatnak a projektek számára, és hozzájárulhatnak az ágazat fejlődéséhez.

A magyar helyzet bővebb megismeréséhez készítettem egy kérdőívet, melyet az érintett szakmában tevékenykedő szakemberek részére szántam. A speciális, 3D látványtervekkel kapcsolatos kérdőív nyújtotta válaszok alapján kerülnek megalapozásra és alátámasztásra a tanulmány eredményei és következtetései. A kérdőív célja, hogy betekintést nyerhessünk a szakemberek véleményébe, tapasztalataiba és gondolataiba az adott témával kapcsolatban, ezáltal gazdagítva és megalapozva a diplomamunka tartalmát és érveit.

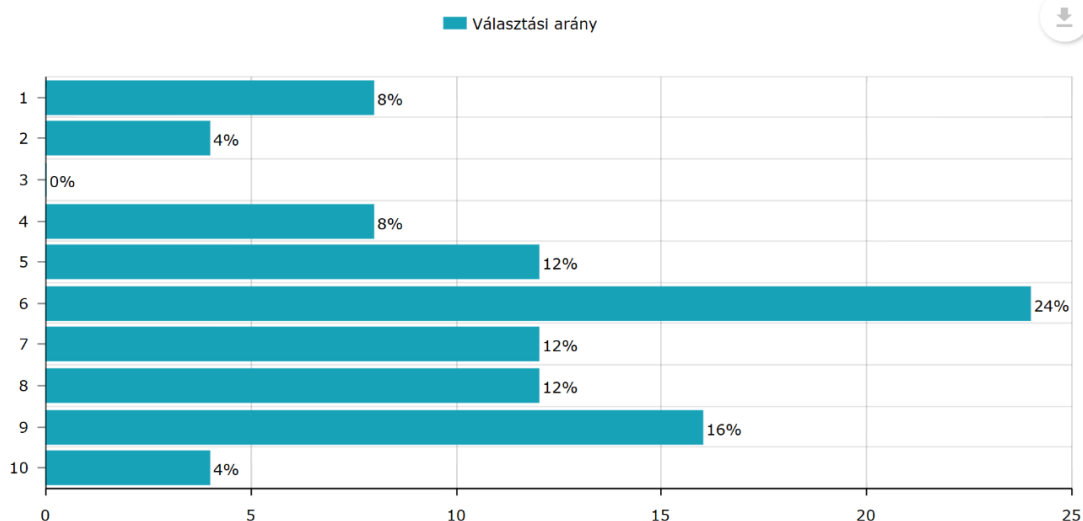
A kérdőívet összesen 50 magyar szakember, köztük tájépítészek, építészek és kivitelezők vegyesen töltötték ki. Ez a változatos válaszadói minta lehetővé teszi, hogy széleskörű betekintést nyerjünk a magyar szakmai közösség különböző tagjainak tapasztalataiba.

15. Egy 1-től 10-es skálán mennyire tartja szükségesnek a látványtervek készítését köztertek, parkok esetén?



2. Ábra – Kérdőív eredmények (forrás: Limbach Noémi 2024)

14. Egy 1-től 10-es skálán mennyire tartja szükségesnek a látványtervek készítését magánkertek esetén?



3. Ábra – Kérdőív eredmények (forrás: Limbach Noémi 2024)

A kérdőív célja annak feltárása volt, hogy a szakemberek mennyire tartják fontosnak a 3D látványterveket, milyen mértékben integrálták már ezeket a munkafolyamataikba, vagy milyen szinten terveznék beépíteni a jövőben. Emellett arra is kereste a választ, hogy mennyit lennének hajlandók fizetni ezekért a szolgáltatásokért, és mennyire tartják relevánsnak a 3D látványtervek használatát magánkertek és közterületek esetében. Ezen felül arra is kerestem a választ, hogy melyek azok a programok, amik a legelterjedtebbek ezen a területen.

A következőkben felsorolt programok a szakemberek által leggyakrabban preferált eszközök a 3D tervezés folyamatában, és fontos szerepet játszanak a tervezési munkák és a projektvizualizációk elkészítésében. A kérdőív által nyújtott adatok alapján ezek a programok dominánsak a magyar szakmai közösségben, és nagyban hozzájárulnak a tervezők hatékony munkavégzéséhez és a projektek sikeres megvalósításához: 3ds Max, ArchiCad, Archline, Artlantis, AutoDesk, Blender, Cinema 4D, Corona, D5, Enscape, Lumion, Nemetschek, Photoshop, Rhino, SketchUp, Twinmotion, V-Ray. (1. Melléklet)

Ezen felül is számos értékes információ birtokába kerülhettünk a kérdőívnek köszönhetően, például az általa generált statisztikák azt mutatják, hogy a kérdezettek többsége úgy gondolja, hogy egy nagyobb, közcélú projekt esetén elengedhetetlen a 3D látványterv alkalmazása, míg egy kisebb projekt kapcsán (például magánkert tervezése során) nem feltétlenül létfontosságú (2. Ábra, 3. Ábra). Ez arra utal, hogy a szakemberek általában priorizálják a 3D látványtervek használatát az olyan projektekben, ahol nagyobb nyilvánosságot és szélesebb körű megértést kell elérniük, például közterületek, parkok vagy városi fejlesztések, zöldinfrastruktúrák

tervezésekor. Ugyanakkor kisebb projektek esetén, amelyek inkább magánkert jellegűek, a 3D látványtervek használata nem feltétlenül elengedhetetlen, és a tervezők más, kevésbé idő- és erőforrásigényes eszközöket is preferálhatnak a tervezési folyamat során. Magán célú projektek esetén leginkább luxusszolgáltatásnak számítanak az ilyen típusú látványtervek.

A kérdőív során, melynek további eredményei mellékletben megtalálhatóak (1. Melléklet), kiderült, hogy a válaszadók megosztott véleményt fogalmaztak meg a 3D tervezőprogramok megtanulásának nehézségeiről. A többség mérsékelten nehéznek, közepesen nehéznek értékelte ezt a folyamatot. Ez arra utal, hogy bár a 3D tervezőprogramok használata nem tekinthető rendkívül könnyűnek, ugyanakkor nem is érzik azt kifejezetten nehéznek. A közepes nehézségi szint azt sugallja, hogy a szakemberek általában képesek megbirkózni a 3D tervezőprogramok tanulásának kihívásaival, de azért szükségük van időre és gyakorlásra ahhoz, hogy magabiztosan használhassák ezeket az eszközöket a tervezési folyamatok során.

Az általam végzett felmérés váratlan eredményeként kiderült, hogy a válaszadók 88%-a szívesen tanulna látványtervezést. Ugyanakkor a válaszadók jelentős része számos akadályt lát ezen a területen, ami megakadályozza őket abban, hogy valóban elkezdjék vagy folytassák ezt a tanulási tevékenységet. Ezek közé tartoznak a drága tervezőprogramok, a válaszadók szerinti nehézkes tanulási folyamat, a megfelelő tanár vagy oktató hiánya, valamint az a meggyőződés, hogy nem tudnának vele keresni, tehát nem lenne pénzügyi hasznuk a látványtervezés elsajátításából. Ezek az akadályok komoly gátat jelentenek a válaszadók számára, és megakadályozzák őket abban, hogy ténylegesen elkezdjék elsajátítani és beintegrálni szakmájukba 3D látványtervezést. Tehát a felmérés alapján kijelenthető, hogy a szakmában aktívan tevékenykedők nem zárkóznak el, motiváltak lennének a tanulásra, ám bizonyosok akadályokba ütköznek ennek kapcsán.

Az felmérés másik érdekes eredménye, hogy a kérdezettek 96%-a szerint érdemes lenne egyetemi szinten oktatni a 3D látványtervezést. A válaszadók véleménye alapján az ilyen oktatás hasznos lenne a leendő tervezők számára, és lehetőséget nyújtana arra, hogy megtanulják és gyakorolják ezt a készséget még az egyetemi éveik alatt. Emellett az egyetemi oktatás segítségével a megbízó tervezőknek nem lenne szükségük külső forrásból 3D tervezőt fogadniuk, mivel maguk is rendelkeznének az ehhez szükséges készségekkel és ismeretekkel. Ezáltal az egyetemi szintű 3D látványtervezés oktatása a válaszadók véleménye szerint hozzájárulna a tervezők képzettségének javításához és a szakma fejlődéséhez, valamint segítené a tervezők és a megrendelők közötti hatékonyabb együttműködést és kommunikációt a projektjeik során.

Ezek az eredmények releváns képet adnak arról, hogy hogyan vélekedik a szakmai közösség a 3D látványtervezésről és annak használatáról, tanításáról, és segítséget nyújtanak a tervezőknek és az oktatási intézményeknek abban, hogy hatékonyabban kezeljék és fejlesszék ezt a területet a jövőben.

1.3. A 3D látványtervek kihívásai a magyar viszonylatban

A következő fejezetben a 3D látványtervezés kihívásai és problémái kerülnek részletes feldolgozásra, különös tekintettel a magyar kontextusra, melynek alapját a kérdőív eredményei és saját szakmai tapasztalatok adják.

Az elemzés során áttekintem a magyarországi tervezők és szakemberek között végzett felmérés eredményeit. Kiemelten foglalkozom a tanulási folyamat nehézségeivel, a szakmai tudás hiányával, a pénzügyi visszatartó tényezőkkel és az oktatási hiányosságokkal kapcsolatos problémákkal. Az elemzés célja a kihívások pontosabb feltárása, valamint ezek hatásának elemzése a tervezők szakmai tevékenységére és a szakterület fejlődésére vonatkozóan.

Az eredmények szerint a kérdőívet kitöltők viszonylag felhasználóbarátnak tartják a látványtervező programokat. Ennek ellenére számos egyéb akadály merül fel a programok gond nélküli használatában, munkába való aktív beintegrálásában. Ezek a gátak hozzájárulnak ahhoz, hogy a 3D tervezésre képes szakemberek száma jelenleg erősen korlátozott az országban. Ebből kifolyólag ez a szolgáltatás viszonylag költséges a megrendelők számára, legyenek azok magánszemélyek vagy akár tervezőirodák.

A jelenlegi helyzet szerint a mérnöki szakképesítések és egyetemek általában nem integrálják a 3D modellezést oktatási programjukba, legfeljebb szabadon választható tantárgy keretein belül. Ennek következtében az érdeklődő hallgatónak vagy tanulni vágyó szakembereknek külön, gyakran igen költséges kurzusokon kell részt venniük ahhoz, hogy elsajátítsák ezt a készséget.

A 3D modellezés és látványtervezés terén való tanulás és szakmai fejlődés során felmerülő költségek sokkal többet jelentenek, mint pusztán a kurzus díjának kifizetése. Az optimális eredmények elérése érdekében korszerű és nagy teljesítményű számítógépre van szükség, amely képes kielégíteni az ilyen típusú szoftverek rendkívül magas gépigényét. A számítógépnek rendelkeznie kell megfelelő grafikus kártyával, jelentős mennyiségű memóriával és erős processzorral, hogy biztosítsa a zavartalan és hatékony futást a tervezőprogramokat illetően, miközben lehetővé teszi a felhasználónak a nagy mennyiségű adat gyors és zökkenőmentes áramlását ^[INT1]. A minimális és az optimális gépigénye a Lumion 2023 Pro programnak a következőkben a mellékleteknél látható (2.-3. *Melléklet*).

A minimum gépigénnyel egy kis park vagy lakóépület modellezhető textúrákkal a Lumion program segítségével. Az ilyen számítógéppel rendelkező tervezőknek figyelembe kell vennie, hogy ez a konfiguráció nem lesz képes a Lumion csúcstechnológiás funkcióinak zökkenőmentes kezelésére. A fejlesztők javasolják a számítógépváltást, ha a tervező számítógépe közel áll ezekhez a minimális követelményekhez, annak érdekében, hogy minőségi 3D modelleket tudjon tervezni. [INT1]

Egy, a mellékletekben felsorolt (2.-3. *Melléklet*) perifériáknak megfelelő géppel egy kis park vagy városrészlet tervezhető, amely OpenStreetMap vagy más egyszerű modellek segítségével készíthető, vagy egy nagy ház részletes belső terekkel, amely több modellből és HD textúrákból áll. Illetve készíthető egy lakó- vagy kereskedelmi modell a táj beintegrálásával, akár csúcskategóriás látványterv, finom részletességű fák felhasználásával. [INT1]

Ezek a speciális hardverkövetelményekkel rendelkező gépek azonban gyakran költségesek és pénzügyi terhet jelentenek a szakemberek vagy az oktatási intézmények számára, ami további akadályt jelenthet a tervezési folyamatokba való bekapcsolódás és a szakmai fejlődés szempontjából. Ezért a képzéseket és a kurzusokat szervezőknek és az azon résztvevőknek egyaránt fontos figyelembe venni és megfelelően kezelni ezeket a szempontokat, kihívásokat és költségeket a tervezési tevékenység elsajátításához és gördülékeny használatához.

Ezen felül a gépek ára mellett a tervezőprogramok költségei is rendkívül magasak, ami további komoly terhelést jelent a felhasználók számára. A magas árkategória miatt a felhasználóknak már a programok beszerzése is jelentős anyagi terhet jelenthet. A magas licencdíjak és a szoftverfrissítések költségei ráadásul hosszú távon is jelentősen megterhelhetik a felhasználókat, így az árak folyamatos figyelemmel kísérése és a megfelelő programok használata elengedhetetlen.

3D tervezőprogramok	1 éves előfizetés (Ft)	3 éves előfizetés (Ft)	Örök licenc (Ft)
Lumion Pro 2023	691 515	1 810 512	
Lumion Standard 2023	352 044	905 256	
Twinmotion	321 519		
ArchiCad	345 000		1 809 000
SketchUp Pro 2023	168 478		
Blender	ingyenes		
3ds Max 2024 WIN	932 917		
Rhino 8			502 920+301 752 Upgrade
Cinema 4D Teams	452 628		
Cinema 4D Teams Floating	553 212		
Cinema 4D+ Teams Floating	678 942		
V-Ray Solo	231 343	704 088	
V-Ray Premium	331 927	1 005 840	
Archline 2023	600 000		1 264 920
Chaos Corona Premium	201 234		
Chaos Corona Solo	155 104		
D5	129 647		
Artlantis			450 409
Nemetschek	524 885		
Enscape Fixed-Seat	261 518		
Enscape Floating	467 716		

1. Táblázat – 3D tervezőprogramok és áraik (forrás: Limbach Noémi 2024)

A tervezőprogramok árait összesítő táblázat (1. Táblázat) adatai reprezentálják, hogy egy program kivételével (Blender) az összes program használatáért akár több százezer forintot kell évente fizetni, nem beszélve a frissítésekről. A táblázat adatai alapján elmondható, hogy a legdrágább program (Lumion Pro 2023) 1 éves előfizetése 691 515 Ft, míg a legolcsóbb (D5) 119 647 Ft. A felsorolt programok árainak átlagára 411 091 Ft. Ár- érték arányban az Artlantis nevű program jönnek bizonyul, annak ellenére, hogy csak örök licencet kínálnak, annak ára közelíti a felsorolt programok 1 éves előfizetésének árával.

A tervezési probléma további aspektusát jelenti, hogy egyetlen program alkalmazásával nem lehetséges teljeskörű 3D látványterv készítése. Szükség van olyan szoftverekre, amelyek lehetővé teszik egy adott terv 2D-s megtervezését (például AutoCad) és az azt követő 3D-s térbeli elhelyezését (például a SketchUp), valamint egy ún. „render” programra is, amely a megfelelő modulok alkalmazásával látványos design-t hoz létre a tervezett objektumokra (például a Lumion). A „render” program egy olyan szoftver vagy alkalmazás, amely lehetővé teszi a 3D-s modellek vizualizálását és megjelenítését fotórealisztikus vagy egyéb, különböző stílusú módokon. Ezek a programok speciális effektekkel, fényekkel és árnyékokkal dolgoznak annak érdekében, hogy élethű megjelenést biztosítsanak a tervezett tárgyaknak vagy

környezetnek. A renderelés folyamata során a szoftver létrehozza a 3D-s modell alapján a végső képeket vagy animációkat.

Ezen túlmenően fontos az egyes programok közötti átjárhatóság és kompatibilitás biztosítása. Kritikus jelentőségű, hogy a különböző szoftverek felismerjék és egységesen kezeljék egymás formátumait, így biztosítsák az összhangot az aktuálisan alkalmazott programok között. Ezen kívül figyelembe kell venni, hogy a frissebb verziójú programokból történő importálás nem mindig lehetséges egy korábbi verziójú másik programba, ami további kihívást jelenthet a tervezési folyamatok során.

Összefoglalva, a tervezőnek rendelkeznie kell megfelelő programokkal, amelyek lehetővé teszik a 3D modellezést és a látványtervezést. Ezek a szoftverek gyakran magas licenrdíjakat igényelnek, főként ha professzionális vagy speciális szolgáltatásokat is kínálnak. Emellett a számítógépnek is meg kell felelnie a programok gépigényeinek, ami gyakran extra költségekkel jár a tervező számára a megfelelő hardver beszerzése vagy fejlesztése során. A tervezőnek ezen felül magas szintű szaktudással kell rendelkeznie a tervezési és modellezési folyamatokban, amelyet hosszabb tanulás, gyakorlás és tapasztalatszerzés során szerez. Ez a szaktudás gyakran jelentős idő- és pénzügyi befektetést igényel az oktatás, tanfolyamok és továbbképzések formájában.

Mindezek a költségek és tényezők összességében hozzájárulnak ahhoz, hogy a 3D látványtervezés szolgáltatása drágának bizonyuljon. A tervezőnek az ilyen jellegű szolgáltatás nyújtása csak akkor térül meg, ha képes fedezni és kompenzálni bevételéből ezeket a magas költségeket, amelyeket a programok, gépek és a szaktudás beszerzése és fenntartása igényel. Ezért érthető, hogy a megrendelőnek számolnia kell a magas árral, amikor 3D látványtervet rendel, mivel ezek a költségek szükségesek ahhoz, hogy a tervező minőségi és hatékony munkát végezzen, és kiemelkedő eredményeket érjen el a projekt során.

Ezen túlmenően fontos megérteni, hogy az országban a magáncélú megrendeléseket gyakran luxuskategóriába sorolják. Az ilyen jellegű megrendelők gyakran csak kisebb projektekhez vagy személyes ingatlanokhoz kérnek látványterveket, amelyek esetében a 3D modellezés használata nem feltétlenül elengedhetetlen a tervezési folyamatban, csak a megrendelőnek nyújt segítséget és támpontot elképzeléseihez.

Ezzel szemben a közcélú befektetések, mint például közterületek, parkok, városi fejlesztések vagy infrastrukturális projektek tervezésekor a 3D látványtervek és vizualizációk alapvető és elengedhetetlen eszközöknek számítanak. Ezek a tervek segítik a döntéshozókat és a közvéleményt abban, hogy könnyebben megértsék és képzeletben lássák a tervezett projektek koncepcióját és hatásait. A látványtervek segítenek a projektek értékelésében, a tervezési

döntések meghozatalában, valamint a kommunikáció és az együttműködés javításában a különböző érdekelt felek között. [WANG 1995]

1.4. Magyar példák a tájépítészetben

A következőkben három különböző magyar példát mutatok be, amelyeket azért választottam, mert jól szemléltetik a 3D modellezés jelenlegi állását Magyarországon. Egy tájépítész iroda által készített munka és egy látványtervező alkotása jelentősen eltér egymástól, amit a bemutatott példák is alátámasztanak.

1.4.1. SUMMA – Art Kft. – Vámspércs – Művelődési ház melletti park (2018)

A következőkben egy magyar tájépítészeti projektet szeretnék bemutatni példaként. A modell a SUMMA-Art Kft. által készített parkot ábrázolja, amely a Vámspércs Művelődési Ház mellett található. [INT30]

A 2018-ban készült modell viszonylag egyszerű, vizuálisan nem különösebben vonzó, és a realizmus szempontjából is elmarad a várakozásoktól. Formálisan kockás hatású, ami a modellezési technikák korlátait tükrözi. Valószínűleg renderelő szoftver alkalmazása nélkül,



4. Ábra – SUMMA-Art Kft. Vámspércs parkjának 3D látványterve 2018 (forrás: epitesziroda-debrecen.hu)

kizárólag egy modellező programban készült. Bár a térkapcsolatok jól láthatók, a modell nem nyújt különösebb vizuális élményt összevetve a további modellekkel.

1.4.2. Budapest, Népliget vasútállomás – ZOA látványtervező stúdió

A közlekedési csomópontok egy városban lehet, hogy nem szembetűnőek, mégis egyre fontosabb szerepet játszanak annak életében. A ZOA 3D animációkra specializálódott stúdió 2021-ben felismerte az egyik ilyen forgalmas állomás fontosságát és művészi lehetőségeit a kreatív folyamat során, ezért hozzájárult a Spoorarchitect legújabb, versenyen győztes építészeti javaslatához a Budapest Fejlesztési Központ (BFK) és a Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt. (NIF) számára, nevezetesen a budapesti Déli Körvasút harmadik új vasútállomásához.

Az új Népliget vasútállomásnak helyet kellett találnia a Népliget és a nagy forgalmú belváros között, így a város egyik legfontosabb közlekedési csomópontjává válhat, ezt jól tükrözi a fotorealistikus látványterv is.

A fő cél az volt, hogy gyors átszállási lehetőséget biztosítson a szuburban vonalak, autóbuszok, a M3 metró és a Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér között a jövőben. [INT20]



5. Ábra – Népliget vasútállomás 3D tervei (forrás: ZOA 2021)

1.4.3. Csepel-sziget északi részére tervezett óriáspark koncepciója

A Budapesti Fejlesztési Központ (BFK) és Portfólió konferenciáján 2022-ben bemutatták a Csepel-sziget északi részén tervezett 36 hektáros park koncepcióterveit. A tervek kapcsán előadást tartott Mohácsi Sándor, az S73 tervezőiroda vezető tájépítész mérnöke, Erő Zoltán Budapest főépítésze és Borbély Lénárd, Csepel polgármestere és Vitézy Dávid is.

A tervezett beruházás célja egy ma alulhasznosított, barnamezős terület megújítása, ahol jelenleg ipari és elhagyott területek találhatók, de a park létesítéséről szóló törvény csak 2018-ban lépett életbe. A közlekedésszervező három városszerkezeti kapcsolatot emelt ki: a

rakpartokkal, a hévvel és az új Duna-híddal való kapcsolatot. A Csepeli közpark része lesz egy hosszú gyalogos-kerékpáros tengelynek, amely lehetővé fogja tenni a sétát a Duna Arénától Csepelig, az elképzelések szerint keresztező gépkocsiforgalom nélkül. [INT21]

„A közparkot nyugatról a megújuló csepeli hév, délről pedig az Új Duna-hidakat összekötő tengely határolja majd a tervek szerint. A park így gyorsan elérhető lesz a belvárosból, de



6. Ábra - Csepel-sziget fejlesztésére vonatkozó, BFK szerinti tervei (forrás: Óriási park épül Csepelen 2022 (vg.hu))

Pestről, a Határ úttól vagy Újbudáról az új hidakon közlekedő villamos is közvetlenül ide hoz majd, az újbudai lakótelepekről pedig negyed óra alatt lehet majd ide biciklizni” – olvasható Vitézy Dávid posztjában. A 3D megjelenítés szemléletes és meggyőző, jól bemutatja a tervezett igényeket.

2. Elméleti háttér

A következő fejezet bemutatja az alapfogalmakat, valamint a 2D és 3D programok alapvető ismereteit. A kérdőív által releváns programok kerülnek főként elemzésre (1. Melléklet).

2.1. 3D modellezés alapfogalmai

A 3D tervezés alapvető fogalmainak megismerése nélkülözhetetlen minden tervező számára, legyen szó táj- vagy belsőépítészetről, építészetről vagy grafikai tervezésről. A 3D modellezés és tervezés már nélkülözhetetlen a szakmában, és az elérhető szoftverek és eszközök segítségével valósághű, részletes és hatékony tervek lehet készíteni.

Az ilyen jellegű tervezés lehetővé teszi a tervezők számára, hogy jobban megértsék és elemezzék a tervezési döntéseik következményeit, és hatékonyabban kommunikáljanak a projektben érintett szakemberekkel. [WANG 1995]

A 3D tervezéssel kapcsolatos alapfogalmainak elsajátítása elengedhetetlen, segíti a tervezőket abban, hogy kreatívabb, gyorsabb és innovatívabb megoldásokat találjanak tervezési problémákra, és hatékonyabban dolgozzanak az építészeti és tájépítészeti projektek során. Emellett a 3D tervezési ismeretekkel rendelkező tervezők versenyképesebbek lehetnek a munkaerőpiacon, és szélesebb körű lehetőségeket kaphatnak az iparágban. A fogalmak elsajátítása elengedhetetlen és szükséges a tervezés során a minőségi munkavégzés érdekében. A mellékletben található számos egyéb, a megértéshez és alkalmazáshoz szükséges fogalom (4. Melléklet).

- **Pont (Vertex):** A 3D modellezés alapvető építőeleme, amely egy térbeli pontot jelöl. Ezek a pontok adják meg a modell alakját és részleteit.
- **Él (Edge):** Két pont közötti egyenes vonal, amely megadja a modell élsimítását és formáját.
- **Felület (Surface):** Az élek összekapcsolódásából és zárt alakzatok létrehozásából keletkező sík vagy görbe felületek, amelyek a modell textúrázásának és megjelenítésének alapját alkotják.
- **Poligon (Polygon):** Egy sík alakzat, amelyet élek és pontok határolnak. A poligonok alkotják a legtöbb 3D modellt, és lehetnek háromszögek, négyszögek vagy egyéb szabályos sokszögek.
- **Textúra (Texture):** Egy kép vagy mintázat, amelyet a modell felületére helyeznek el, hogy részletesebben megjelenítsék és valósághűbbé tegyék azt.
- **Renderelés (Rendering):** A 3D modell megjelenítése képpé vagy animációvá, amely magában foglalja a fényeffekteket, textúrákat és más vizuális tulajdonságokat.
- **BIM:** Az Épületinformációs Modellezés (Building Information Modeling) egy digitális tervezési és építési folyamat, amely valósághű 3D-s modelleket és összekapcsolt adatokat használ az épületek teljes életciklusának kezelésére, a tervezéstől az üzemeltetésig és karbantartásig. [VYSOTSKIY 2015]
- **Szimmetria:** Az objektumok egyenlősége vagy tükrözhetősége az egy vagy több tengely mentén, amely lehetővé teszi az egyes részek könnyebb létrehozását és szerkesztését. [INT6] [INT7]

2.2. 2D és 3D tervezőprogramok áttekintése

A következőkben a diplomamunka a fontosabb 2D és 3D tervezőprogramokat és felhasználásukat taglalja. Ezek a szoftverek széles körű eszközöket kínálnak a tervezéshez, modellezéshez, rendereléshez és dokumentáláshoz, amelyek segítségével a tervezők pontos képet kaphatnak a tervezési projektről. A 2D tervezőprogramok az alapvető tervezési elvek és rajzolási technikák digitalizált formájában szolgálnak, míg a 3D tervezőprogramok lehetővé teszik a térbeli modellezést és megjelenítést a tájépítészeti tervezésben. A legfontosabb 2D és 3D tervezőprogramok áttekintése segít megérteni, hogyan lehetnek hatékonyak és segíthetik elő a tájépítészeti tervezést és tervezőmunka minőségét. ^[INT7]

2.2.1. AutoCAD szoftver

Ha néhány szóban kellene meghatároznunk, hogy mi is az az AutoCAD, akkor azt mondanánk, hogy egy CAD típusú szoftver, amely a 2D és 3D rajzolásra és modellezésre összpontosít. Lehetővé teszi geometriai modellek létrehozását és módosítását, majdnem végtelen képességgel mindenféle szerkezetek és objektumok kifejlesztésére. ^[INT8]

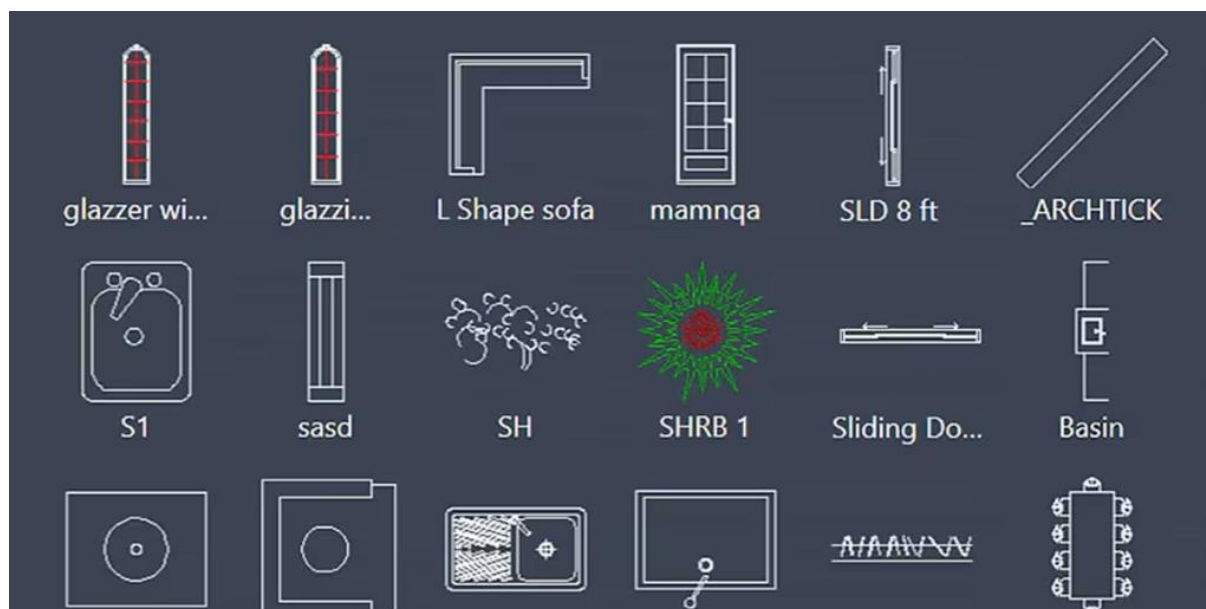
Az AutoCAD szoftver a táj- és kerttervezés egyik legalapvetőbb szoftvere. A szoftver az egész folyamatot végig vezeti a koncepciótól a pozicionálásig, megkönnyítve a korai funkciótervezéstől a kivitelezésig tartó folyamatokat ^[2]. Ismert a jó kompatibilitásról, az erős adatsere-képességről, valamint a nagy teljesítményű grafikai szerkesztési és rajzolási funkciókról. A kétdimenziós alaprajz rajzolásán kívül az AutoCAD segédeszközöket kínál számos műveleti felület kulcsfontosságú pontjainak megragadásához, és másodlagos szerkesztőeszközöket biztosít a forgatáshoz, a duplikáláshoz és akár térbeli alakzatok létrehozásához, amelyeket gyakran használnak a tájtervezésben a rendereléshez.

Aki újonnan tanulja a szoftver használatát is könnyen megismerheti és elsajátíthatja a kellő tudást viszonylag rövid időn belül. A legtöbb AutoCAD-et tanító magyar egyetemen a tanfolyam egy félévet, körülbelül 36 órát vesz igénybe, ami elegendő hosszúságú ahhoz, hogy kielégítse a tanítási célt. A tanárnak azonban nem célszerű megállnia az AutoCAD alapvető működési parancsainak elmagyarázásával. Ehelyett a szoftvert célszerű beintegrálni a gyakorlati feladatokba, tájtervezésbe.

A program a tájépítészetben számos célt szolgál. Segítségével pontos földrajzi tervrajzok készíthetők, amelyek bemutatják a tervezett táj elrendezését és részleteit. Lehetővé teszi a tájtervezési elemek, például domborzatok, növények és struktúrák precíz pozicionálását és elrendezését. A használat és tervezés során optimalizálhatók a tájtervezés funkcionális

szempontjai, például a vízvezetés és a növények elhelyezése. Az AutoCAD kompatibilis más szoftverekkel és formátumokkal, lehetővé téve az adatok könnyű importálását és exportálását. Egyértelmű grafikai, szerkesztési és rajzoló funkciókkal rendelkezik, amelyekkel pontos és professzionális megjelenésű terveket lehet létrehozni. A program különféle segédeszközöket és másodlagos szerkesztőeszközöket kínál a tervezési folyamat megkönnyítésére. [3]

Az AutoCAD tervezés egyik kulcsfontosságú aspektusa a blokkok (7. Ábra) használata. CAD blokkok olyan objektumcsoportok, amelyek egyetlen 2D vagy 3D objektumként működnek. Használhatjuk őket ismétlődő tartalom létrehozására, például rajzszimbólumok, gyakori komponensek és szabványos részletek rajzolására. A blokkok segítenek időt spórolni, konzisztenciát fenntartani és fájl méretet csökkenteni, mivel ugyan azt tartalmat újból felhasználhatjuk.



7. Ábra – AutoCAD Blokkok (forrás: www.autodesk.com)

Az AutoCAD annak ellenére, hogy egyike a tájépítészeti tervezés leggyakrabban alkalmazott szoftvereinek, korlátozott lehetőségeket kínál a kifejezetten élethű 3D látványtervek készítésére és renderelésére. A program alapvetően kiemelkedő a 2D-s tervezésben és tervrajzok elkészítésében, azonban hiányoznak belőle a fejlett 3D-s renderelési funkciók, amelyek lehetővé tennék a tervezők számára a valósághű, részletes 3D látványtervek létrehozását. Ennek eredményeként az AutoCAD felhasználói gyakran más szoftverekre, vagy speciális eszközökre támaszkodnak, amelyek lehetővé teszik a magas színvonalú 3D modellek készítését és azok megfelelő renderelését. Így bár az AutoCAD számos tervezési feladatot

könnyedén megold, fontos szem előtt tartani, hogy a program sajátosságai miatt a kifinomultabb és élethűbb 3D látványtervek elkészítése más szoftverekkel történik főként.

Összességében az AutoCAD egy hatékony és sokoldalú eszköz a tájépítészetben, amely segíti a tervezőket a tervek létrehozásában és megvalósításában, ám használatának vannak bizonyos korlátai.

2.2.2. ArchiCAD szoftver

Az ArchiCad egy professzionális szoftver, amelyet tájépítészek és építészek is egyaránt használnak tervezési, modellezési és dokumentálási projektekre. A programot a Graphisoft cég fejleszti, és már több mint 30 éve jelen van a piacon. Az ArchiCad az egyik legnépszerűbb BIM (Building Information Modeling, alapfogalmak fejezetben megtalálható) szoftver a világon, amely lehetővé teszi az épületek és tájépítészeti területek virtuális modellezését és tervezését. [JIANG 2019]

A program nagy előnye az egyszerűség és a felhasználóbarát felület. A program könnyen kezelhető és gyorsan megtanulható, így akár kezdők is könnyen elsajátíthatják a használatát. Az intuitív eszközök és funkciók segítségével könnyen lehet tervezni és modellezni az épületeket és tájtervezési projekteket.

A tervezőprogram ezen felül is számos funkciót kínál, amelyek segítenek a tervezőknek a hatékonyabb munkavégzésben. Ilyen funkciók például a 3D modellezés, a megjelenítés, a tervezési adatok nyilvántartása, a rajzi dokumentáció és a kommunikáció más tervezőkkel és szakemberekkel. [INT9]

A modellalapú tervezés lehetővé teszi a tervezők számára, hogy könnyen módosítsák a tervezési elemeket és azokat azonnal az egész modellen belül frissítsék.

A program használata előnyös lehet mind a kisebb, objektum szintű, mind a nagyobb tájtervezési projektek tervezésében és végrehajtásában. Lehetőséget ad a tervezőknek a jobb tervezési döntések meghozatalára, a tervezési hibák felfedésére és az építési folyamatok optimalizálására.

Összességében az ArchiCad egy kiváló szoftver tájépítészek és építészek számára, amely lehetővé teszi a hatékonyabb és gyorsabb tervezési folyamatokat. Ezen felül kompatibilis más tervezőprogramokkal is. A program széles körű funkciókkal és eszközökkel rendelkezik, amelyek segítségével könnyen lehet tervezni és modellezni a tájtervezési projekteket.

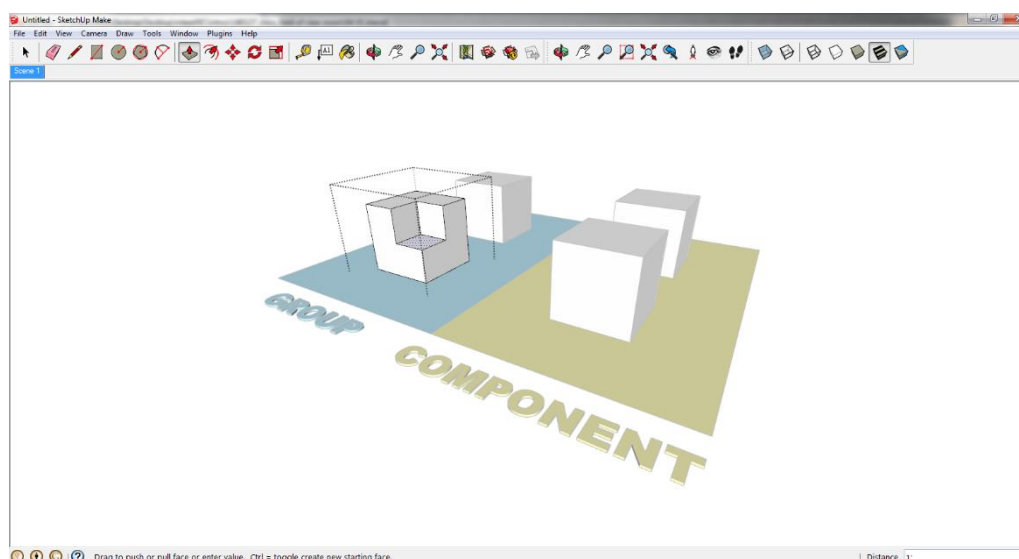
2.2.3. SketchUp program

A SketchUp, amelyet a vázlattervezés egyik legkiemelkedőbb szoftverének tartanak, a legnépszerűbb 3D programok közé sorolható az építészetben és a tájépítészetben. A SketchUp segítségével a felhasználó számtalan jól átlátható vázlatot és részletes modellt is tervezhet gyorsan és hatékonyan. A program számos előnnyel rendelkezik, közvetlenül a tervezési folyamathoz igazodik, és a tervező számára 3D-s tervezési környezetet és valós időben renderelt jeleneteket biztosít. Így a tájtervezés teljes folyamata, az analitikus gondolkodástól a végleges tervig, a szoftveren belül elvégezhető. [JIANG 2029]

A SketchUp számtalan módon segíti a tervezőmunkát, amely széleskörű lehetőségeket kínál a felhasználók számára a személyre szabott műveletek végrehajtására és a munkafolyamatok hatékonyságának növelésére. Ennek a hatékonyságnak az alapja az, hogy a program rendelkezik intuitív és felhasználóbarát felületekkel, amelyek egyszerűen kezelhetők

Az egyik fő előnye a SketchUpnak az, hogy minden parancshoz testreszabható gyorsbillentyűk is rendelkezésre állnak. Ezáltal a felhasználók könnyen alkalmazhatják az egyéni preferenciáiknak megfelelő parancsokat, ami tovább növeli a munkafolyamatok hatékonyságát és sebességét. [INT10]

A SketchUp tanulásának alappillére, hogy az azt tanulók megértsék és alkalmazzák a tervezőeszköz alapvető fogalmait és funkcióit. Ezek közé tartoznak az oldalak, nézetek, tengelyek, csoportok és komponensek, amelyek kulcsfontosságúak a hatékony tervezés és modellezés szempontjából. Ahogy az ábrán látható, a csoportok és a komponensek a rajzolás alapegységei. A csoportok az AutoCAD-ben a blokkok meghatározásához hasonlóan állíthatók be. A komponensek nagyon hasonlóak a csoportokhoz, azzal a különbséggel, hogy



8. Ábra – SketchUp csoportok és komponensek (forrás: designerhacks.com)

rendelkeznek korrelációs (összefüggéses) funkcióval [LEE, YAN 2016]. Bármelyik modell komponensként beilleszthető egy másik modellbe. A komponensek olyan objektumok esetén hasznosak, amelyek ismétlődnek a modellben. A csoportok ideálisak olyan nem ismétlődő objektumokhoz, amelyek elkerülik a más geometriával való összeolvadást.

A SketchUp lehetővé teszi számunkra, hogy különféle nézeteket generáljunk a tervezett modellekről. A nézetek közé tartoznak például a sík, magassági és profil nézetek, amelyek segítenek abban, hogy több dimenzióban lássuk és értelmezzük a tervezett objektumokat vagy tájakat.

Az egyik kiemelkedő tulajdonsága a SketchUpnak az, hogy lehetőséget biztosít arra, hogy ugyanazt a nézetet különbözőképpen ábrázoljuk, attól függően, hogy milyen speciális vizualizációs igényeknek kell megfelelnünk. Ez lehetővé teszi a tervezők számára, hogy rugalmasan alakítsák a megjelenítést a projekt egyedi követelményei szerint. Fontos kiemelni, hogy a tájtervezési modell létrehozásakor alapvető fontosságú egy megfelelő nézet kiválasztása, mivel ez határozza meg a modell kifejezőképességét és értelmezhetőségét. Ellenkező esetben a tervezési modell nem jeleníthető meg megfelelően, és elveszítheti az áttekinthetőségét, értelmezhetőségét.

A SketchUp további előnye, hogy több oldalt is megjeleníthet ugyanabban a nézetablakban. Ez lehetővé teszi a felhasználóknak, hogy a jelenetet egy adott nézőpontból láthassák, miközben összehasonlíthatják az oldalakat különböző szögekből, ami segíthet a tervezési döntések meghozatalában. Ezen felül a program hozzájárul az oldalak animálásához is, így dinamikus képet kaphatunk a tervezési eredményekről. Ez segíthet abban, hogy a tervezési folyamat során élethűbb és dinamikusabb látványterveket hozzunk létre, amelyek segítenek az adott projekt elképzeléseinek és terveinek jobb megértésében. [JIANG 2019]

Összességében elmondható, hogy a SketchUp viszonylag jó minőségű renderelésre képes, azonban még mindig csak vázlatszerű 3D látványterveket készít a fejlettebb 3D látványtervező programokhoz képest. Látványterv készítés helyett a fő profilja inkább a modellezés. Ennek ellenére a program rendkívül hasznos eszköz a tervezők számára, amely számos lehetőséget kínál a tervezési folyamat különböző szakaszaiban egy programon belül.

2.2.4. 3ds Max szoftver

A 3Ds Max program egy professzionális 3D modellező és animációs szoftver, amelyet a vizuális effektek tervezésére és készítésére használnak és az AutoDesk fejlesztett ki.

A program széles körben alkalmazható az építészeti tervezésben, a játékfejlesztésben, a filmiparban és a reklámparban is a tájépítészetén kívül. A 3Ds Max lehetőséget nyújt a fotórealisztikus képek, videók és animációk létrehozására, valamint a virtuális világok és tájak tervezésére. Az alkalmazás rendelkezik egyedi eszközökkel és funkciókkal, amelyek lehetővé teszik a szakemberek számára az alkotásuk pontos részleteinek, mint például a fények, árnyékok, textúrák és mozgások finom hangolását. A 3Ds Max egy összetett szoftver, amely sok gyakorlást és hosszabb tanulási időt igényel a hatékony használatához.

A fő különbség a többi 3D tervezőprogram és a 3ds Max között az, hogy a 3ds Max inkább kisebb objektumokra fókuszál, és részletesen kidolgozott modelleket készít. Emellett a 3ds Max nagyobb gépigényt igényel, mint például a SketchUp, mivel komplexebb és részletesebb modellek létrehozására alkalmas.

Összességében a program egy erőteljes és sokoldalú szoftver, amely ideális eszköz lehet a tájépítészeti projektek tervezéséhez és vizualizációjához, de inkább objektum szinten állja meg a helyét. Ennek ellenére a program használata segíthet abban, hogy a tájépítészek még hatékonyabban és kreatívabban dolgozhassanak, és élethű vizuális elemekkel lássák el a tervezett projekteket. ^[INT11]

2.2.5. Blender szoftver

A Blender egy olyan ingyenes és nyílt forráskódú 3D-s grafikai szoftver, amely széles körű lehetőségeket kínál a tájépítészek és más vizuális tervezők számára a modellezés terén. A program számos sokoldalú eszközzel rendelkezik, amelyek segítségével modellezhetünk, animálhatunk, textúrázhatunk, megvilágíthatunk, renderelhetünk és sok más tevékenységet végezhetünk tájépítészeti projektek során. Emellett a Blender támogatja a valósághű vizualizációt és rendelkezik egy aktív közösséggel, amely segít az új felhasználóknak a program használatát illetően. ^{[INT12] [INT24]}

A szoftver ideális eszköz a tájépítészek számára a kreatív tervezési projektek létrehozásához és a vizuális kommunikáció javításához az ügyfelekkel és érintettekkel szemben, és a használata is ingyenes. ^[INT12]

2.2.6. Archline szoftver

Az ARCHLine.XP Professional egy sokoldalú, professzionális BIM alkalmazás, amely lehetővé teszi 2D alaprajzok, 3D modellezés, műszaki dokumentáció és fotórealisztikus renderelés készítését építészeti és belsőépítészeti tervezési feladatokhoz. A program

segítségével könnyedén tervezhetők többszintes épületek, parametrikus ajtók és ablakok, rugalmas falak és lépcsők, valamint különféle tetőalakzatok. A belső terek tervezésekor lehetőség van redőnyök, világítás, csempék, szekrények és egyéb belsőépítészeti elemek parametrikus tervezésére. A Plot Layout (4. Mellékletben kifejtve) segítségével egyszerűen készíthetők műszaki dokumentációk, illetve a program rendelkezik fotórealisztikus renderelő funkcióval a vizuális megjelenítéshez. Az ARCHLine.XP Professional továbbá támogatja az ARCHLine.XP LIVE archviz animációs szoftvert, amely lehetővé teszi az élethű modellek létrehozását az építészeti és belső terek valós idejű megjelenítésével. [INT13]

A program főként építészeknek és belsőépítészeknek lett kifejlesztve, de tartalmaz a tájépítészek számára is hasznos funkciókat. Az alkalmazás lehetővé teszi a 3D területmodellezést és tervezést, valamint a fotórealisztikus renderelést, amely segítségével könnyen megjeleníthetők a tájépítészeti tervezési ötletek és tervek.

Az ARCHLine.XP Professional hasznos lehet például tereprendezés, növénykiültetés, utak, sétautak és parkok tervezése során. A program segítségével könnyen modellezhetők a tájépítészeti elemek, például domborzat, vízfelületek, növények és burkolatok. A fotorealistikus renderelés lehetővé teszi a tervezett tájkép valódi megjelenítését, ami segíthet az ügyfél számára jobban megérteni és megélni a tervezett területet.

Összességében a program hasznos eszköz lehet a tájépítészek számára is, különösen a területmodellezés és vizualizáció terén. Azonban érdemes figyelembe venni, hogy a program főként építészeti tervezésre lett tervezve, és esetleges korlátokkal járhat a tájépítészeti tervezés bonyolultabb vagy specifikus igényei esetén. Általánosságban az ARCHLine.XP Professional jó kiindulópont lehet a tájépítészeti tervezéshez, de a területspecifikus igényeknek való megfelelés érdekében érdemes további szakmai eszközöket és programokat is igénybe venni.

2.2.7. Nemetschek szoftver

A Nemetschek Group egy olyan szoftvereket kínáló német szolgáltató csapat, amely építészeknek, mérnököknek és az építőipar számára szánt szoftvereket készít. Azért is szerepel ebben a fejezetben, mert európai fejlesztésű. [INT14]

Az Allplan és a Vectorworks olyan szoftverek, amelyeket a Nemetschek csoport fejlesztett ki, és bár népszerűek az építészeti és építőmérnöki tervezésben, a tájépítészet területén kevésbé elterjedtek. Ennek oka az, hogy a tájépítészet más specifikus igényekkel rendelkezik, amelyek eltérnek az építészeti vagy strukturális tervezéstől.

Ezen szoftverek lehetővé teszik a tájépítészek számára, hogy növényzetet, terepet, kerteket, parkokat és további természeti elemeket tervezzenek és modellezhessenek. Azonban a

tájépítészet speciális igényei miatt más, a területre szakosodott szoftverek is népszerűek, melyek kifejezetten a növényzet modellezésére, tájtervezésre és környezeti elemek kezelésére fókuszálnak.

Ezért bár az Allplan és a Vectorworks hasznosak lehetnek a tájépítészek számára, nem annyira általánosak vagy elsődlegesek ezen a területen, mint a specializált tájépítészeti szoftverek. Mindazonáltal minden tervező személyes preferenciái és szakmai igényei alapján választja ki a legmegfelelőbb szoftvert a munkájához.

2.2.8. Lumion program

A Lumion egy intuitív megjelenítő szoftver, mely kifejezetten építészeti és tájépítészeti igényeire lett tervezve. Gyors, könnyen kezelhető és megbízható, teljes körű megoldást nyújt az építészeti, belsőépítészeti és tájépítészeti vizualizációkhoz.

Akkor is, ha korlátozott renderelési tapasztalattal rendelkezik a felhasználó, a Lumion segítségével könnyedén átalakíthatja a kétdimenziós CAD modelleket élethű háromdimenziós képekké vagy videókká. Széleskörű eszközkészlete lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy szabadon formálják a környezetüket, akár globális kontextust is adva a tervezésüknek.

Bármilyen típusú projekt könnyen valósághűvé tehető, legyen az egy kisebb kert vagy egy nagyobb tájegység, mivel a program részletes növényzettel, élethű égbolttal és magas minőségű anyagokkal rendelkezik. [INT16]

A Lumion kompatibilis számos más tervező- és CAD-szoftverrel, például az Autodesk Revit, Autodesk AutoCAD, Trimble, Nemetschek Vectorworks, Graphisoft ArchiCAD, SketchUp és a Rhinoceros programokkal. Ezek a tervezőprogramok könnyen importálhatók és használhatók a Lumionban, így jelentősen egyszerűbbé téve a tervezési folyamatokat.

A szoftver számos szempontból kiemelkedő lehet más renderelő programokkal szemben. Elsősorban, a felhasználóbarát kezelőfelület lehetővé teszi, hogy még kezdő felhasználók is könnyedén és hatékonyan dolgozhassanak a szoftverrel. Emellett a Lumion rendkívül gyors renderelési sebességet kínál, így akár rövid határidők mellett is magas minőségű vizualizációkat lehet létrehozni. [INT17]

Teljes körű eszközkészletet kínál, amely segítségével élethű vizualizációkat hozhatunk létre. Különböző fényeffektek, animációk, időjárási hatások és más effektek segítségével a tervezők hatékonyan kommunikálhatnak az ügyfelekkel és érdekeltekkel. Kiemelkedő minőségű és élethű képeket és videókat képes előállítani, így a tervezési elképzeléseink élethűen jeleníthetők meg.

A Lumion és a többi hasonló szoftver fő célja a látványtervek élethűvé tétele, nem pedig a konkrét modellezés. Azonban a 3D látványtervek elkészítéséhez teljes tervezési folyamat szükséges, amely magába foglalja a kívánt modellek és környezetük megtervezését CAD (vagy egyéb modellező) szoftverekben, valamint mérnöki és további szükséges szakmai szempontok figyelembevételével. Ezeket a terveket aztán tovább finomítják és bővítik a Lumion vagy más hasonló *renderelő szoftverek segítségével. [INT17]

Így a 3D látványtervek elkészítéséhez a tervezési és vizualizációs szakemberek együttműködése szükséges, hogy teljes körű és pontos képet kapjanak a tervezett projektek kinézetéről és funkciójáról. A renderelő szoftverek fontos eszközök ebben a folyamatban, de önmagukban nem helyettesítik a teljes tervezési folyamatot.

A szoftver átfogó támogatást nyújt, és rendszeresen frissítik és fejlesztik annak érdekében, hogy mindig a legújabb technológiákat és funkciókat kínálja felhasználóinak. Összességében a Lumion egy teljes körű, könnyen használható és rendkívül hatékony renderelő szoftver, amely számos előnnyel rendelkezik más hasonló programokhoz képest a tájépítészetben.

2.2.9. Twinmotion program

A Twinmotion olyan valós idejű 3D renderelő szoftver, amely magas minőségű képeket, panorámákat és szabványos vagy 360°-os VR videókat készít a lehető leggyorsabban. Alapelve megegyezik a Lumionéval.

Az építészet, építőipar, városi tervezés és tájépítészet szakemberei számára kifejlesztett Twinmotion egy intuitív ikonvezérelt felületet kombinál az Epic Games Unreal Engine motorjának erejével. A Twinmotion rendkívül könnyen tanulható és használható, függetlenül a projekt méretétől és bonyolultságától, az anyagoktól, a felhasználó IT ismeretétől vagy a választott BIM modellezőtől. Az ArchiCAD közvetlen szinkronizálása lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy mindössze három kattintással áttérjenek a BIM modellezésből egy VR élményre. [INT15]

A Twinmotion és a Lumion szoftverek hasonló célokat szolgálnak azzal, hogy valós idejű 3D vizualizációt kínálnak. Mindkét program lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy könnyen és gyorsan hozzanak létre fotorealistikus környezeteket és animációkat.

Azonban, bár több hasonlóság van a két program között, vannak különbségek is például a felhasználói felületében és kezelhetőségében. Egyéni preferencia kiválasztani az optimálisabbat.

Bár mindkét program rendelkezik beépített modellekkel, textúrákkal és egyéb tartalmakkal, azok jelentősen eltérhetnek egymástól. Az egyik program által kínált tartalmak és eszközök jobban illeszkedhetnek néhány felhasználó igényeihez, mint a másiké.

Különbség még, hogy mindkét program képes modelleket és tartalmakat importálni más szoftverekből, azonban a támogatott fájlformátumok és kompatibilitás mértéke eltérő.

A Twinmotion tehát kiváló eszköz a tájépítészek számára számos okból. Gyors és hatékony vizualizációval lehetővé teszi a tervezők számára, hogy élethű 3D vizualizációkat hozzanak létre terveikről. A program elérhetővé teszi, hogy a tervezők valós időben módosítsák az adott projektet, különböző környezeti változatokat és hangulatokat mutassanak be terveikkel kapcsolatban. A fotórealisztikus megjelenítés segítségével élethű képeket és videókat készíthetnek, ami hozzájárul a tervek jobb megértéséhez és elfogadásához. A beépített tartalmak és eszközök felgyorsítják és egyszerűsítik a tervezési folyamatot. A kompatibilitás más szoftverekkel lehetővé teszi a tervezők számára, hogy összekapcsolják a tervezési folyamatot más eszközökkel. Ezek az előnyök együtt teszik vonzóvá és hasznossá a Twinmotion-t a tájépítészek számára a tervezési folyamatban és a projekt prezentálása során.

3. Eszközök és technikák

A következő fejezet ismerteti a SketchUp és Lumion programok legfontosabb, elengedhetetlen eszközeit, tengelyeit, bővítményeit, valamint a tervezést segítő technikákat. További hasznos információk találhatók a mellékletben is ezzel kapcsolatban (5. *Melléklet*).

3.1. SketchUp és bővítményei

3.1.1. SketchUp eszközök, eszköztár és tengelyek

A szoftver számos eszközt kínál, amelyek lehetővé teszik a pontos és hatékony modellezést. Ezek az eszközök különböző feladatokat és funkciókat látnak el, kezdve a legegyszerűbb vonalrajzolástól egészen a komplex geometriai formák létrehozásáig. Az alábbi 5. Mellékletben bemutom a SketchUp legfontosabb eszközeit és azok jellemzőit, amelyek segítségével a felhasználók megvalósíthatják terveiket és professzionális modelleket hozhatnak létre.

Az említett eszközök (5. Melléklet, 9. Ábra) alapvető fontosságúak a SketchUp-ban történő

Visual	Tool Name & Description	Visual	Tool Name & Description
	Select - Use this tool to "select" the parts of your model you want to work with.		3D Text - Use this tool to create 3 dimensional geometry from text.
	Paint Bucket - Use this tool to assign materials and colors to pieces of your model.		Push/Pull - Use this tool to push and pull surfaces in your model, allowing you to add or subtract volume from the pieces in your model.
	Eraser - Use this tool to delete entities. The Eraser tool can also be used to hide and soften edges.		Rotate - Use this tool to rotate, stretch, distort, or copy entities along a rounded path.
	Rectangle - Use this tool to draw rectangular pieces in your model.		Follow Me - Use this tool to duplicate the profile of a face along a path.
	Circle - Use this tool to draw circles in your model.		Scale - Use this tool to resize and stretch pieces in your model.
	Line - Use this tool to draw edges or lines in your model.		Tape Measure - Use this tool to measure distances, create guide lines or points, or scale a model.
	Freehand - Use this tool to draw irregular hand-drawn lines in the form of curves.		Offset - Use this tool to create copies of lines and faces at a uniform distance from the originals.
	Arc - Use this tool to draw arcs in your model.		Move - Use this tool to move, stretch and copy pieces of your model. This tool can also be used to rotate components and groups.

9. Ábra – SketchUp szoftver néhány nélkülözhetetlen eszköze és azok ikonjai
(forrás: mrmanion.weebly.com – Study Guide)

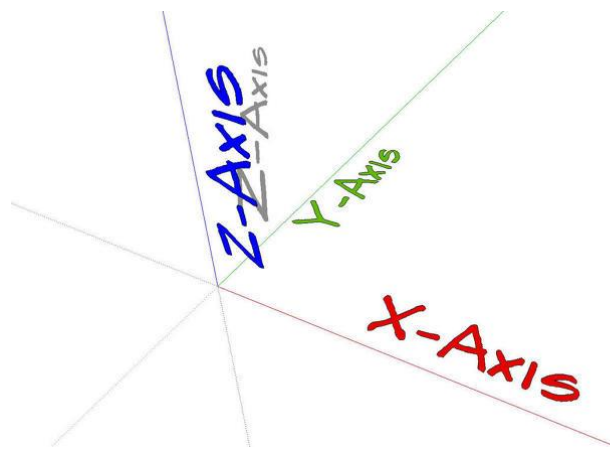
hatékony és pontos 3D modellezéshez. Mindegyik eszköz különböző funkciókat lát el, amelyek segítségével a felhasználók bármilyen 3D modellt létrehozhatnak a tervezési igényeknek megfelelően.

Az eszközök elérési útvonala különböző lehet, billentyűkombinációkkal és egér segítségével is elő lehet őket hívni. A legegyszerűbb és leggyorsabb elérési lehetőség a személyre szabható Toolbar-ból (Eszköztárból) való kiválasztás. Ezen felül a SketchUp programban három

alapvető tengely található, amelyek fontos szerepet játszanak a modellezési folyamatban. Azt a pontot, ahol ezek keresztezik egymást Origin-nek nevezzük. Ezek a tengelyek a következők:

- **X-tengely (Piros tengely):** Az X-tengely vízszintes irányt képvisel a SketchUp koordináta-rendszerében. Ez a tengely balról jobbra mutat, és segít a modellek pontos vízszintes igazításában és mérésében.
- **Y-tengely (Zöld tengely):** Az Y-tengely szintén vízszintes irányt képvisel, de az X-tengelyre merőlegesen helyezkedik el. Ez a tengely előről hátra mutat, és fontos a modellek mélységi igazításában és elrendezésében.
- **Z-tengely (Kék tengely):** A Z-tengely függőleges irányt képvisel. Ez a tengely felfelé és lefelé mutat, és kulcsszerepet játszik a modellek magassági igazításában és mérésében. (10. Ábra)

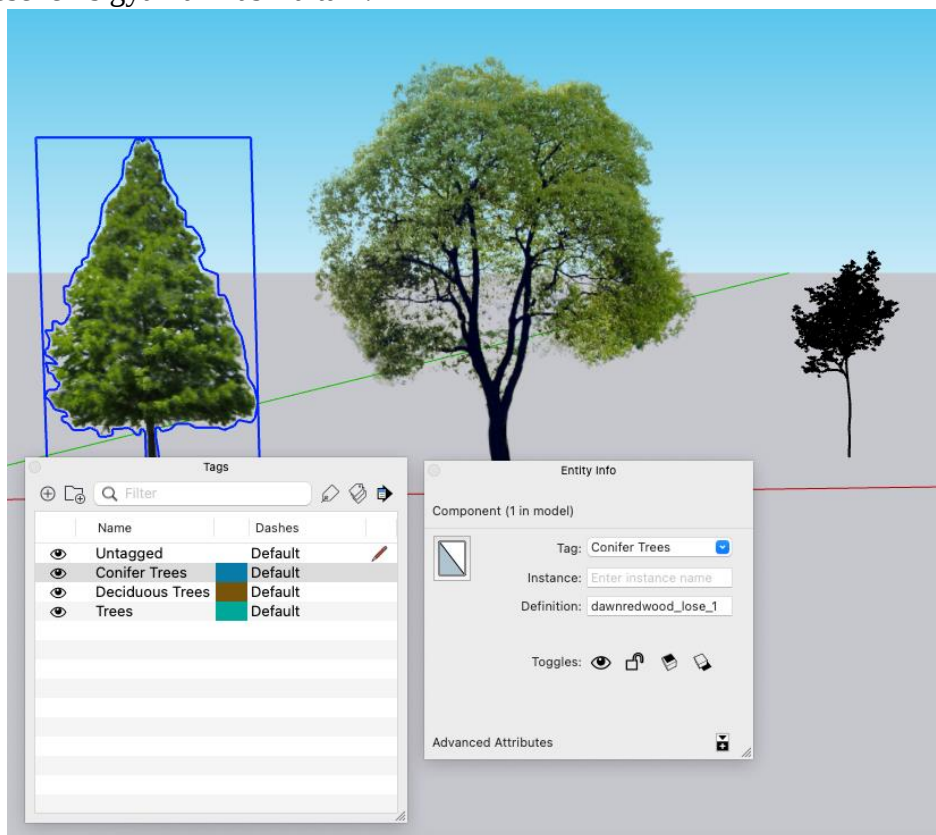
Ezek a tengelyek nem csak az objektumok elhelyezésében és igazításában segítenek, hanem a SketchUp különféle eszközeinek használatakor is referenciapontként szolgálnak. A tengelyek pontos értelmezése és használata elengedhetetlen a precíz 3D modellezéshez.



10. Ábra – SketchUp tengelyek színek és betűk szerint (forrás: www.finewoodworking.com)

3.1.2. SketchUp tagek

A tagek segítenek a SketchUp modelljében található objektumok rendszerezésében és azok láthatóságának szabályozásában (11. Ábra). A SketchUp lehetővé tette a mintaterület modellezésénél is, hogy egyetlen kattintással elrejtsem a taggelt objektumokat anélkül, hogy egyenként kellene kiválasztanom azokat. A modell több részének tagekkel történő elrejtése segít gyorsabban megtalálni a dolgokat, illetve hozzájárul a gyorsabb programműködéshez. A tagek láthatóságának beállításával nemcsak jeleneteket hozhatunk létre a SketchUpban, hanem hatékonyan szerkeszthetjük és beállíthatjuk a modellt is ^[INT28]. Ezt a funkciót a mintaterület modellezésénél is gyakran használtam.



11. Ábra – SketchUp Tagek (forrás: help.sketchup.com)

3.1.3. SketchUp és a 3D Warehouse modelljei

Ha egy adott, már meglévő objektumot vagy környezetet keresek, vagy csak részletesebbé akarom tenni az adott modellt, erre a célra megfelelő lehet a 3D Warehouse. Az Alcsúti arborétum modellezési folyamat része volt, hogy erről a platformról töltöttem le objektum modelleket (hidakat, nyílászárókat).

A 3D Warehouse egy online platform és közösségi adatbázis, amelyet a SketchUp 3D modellező szoftver használói hoztak létre és tartanak fenn. Ez a platform lehetővé teszi a

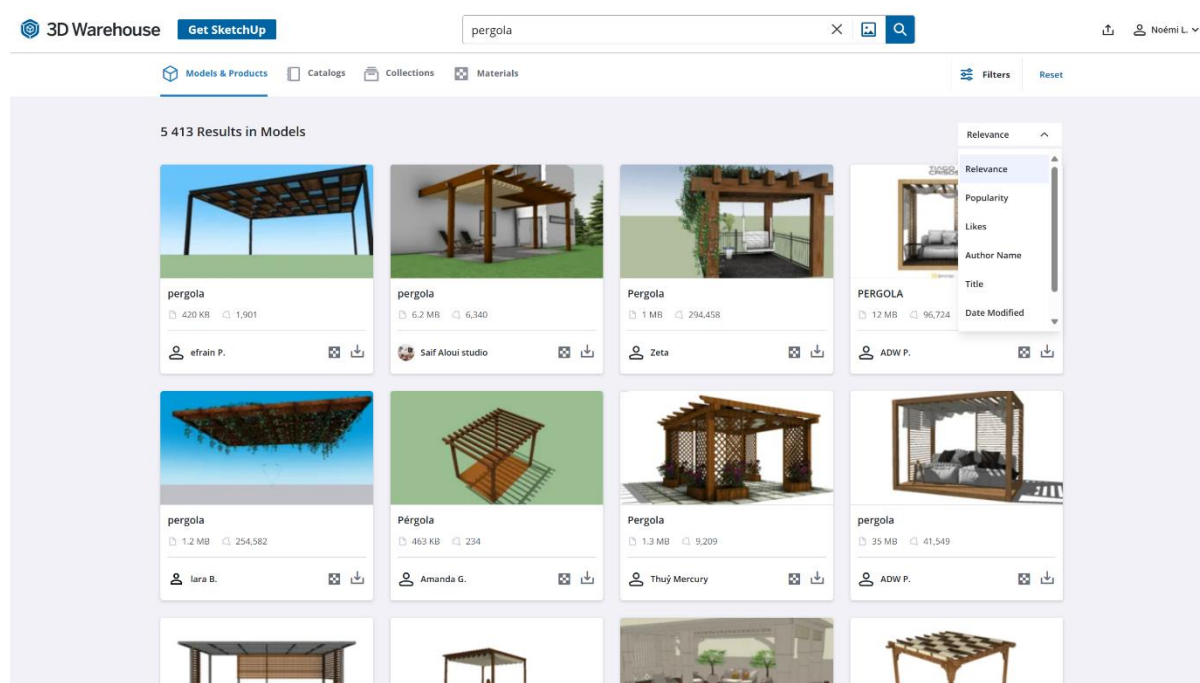
felhasználók számára, hogy megosszanak, böngésszenek és letöltsenek különféle 3D modelleket. A felülete a 12. Ábrán látható.

A 3D Warehouse kiváló forrás lehet építészeti vagy tájépítészeti tervekhez, mivel a felhasználók könnyen importálhatnak és felhasználhatnak kész modelleket a saját terveikben.

Emellett segíti a közösségi együttműködést és az ötletek megosztását a SketchUp felhasználók között. [INT18]

Tájépítészeti körében még azért is releváns, mert nem mindig található meg a renderelő vagy modellező program eszköztárában az a specifikus növény, növényfaj, vagy kültéri elem, amire szükség lenne egy adott projekt kapcsán, de a Warehouse bő kínálattal rendelkezik.

Letöltés után a modell egyszerűen beintegrálható a megnyitott SketchUp munkafüzetbe. a letöltött modell ezek után mozgatható, forgatható, szerkeszthető és átalakítható.



12. Ábra – 3D Warehouse felülete (forrás: Limbach Noémi 2024)

3.2. SketchUp fájl importálása Lumion szoftverbe

3.2.1. Importálás

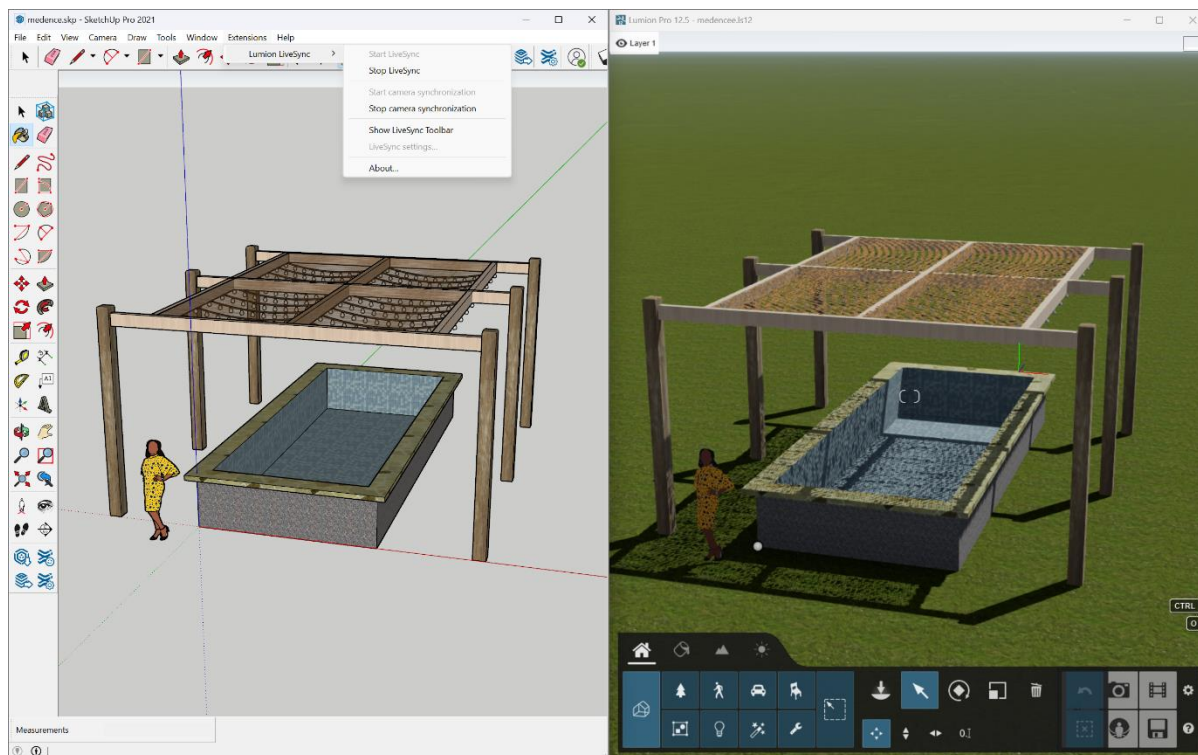
A SketchUp modellező programban készült fájlok importálása egy renderprogramba, jelen esetben a Lumionba viszonylag egyszerű folyamat, ami elengedhetetlen a fotorealistikus 3D modellek létrehozásához. A 6. Mellékletnél elérhető lépések alapján importáltam a mintaterület modelljének .skp kiterjesztésű fájljait a Lumion szoftverbe.

Fontos megjegyezni, hogy a Lumion képes lehet magától átalakítani a SketchUp modellt, hogy az a lehető legjobban passzoljon a Lumion környezetéhez és funkcióihoz. A folyamat részletei kissé változhatnak a program verziójától függően.

3.2.3. Lumion LiveSync Plugin működése

A Lumion LiveSync Plugin egy olyan eszköz, amely valós idejű szinkronizációt hoz létre a SketchUp és a Lumion között. Ez a plugin (bővítmény) lehetővé teszi, hogy a tervezők és modellezők közvetlenül láthassák a változásokat a SketchUp-ban, amint azokat elvégzik, anélkül, hogy újra importálnák a modellt a Lumionba (13. Ábra). Ez nagyban megkönnyíti a tervezési folyamatot és növeli a hatékonyságot.^[INT26] A bővítmény használatának lépései a 7. Mellékletben olvasható.

Ez a folyamat lehetővé tette számomra a mintaterület modellezésénél, hogy dinamikusam dolgozzak a modellen és azonnali visszajelzést kapjanak a változtatásokról, ami jelentősen felgyorsította és hatékonyabbá tette a tervezési folyamatot. Fontos megjegyezni, hogy a LiveSync Plugin csak a SketchUp Pro változatában érhető el, és a Lumion 6.5 vagy annál újabb verzióiban használható.



13. Ábra – Lumion és SketchUp valós idejű szinkronizációja Lumion LiveSync Plugin használatával (forrás: Limbach Noémi 2024)

3.3. Domborzatmodell készítése SketchUp és Google Maps segítségével

A topográfiai térképek modellezése és elemzése jelentősen megkönnyíthető a modern technológiák, mint például az online térképészeti felmérések és a 3D modellező szoftverek alkalmazásával.

Az online elérhető topográfiai térképek, mint például a Google Maps (<https://www.google.com.ph/maps>), az Open Street Maps (<https://www.openstreetmap.org/>), vagy a NAMRIA (<http://www.namria.gov.ph/>), rendszerint szintvonalakkal vannak ellátva, amelyek a terep magassági pontjait jelölik. Ezek az online térképeken található topográfiai adatok azonban többnyire makroszinten, minimum 20 méteres szintvonal-intervallummal érhetők el.^[INT22]

A topográfiai térképek számos szintvonalat tartalmaznak. Lehetséges minden egyes szintvonal magasságának részletes megjelölése, akár 5 méteres (vagy kisebb) pontossággal is, a 3D modellezés eszközeinek segítségével.

A 8. Mellékletben található részben bemutatom, hogyan lehet módosítani a szintvonal-intervallumokat a SketchUp szoftver használatával. Az ismertetett folyamat során arra törekszem, hogy a Google térképen alapuló topográfiai adatokból 5 méteres szintvonal-intervallumot állítsak elő, a kiindulási 20 méteres intervallum alapján. Ez egy másik előnyös oldalát mutatja meg az ilyen típusú modellezésnek, ami hasznos lehet tájépítészeti szempontból.

3.4. Lumion program főbb jellemzői

A következő fejezetben bemutatom a Lumion szoftver főbb jellemzőit, amely kiterjedt lehetőségeket kínál a felhasználók számára, különös figyelmet fordítva a program által nyújtott előnyökre és eszközökre. Megvizsgálom, hogy miként támogathatja a Lumion a tájépítészeket a valóság-hű látványtervek létrehozásában és engem a mintaterület modellezése során.

A Lumion széleskörű objektumkészlete segít a felhasználók számára, hogy élethű vizualizációkat készítsenek, illetve különböző, akár animált tájépítészeti elemek, mint például növények, textúrák, domborzatok, effektek, épületek és egyéb infrastruktúrák megjelenítését is lehetővé teszi. számos előre megtervezett sablon és elem segíti a tervezési munkát.

Ugyanakkor fontos figyelembe venni, hogy a program használatának bizonyos kihívásai is lehetnek. Az alábbiakban áttekintést adok a Lumion által nyújtott lehetőségekről, eszközökről, hogy a felhasználók teljes képet kapjanak a szoftver használatáról és a benne rejlő potenciálról.

3.4.1. Lumion Benchmark eredmények

A Lumion egy nagy teljesítményű vizualizációs szoftver, amely rendkívül igényes a hardverre, különösen, ha nagy és összetett projekteket dolgoz fel. A benchmark eredményei megmutatják, hogyan teljesít egy adott számítógép a szoftver futtatása során, és milyen hardverkomponensekre van szükség a zökkenőmentes működéshez.

A Lumion szoftver egyik figyelemre méltó jellemzője a beépített benchmark tesztje, amely lehetőséget biztosít a felhasználók számára, hogy részletesen felmérjék számítógépük teljesítményét. Ez a teszt különböző rendszerkomponensekre összpontosít, és pontos képet nyújt arról, hogy a számítógép mennyire képes optimálisan futtatni a programot. A gépigénnyel kapcsolatos részletek és pontos leírások a 2.-3. *Mellékleteken* találhatóak.

A Benchmark teszt eredményei általában egy 1-től 10-ig terjedő skálán kerülnek kiértékelésre, ahol a magasabb pontszámok a jobb teljesítményt jelzik. A teszt végrehajtása után a Lumion javaslatokat ad a rendszer fejlesztésére, ezzel segítve a felhasználókat abban, hogy azonosítsák a potenciális gyengeségeket és lehetőségeket a konfigurációjukban.

Fontos megjegyezni, hogy míg a Lumion egy rendkívül erőteljes vizualizációs eszköz, a hardverigényei miatt nem minden rendszer képes maximálisan kihasználni az összes funkcióját. A benchmark tesztek segíthetnek abban, hogy a felhasználók megértsék, mennyire felel meg a jelenlegi konfigurációjuk a szoftver követelményeinek, és ahol szükséges, hol érdemes beruházni a fejlesztésekre. [SADIKU 2021]

3.4.2. Lumion alap környezetek



14. Ábra – Lumion 12.5 Pro előre szerkesztett alap környezetei (forrás: Limbach Noémi)

Amikor új projektet indítok a Lumion szoftverben, a program számos lehetőséget kínál a különböző előre gyártott biomok és környezeti beállítások közül. Ezek az előre meghatározott konfigurációk lehetővé teszik, hogy különféle természeti tájakat, például domborzattal rendelkező, vízparti vagy dinamikus városi környezeteket választhassak ki.

Az ilyen típusú előre beállított környezetek nagy előnyt jelentenek, mivel gyors és hatékony kiindulási pontot adnak a tervezéshez, hiszen már tartalmazzák a szükséges terepformákat, a megfelelő növényzetet, valamint az éghajlati viszonyokat, amelyek elősegítik a projekt gyors elindítását (14. Ábra).

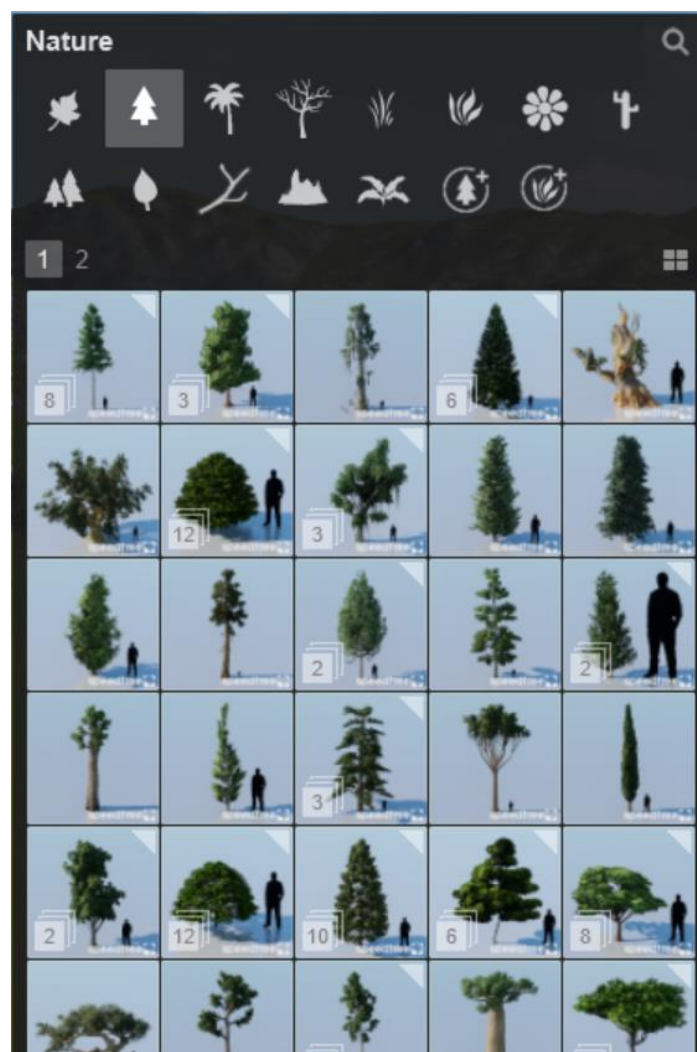
A Lumion rugalmasan alkalmazkodik a felhasználók egyedi igényeihez is. Amennyiben valakinek speciális elképzelései vannak, vagy olyan egyedi környezetet kíván létrehozni, amely nem található meg az előre beállított lehetőségek között, a szoftver lehetőséget biztosít arra, hogy teljesen saját környezetet tervezzenek meg a semmiből.

3.4.3. Lumion könyvtár

Az alábbiakban a Lumion széleskörű könyvtárát fogom érintőlegesen bemutatni. A könyvtár a tájépítészeti tervezés szempontjából jelentős készletet kínál az újabb verziókban, különösen a változatos növényzet szempontjából.

A növények közötti keresés lehetőséget ad a pontos faj kiválasztására, bár egyes korlátokkal rendelkezik ez a keresőfunkció, például azzal, hogy a taxonok neveit csak angolul kereshetjük latin név helyett. A könyvtár rendszerezetten tartalmaz növényzeti elemeket, így kategorizáltan megtalálhatók lombhullató és tűlevelű fák, pálmafélék, levél nélküli növények, fűfélék, haszonnövények, virágzó cserjék, évelők, valamint részletesen kidolgozott modellek, amelyek a vizuális hitelességét erősítik (15. Ábra). Külön figyelmet fordítottak a száraz faágakra és különböző kövekre, hogy az általános tájhatás minél realisztikusabb lehessen a kínálat által. A mintegy 2001 előre elkészített objektummodell változatos lehetőséget biztosít a tervezők számára, hogy a tájat igény szerint alakítsák és hiteles látványt érjenek el a tájépítészeti tervekben.

A Lumion könyvtár számos különféle épületmodellt is tartalmaz, melyek jelentős mértékben támogatják a tervezési folyamat hatékonyságát, különösen nagyobb léptékű táji projektek esetén. A könyvtárban található különféle épülettípusok, beleértve a középületeket, kész



15. Ábra – Lumion növénykönyvtárának részlete
(forrás: Limbach Noémi 2024)

háztömböket, magánházakat és társasházakat, melyekkel a tervezők gyorsan és hatékonyan alakíthatják ki a táj szerves részét képező, valóság-hű városi vagy vidéki háttereket.

Ezek az épületmodellek jól használhatók a tájstruktúra megjelenítésében és a látványtervek térélményének gazdagításában, így lehetővé teszik a tervezett tér gyors összképének megalkotását anélkül, hogy külön időt kellene fordítani egyedi épületmodellek kialakítására. A könyvtár elemeivel a különböző funkciójú épületek kontextusba helyezhetők, és a háttér gyors felépítésével a tájkarakter és a térhatások vizuális értelmezhetősége is növelhető, ami kulcsfontosságú lehet egy tervezési koncepció életszerű bemutatásához.

A Lumion alapkönyvtára a tájépítészeti elemek és épülettípusok mellett energiaforrás-modelljeivel is hozzájárul a táji léptékű tervek részletgazdagságához. Az energiaforrások között megtalálhatók például szél-erőművek, szélmalomok, és egyéb energiatermelési létesítmények, amelyek különösen hasznosak lehetnek fenntarthatósági szempontból releváns projektek esetén, illetve olyan látványtervekhez, amelyek energetikai megoldásokat is szemléltetnek.

Ezek a modellek lehetővé teszik, hogy a tervezők az energetikai infrastruktúrát szervesen illesszék a tájba, és vizuálisan ábrázolják a megújuló energiák használatának lehetőségeit. Az ilyen elemek különösen értékesek nagyobb, komplex tájképi megoldásokban, ahol az energiaforrások tájba integrálása elengedhetetlen, és ahol a Lumion alapkönyvtárának elemeivel hitelesen bemutatathatók ezek a komponensek is, növelve a tervezett környezet valószerűségét és a koncepció részletességét. Akár hatásvizsgálat során is értékesnek bizonyulhat egy ilyen típusú megjelenítés.

Az alapkönyvtárban továbbá a tájépítészeti szempontból releváns kiegészítők között szerepelnek animált emberek és állatok, kisebb haszontárgyak, valamint közlekedési eszközök is. Ezek az elemek különösen objektumszintű tervezésnél nyújtanak értékes hozzájárulást. [CAI, WANG 2012]

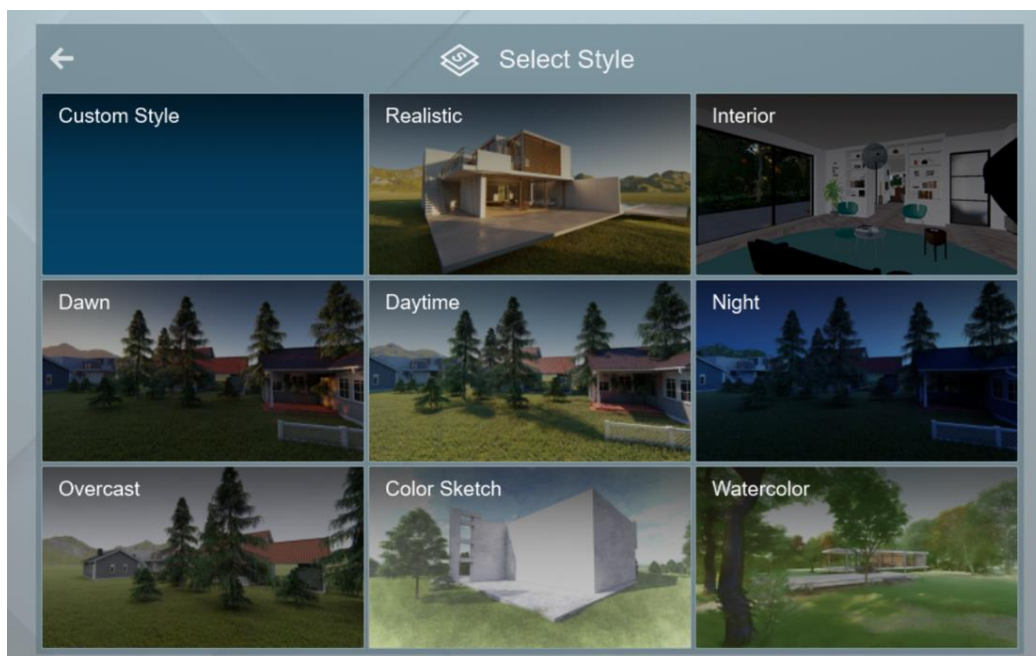
Az animált figurák például segíthetnek bemutatni, hogyan működnek egy park sétányai vagy pihenőhelyei a mindennapokban, míg a kisebb haszontárgyak – mint a padok, asztalok, biciklitárolók – valóságosabbá teszik a közösségi terek használatának bemutatását. A közlekedési eszközök, mint a személyautók, biciklik, és akár buszok, további dinamikát adhatnak a tervezett környezethez, különösen, ha az a közlekedési vagy urbanisztikai szempontokat is érinti.

A Lumion könyvtára átfogó eszköztárat kínál a tájépítészek számára, különösen a növényzet és az épületek terén. A növények kategorizálva és könnyen kereshetők, bár csak angol nyelven. Az épületmodellek – középületek, háztömbök és magánházak – gyorsítják a tervezést nagyobb

táji léptékben, míg a szél erőssége és egyéb energiaforrások modellezése fenntarthatósági szempontból előnyös. Az animált figurák, használati tárgyak és közlekedési eszközök életszerűbbé teszik a látványt, így a könyvtár hatékonyan támogatja a részletes és valóság-hű tájépítészeti modellezést.

3.4.4. Realisztikus renderképek készítése a Lumionban

A következő alfejezetben ábrákkal bemutatom, hogyan lehet a Lumion szoftver segítségével élethű és vizuálisan esztétikus renderképeket létrehozni. A fejezet áttekinti a különböző beállításokat és technikákat, amelyekkel valóság-hű fényeket, anyagokat és környezeti elemeket hozhatunk létre, hogy a végső renderelt képek a lehető legéletszerűbbek legyenek. Ezen elvek alapján készítettem az Alcsúti arborétum renderképeit is.



16. Ábra – Renderképek választható stílusai a Lumionban (forrás: Limbach Noémi)

A 16. Ábrán látható filterek és effektek mind hozzájárulnak ahhoz, hogy realisztikus képet kaphassunk. Ezek mértéke személyre szabható, tudatos használatuk a kép minőségbeli javulását eredményezik. A felsorolt effektek közül az egyik legfontosabb a már előre beállított valódi égbolt (Real skies), az élesítő opció (Sharpen), az expozíció (Exposure), a tükröződés (Reflection), a különböző világítási viszonyok (Hyperlight, Sky Light) és az árnyékok (Shadows).

Ezen felül több effekt is elérhető és hozzáadható a jobb hatás elérése végett a képhez, a +FX opcióra kattintva. A Lumion ezen a faktoron is széles skálával rendelkezik. A kétpontos perspektíva (2-point Perspective) nézete előnyös a realisztikus képeknél, illetve a fókuszpontok beállítása, háttér kissé elhomályosítása, mélységérzet létrehozása (Depth of Field) is hasonló hatást eredményez.

Az időjárás is befolyásolható a Lumionban, a képszerkesztő effektek hozzáadásánál a 'Sky/Weather' (Ég és időjárás) opciónál kiválasztható a 'Precipitation' effekt, ami csapadékot rendel a modellhez. Ennek mérete és mennyisége is szerkeszthető, ezen felül ködöt is hozzá tudok rendelni a képhez. Itt esőt és havat is létre tudtam hozni (17. Ábra).

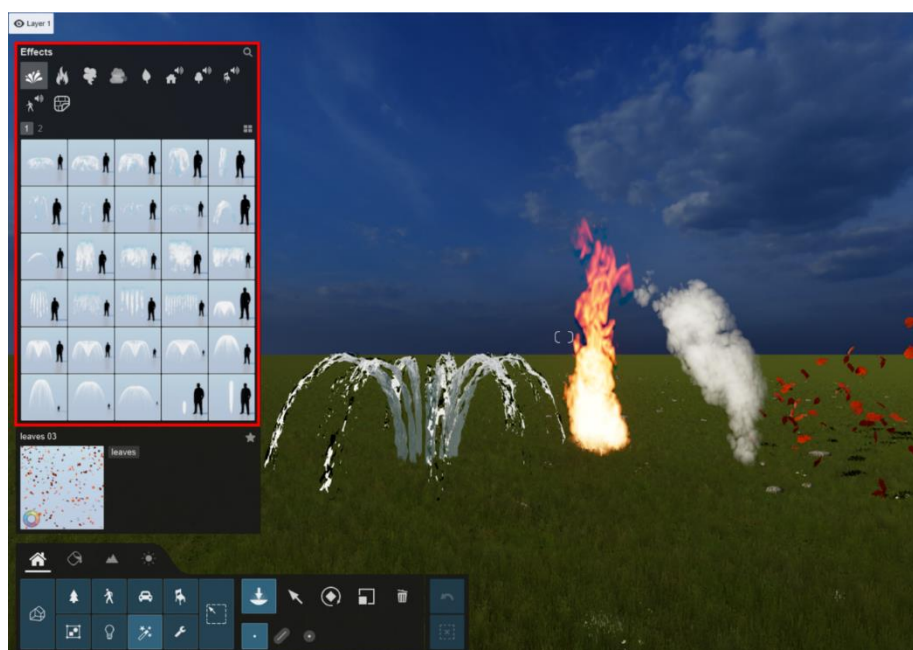


3.4.5. Lumion speciális effektek

A Lumion gazdag választékban kínál speciális effekteket, amelyek jelentősen fokozzák a tervek valósághű megjelenését és a videók renderelését. Ezek az effektek nem csupán statikusak, hanem animáltak is, ami tovább emeli a vizuális élményt és a realizmust. Például megtalálhatóak mozgó, csobogó vízfolyások, vízszugarak, tűz, füst, köd és lehulló levelek, amelyek dinamikusan változnak a jelenet során (18. Ábra). A mintaterület modellezésénél is használtam ezekből az effektekből.

Továbbá, a Lumion lehetőséget biztosít hangeffektek kiválasztására is, amelyek még gazdagabbá teszik a vizualizációt. A könyvtárban elérhető hangeffektek között megtalálhatóak természetes hangok, mint például a madárcsicsergés, valamint mesterséges hangok is, mint a tömeg zaja vagy a járművek mozgása. Ezek az audioelemek kulcsszerepet játszanak abban is, hogy a kész videók előállítása során kevesebb utómunkára legyen szükség különböző videoszerkesztő szoftverekben.

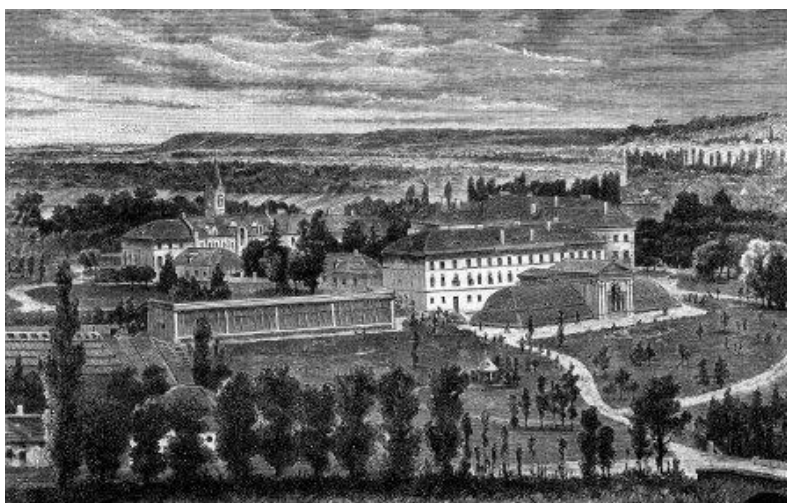
Az animált modellek és effektek a Lumion könyvtárának lényeges elemei, amelyek hozzájárulnak a tervek dinamikus és élethű bemutatásához. Ezek az eszközök lehetővé teszik a tervezők számára, hogy kevesebb időt veszítsenek az utómunka folyamatával, dinamikus rendervideókat hozhassanak létre, miközben kiváló minőségű, professzionális eredményeket érhetnek el projektjeik kapcsán.



18. Ábra – Speciális Lumion effektek (forrás: Limbach Noémi 2024)

4. Mintaterület modellezése

A történeti, 1833-as és 1894-es állapotú Alcsúti Arborétumot választottam mintaterületként a diplomamunkához, ami azért indokolt, mert ez a terület gazdag történeti és tájépítészeti értékekkel rendelkezik és rendelkezik, így kiválóan alkalmas a 3D modellezés és renderelés bemutatására. A modell szerkezetileg a domborzatból, a növényzetből, az épített elemekből, valamint az utakból és vízfolyásokból álló alapelemekből épül fel, amelyek a végső fázisban fotorealistikus rendereléssel nyerik el a látványterv végleges formáját. Az arborétum összetett kihívásokat kínál, mint a vízfelületek, a változatos terep, az úthálózat, a növénycsoportok és az épületek ábrázolása, amelyek megjelenítése mélyebb betekintést nyújt a tájépítészeti tervezés és a 3D technológiák alkalmazásába.



19. Ábra – Az Alcsúti arborétum 1872-ben (forrás: szepmagyarorszag.hu)

4.1. Bevezetés a mintaterülethez

Az arborétum Magyarország egyik legjelentősebb történeti kertje, amely nem csupán botanikai, hanem számos kulturális és tájépítészeti értékekkel is rendelkezik. Az Alcsúti arborétum Fejér megyében található, Alcsútdoboz település mellett. Az arborétum az egykori Habsburg József nádor birtokának területén helyezkedik el, mintegy 40 kilométerre Budapesttől délnyugatra, a Vértes-hegység lábánál. Könnyen megközelíthető a fővárosból, így népszerű kirándulóhely a természetkedvelők körében. Az arborétum területe körülbelül 40 hektár. A terepviszonyai enyhén változatosak, mivel a terület a Vértes-hegység lábánál fekszik. A domborzat nem jelentős, inkább sík, enyhén hullámos, így könnyen járható. A legmagasabb pontja körülbelül 150 méter, a legmélyebb pontja pedig körülbelül 125 méter tengerszint feletti magasságon fekszik. [TEMESI 2005] [HALÁSZ, BOROSS 2005]

Az 1820-as években József nádor által alapított park a 19. századi magyar kertművészet kiemelkedő példájaként szolgál, megőrizve a múlt emlékeit, miközben ma is aktív parkként működik, lehetővé téve a történeti és kortárs tájépítészeti megközelítések harmonikus ötvözését. [INT27] [IDA 1980]

A tájépítészeti tervezés és 3D modellezés terén az Alcsúti Arborétum számos kihívást jelent. A terület vízfelületei, úthálózata, változatos domborzati viszonyai, különböző növénycsoportjai és építményei egyaránt összetett problémákat generálnak, amelyek megoldása alapos előkészítést és innovatív megközelítést kíván.

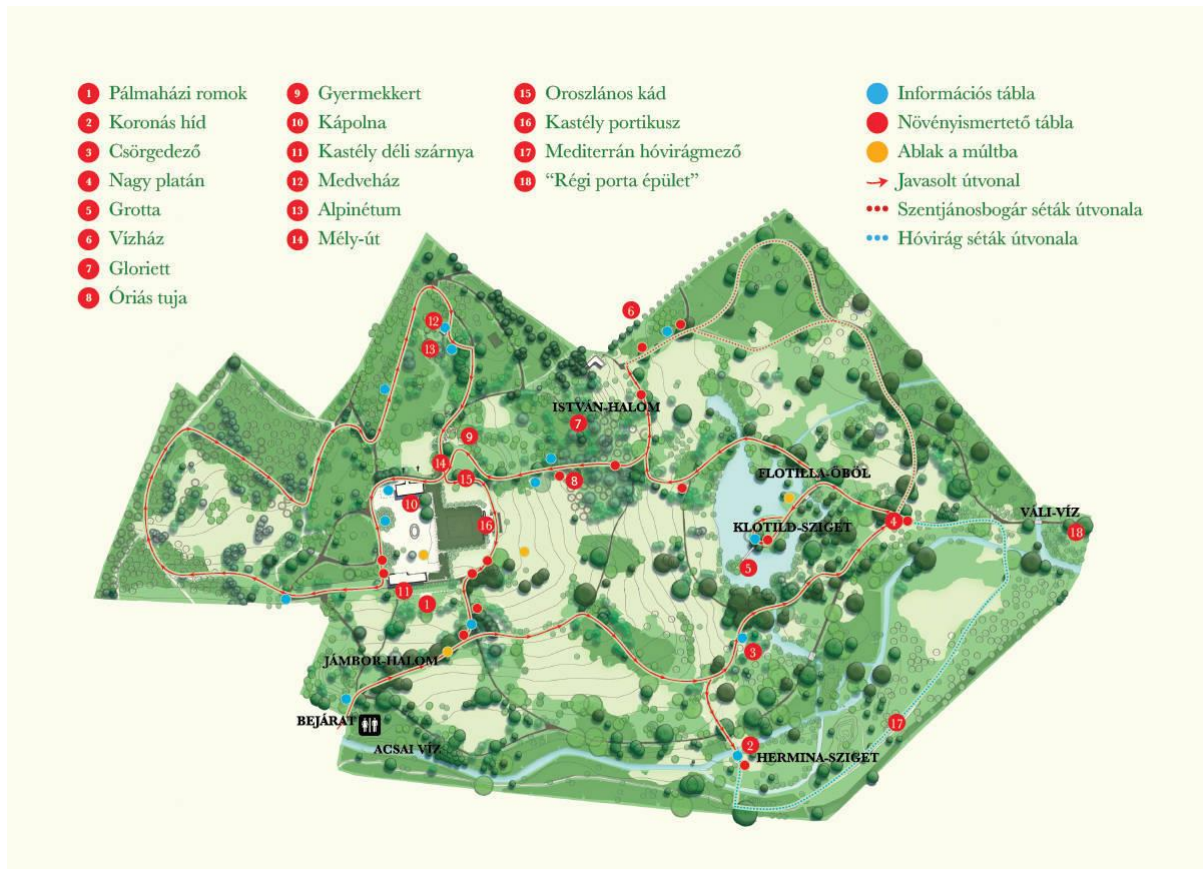
A vízfelületek, amelyeket több tó és folyóvíz alkot, nem csupán esztétikai értékkel bírnak, hanem jelentős szerepet játszanak az arborétum arculatának meghatározásában. A felületek pontos modellezése kulcsfontosságú a táji arculat fenntartása és az ökoszisztéma egysége szempontjából. Az arborétum kiterjedt úthálózata, amely összekapcsolja a különböző növénycsoportokat és építményeket, szintén fontos elem a látványtengelyek optimalizálása szempontjából; ennek pontos térképezése és modellezése szolgálja a történeti úthálózat modern változásainak összehasonlítását, amely érdekes betekintést nyújt a terület fejlődésébe.

Az arborétum változatos domborzati viszonyai jelentős hatással vannak a tájképre és a vízmozgásra, lefolyásra, így ennek precíz modellezése szintén elengedhetetlen a valósághű látványtervek elkészítése érdekében. A park különleges növényzete, amely ritka fajokat és monumentális fákat is magába foglal, jelentős kihívást jelent a háromdimenziós modellezés során, hiszen ezek a növények nemcsak esztétikai, hanem ökológiai értéket is képviselnek, így ezek ábrázolása meghatározza az összképet és a teljes modell karakterét.

A területen található történeti épületek, beleértve a klasszicista stílusú kastélyt és a Gloriette-t, alapvető elemei a táj arculatának. Ezek az építmények a park szerkezetének is meghatározó részei, ezért különös figyelmet érdemelnek a modellezés során. [INT27] [HALÁSZ, BOROSS 2005]

Összességében az Alcsúti Arborétum az említett történeti korokban (1833, 1894) tájépítészeti szempontból rendkívül értékes és komplex terület, amely kiváló alapot ad a történeti tájképek és festmények összehasonlítására, valamint a háromdimenziós látványtervek alkalmazásának

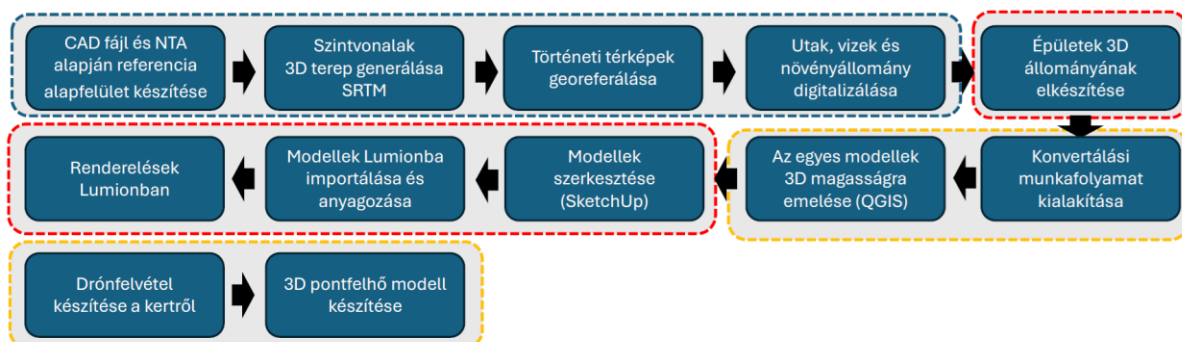
bemutatására. Az arborétum modellezése során felmerülő kihívások egyben lehetőséget is jelentenek a tájépítészet és a digitális modellezés közötti kapcsolat mélyebb megértésére.



20. Ábra – Az Alcsúti Arborétum jelenlegi térképe jelmagyarázattal (forrás: alcsuti-arboretum.hu)

4.2. Az Alcsúti arborétum 3D modelljének részei

A modellezés folyamatában az Alcsúti Arborétum különböző történeti időszakait (1833 és 1894) rekonstruáltuk Dr. Kollányi László és Klenczner Tamás Áron segítségével, illetve a jelenlegi állapotot is dokumentáltuk egy drónfelvételek alapján készült 3D modellel. Ezek a



21. Ábra – Modellezési munkafázisok (forrás: Dr. Kollányi László, Klenczner Tamás, Limbach Noémi – V. Mőcsényi konferencia előadása)

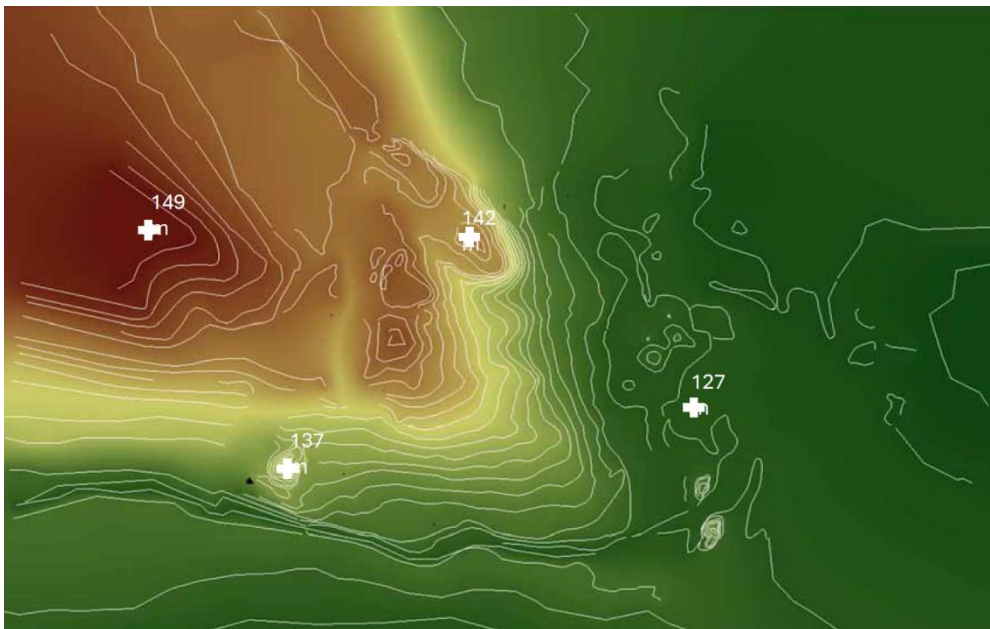
modellek magában foglalják a terület összes fontos elemét, lehetővé téve ezzel a tájban végbement változások átfogó áttekintését.

A modellezés folyamata több lépésből áll (21.Ábra), amelyek mindegyike egyaránt fontos a táj átfogó és részletes bemutatásához.

4.2.1. Terepmodell, domborzat készítése

Az első és egyik legfontosabb lépés a táj kialakításának szemléltetésében a terepmodellezés. Ennek során NTA (Nemzeti Téradat Alap) adatok felhasználásával referencia alapfelületeket hoztunk létre. A következő lépés a szintvonalak 3D tereppé alakítása volt, amelyhez SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) adatokat használtunk fel. Ezek az adatok rendkívül hasznosak voltak, hiszen lehetővé tették a tényleges domborzati viszonyok pontos megjelenítését, figyelembe véve a lejtők meredekségét, a magaslatokat, valamint a mélypontokat.

A modellezés során felhasználtuk a 2015-ben készült geodéziai felmérést, amely szintvonalakat tartalmazott, de nem rendelkezett magassági adatokkal. A CAD rajzból nyert szintvonalak és az SRTM domborzati modell kombinációja révén létrejött egy olyan felszínmodell, amely később referenciaként szolgált az összes objektum magasságának meghatározásához. Az objektumok magassági beállítása a QGIS térinformatikai program segítségével valósult meg.



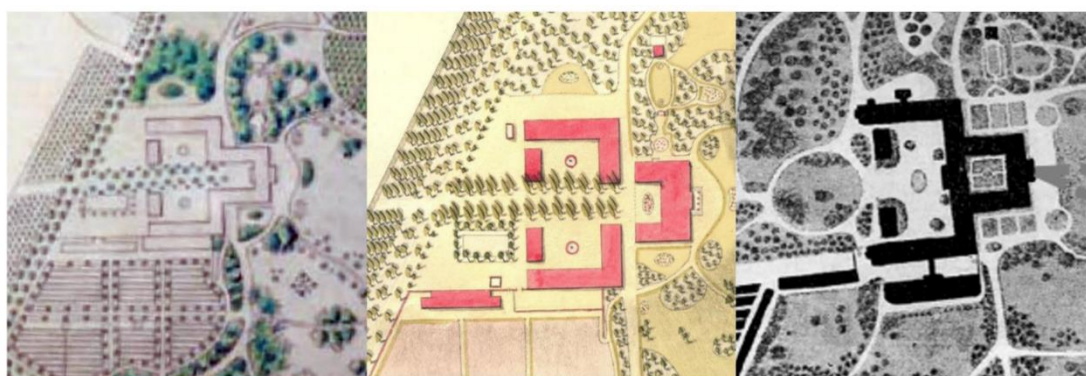
22. Ábra – 2015-ös geodéziai felmérés által készített CAD szintvonalas terv az Alcsúti arborétumról (forrás: Dr. Kollányi László, Klenczner Tamás, Limbach Noémi)

4.2.2. Az arborétum 1833-as és 1894-es épületeinek modellezése

Az épületmodellek alkalmazása hasznos a 3D modellezésben olyan műemlékhelyek esetében, ahol nem lehetséges minden épület építészetének részletes modellezése (adatok és források hiányában). [ACKERMAN 2023]

A modellezés kezdeti szakaszában a SketchUp szoftver használatával elkészítettem az Arborétum épületeit mind az 1833-as, mind az 1894-es állapotban. Ez a lépés kulcsfontosságú volt ahhoz, hogy pontosan rekonstruálhassam a táj történelmi struktúráját és tanulmányozhassam az épített környezet változásait. Az épületek részletes modellezése lehetővé tette számomra, hogy világosan bemutassam a két időszak közti eltéréseket, kiemelten a József nádor kastélyt, amely jelentős átalakuláson ment keresztül a 61 év alatt.

Az 1833-as verzióban a kastély még eredeti formájában látható, míg az 1894-es állapotban két fontos változás figyelhető meg. Egyrészt egy kápolnát építettek hozzá, amely katolikus vallási és szimbolikus jelentőséggel bírt az adott időszakban. Másrészt egy zárt belső kert alakult ki a

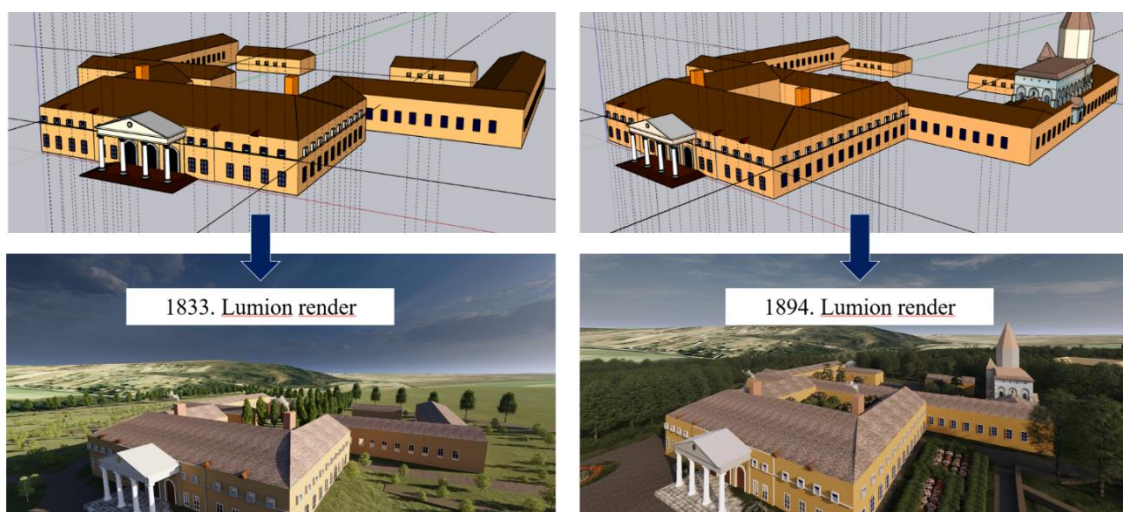


41. kép: A kert 1830-as tervrajzának részlete a kastélyegyüttes udvaráról – Alföldy Gábor: Hapsburg

42. kép: József nádor kertje az 1833-as részletes felmérésen, részlet – FML XV.T41

1894-es állapot belső udvarral

23. Ábra – Alcsúti arborétum épületegyütteseinek változásai (forrás: Eplényi Anna egyetemi docens)



24. Ábra – József Nádor kastélyának 1833-as és 1894-es állapotú 3D modellje SketchUp és Lumion szoftverrel (forrás Limbach Noémi)

kastély udvarán, amely az épület belső életének privát jellegét hangsúlyozta, ezzel egy elszigetelt kertrészt biztosítva az azt használók számára. Ezek az átalakulások a nemesi életmód és a társadalmi szokások változásait tükrözik, és a modellezés révén pontosan vizualizálhatók.



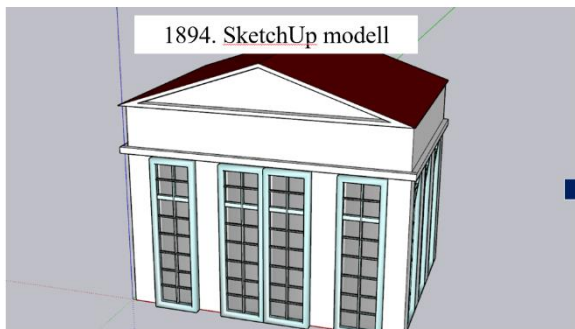
1819-1829 József Nádor kastély



Kastély jelenlegi állapota

25. Ábra – József Nádor kastély különböző állapotai (forrás: irodalmiradio.hu, kastelyok.com)

A kastély mellett további fontos épületek kerültek modellezésre, például a Babaház és a hozzá tartozó Gyermekkert. A Babaház, amely a főnemesi gyermekek számára készült, különleges helyet foglalt el az Arborétumban mind a két kimodellezett korszakban. A Babaház, amely a gyermekek szerszámainak és játékainak tárolására szolgált, szimbolikus jelentőséggel bíró épület volt, hiszen a nemes gyerekek mindennapi életének szerves részét képezte a kert gondozása és a természet iránti szeretet ápolása. Ezek az épületek jól tükrözik a nemesi



1894. SketchUp modell



1894. Lumion render



Referencia kép napjainkból

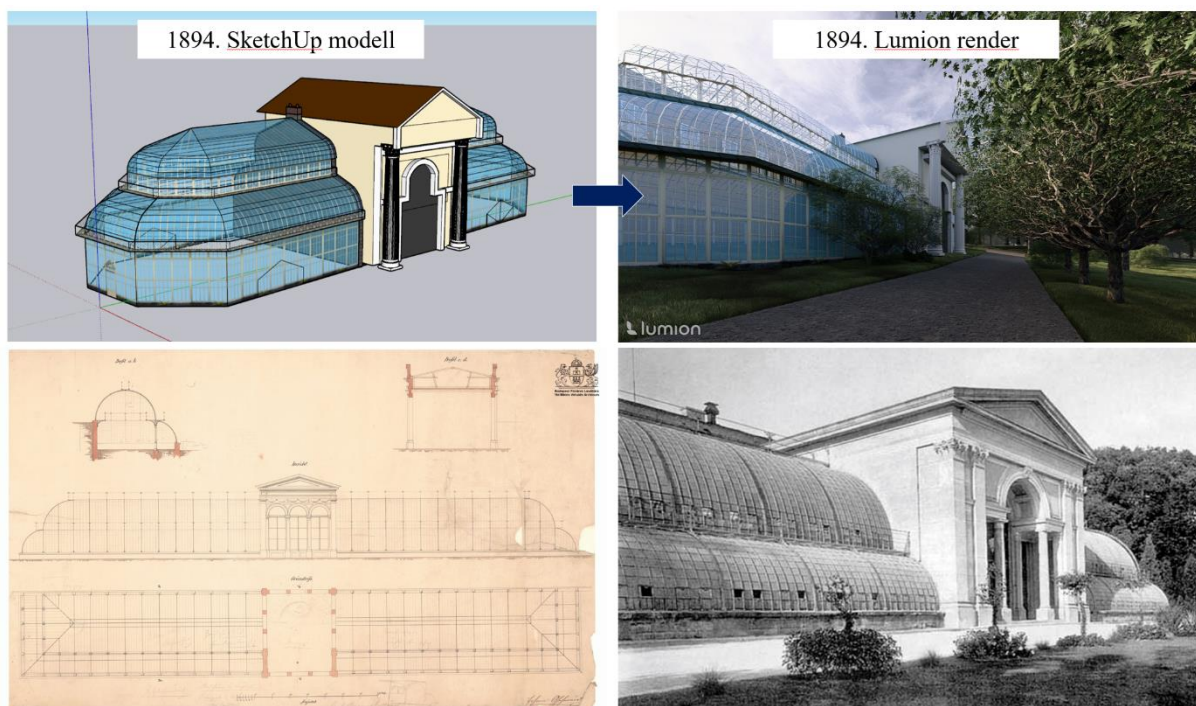


Referencia kép napjainkból

26. Ábra – Alcsúti arborétum Babaházának 3D modellje (forrás: Limbach Noémi, képek forrása: Alcsúti arborétum Alcsútdoboz, országLÁTÓ.hu)

családok életének különleges aspektusait, amelyeket a modell segítségével könnyen érthetővé és vizuálisan is megragadhatóvá tettem.

Az 1894-es állapot újabb jelentős építészeti kiegészítéssel bővült: Ybl Miklós tervei alapján készült el az Arborétum impozáns pálmaháza, amely a korabeli arisztokrata életstílus szembetűnő szimbóluma volt. A pálmaház egzotikus növényeket, főként trópusi fajokat fogadott be, ami a távoli kultúrák iránti érdeklődést és a természet gazdagságának bemutatását célozta. Ennek az épületnek a modellezése során fontos volt, hogy hűen visszaadjam a korabeli építészeti megoldásokat és a pálmaház külső elrendezését, tájba illesztését. A modellezéshez felhasználtam a Kertészeti Lapok c. (1887) kiadvány képeit és leírásait.



27. Ábra – Ybl Miklós tervei alapján készült pálmaház 1894-es modellje (forrás: Limbach Noémi, Arcanum.hu)

Végül a modellbe az Arborétum istállója is bekerült, amely szintén fontos szerepet játszott a birtok működésében 1894-ben. Az istálló az állattartás és a gazdasági élet központi épülete volt, és része volt a terület agrár működésének.

Az épületmodellezés során nem csupán az egyes épületek geometriai formáira koncentráltam, hanem azok történelmi és társadalmi jelentőségét is érintettem. A két különböző történelmi korban készült modellek lehetővé tették számomra, hogy bemutassam a táj és az épített környezet változásait, valamint az akkori életmód, szokások és értékek alakulását is. A SketchUp eszközei segítségével részletesen és rugalmasan tudtam dolgozni az épületek megjelenítésén, így vizuálisan átélhetővé tettem a táj építészeti fejlődését az idő múlásával.

Miután a SketchUp szoftver használatával elkészítettem az épületek részletes 3D modelljeit, különös figyelmet fordítottam a megfelelő struktúrára és szervezésre. Ez a komponensek és csoportok alkalmazásával valósult meg. A SketchUp e funkciói jelentősen megkönnyítették az épületek elemeinek kezelését. A komponensek révén egyszerűbbé vált az ismétlődő elemek többszöri felhasználása, míg a csoportosítás segítette az egyes modellezési részek elkülönítését és átláthatóbbá tette a teljes munkafolyamatot. Ez a rendezett modellezési struktúra nemcsak a szerkesztést és a hibakeresést tette hatékonyabbá, hanem hozzájárult a modell későbbi feldolgozásához más szoftverekben, például a Lumionban is.

Az épületek alapformáinak elkészítése után a következő lépés a textúrázás volt, ami elengedhetetlen ahhoz, hogy növeljem a modellek vizuális realitását és hiteles megjelenését. A textúrák felvitele során igyekeztem korhű megjelenést biztosítani, ezért minden egyes épülethez gondosan választottam ki a megfelelő anyagokat és felületeket. A textúrák révén az építészeti részletek, mint például a falak, a tetőszerkezetek és az ablakok, könnyebben azonosíthatóvá váltak, így azok élethűbben tükrözték az eredeti épületek megjelenését.

A textúrázás nemcsak a SketchUp-ban volt fontos, hanem előkészítette a modelleket a Lumion szoftverben való további feldolgozásra is. A Lumionban a textúrákkal felszerelt modellek anyaghasználatának pontos meghatározása és finomítása sokkal egyszerűbbé vált. Az anyaghasználat precíz definiálása szempontjából alapvető volt, hogy a modellek már előzetesen megfelelő textúrákkal rendelkezzenek. A Lumion fejlett anyagkezelési rendszere lehetővé tette az egyes felületek tulajdonságainak részletes beállítását, mint például a fényesség, durvaság vagy visszaverődés, így az elkészült modellek valósághű megjelenést kaptak.

A hitelesség és a korabeli megjelenés biztosítása érdekében a modellezés során korabeli festmények és fényképek széleskörű vizsgálatára támaszkodtam. Ezek a források segítettek pontosan meghatározni az épületek eredeti anyaghasználatát, színvilágát és a részleteket, mint a homlokzatok díszítései vagy a tetőszerkezetek jellegzetességei. A festmények és fényképek elemzése kulcsfontosságú volt a hiteles modellezési folyamatban, hiszen ezek a vizuális információk szolgálták alapként az építészeti elemek kialakítása és textúrázása során.

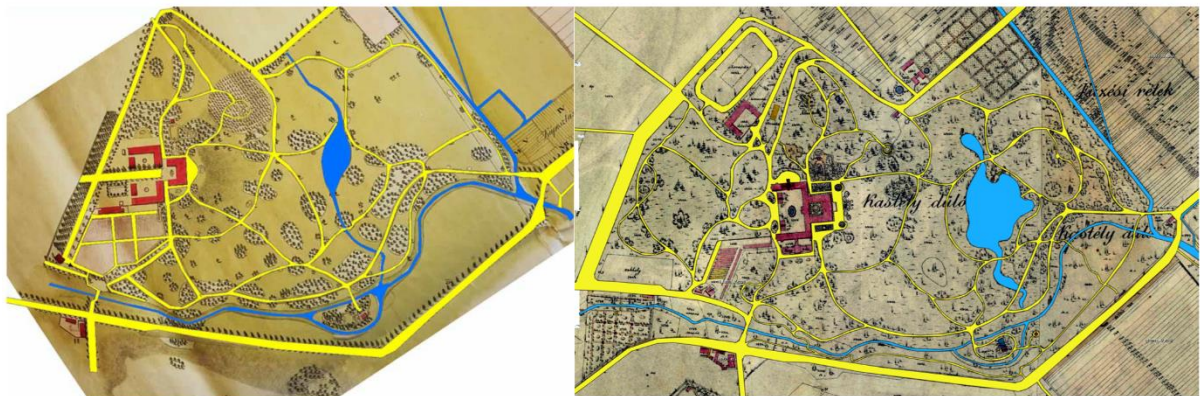
4.2.3. Az utak és vízfolyások létrehozása

Az utakat és vízfolyásokat külön rétegeként digitalizáltam a QGIS programban, figyelembe véve két pontosan georeferált időszakot. Az utak, ösvények és vízfolyások rendkívül fontos

szerepet játszanak a táj átfogó szerkezetében, mivel ezek az elemek határozzák meg a térbeli mozgási útvonalakat.

A projekt során a történeti térképek georeferálásának folyamata lehetővé tette az egykori úthálózat pontos nyomvonalának és szélességének rekonstrukcióját, amelyhez szintén a QGIS program nyújtott segítséget. A digitalizálás eljárása során figyelembe vettem a források hitelességét, így azok térbeli elhelyezkedése releváns. A digitális térképek, festmények és a régebbi felvételek elemzése során úgy alakítottam ki az utakat és a vízfolyásokat, hogy azok ne csupán esztétikai elemek legyenek, hanem tükrözzék a kert területeinek történeti összekapcsolódását is.

Ezek az elemek jól szemléltetik a kert fejlődésének és átalakulásának folyamatát is. Az útrendszer és a vízfolyások elhelyezkedése, valamint azok kölcsönhatása a környezettel



28. Ábra – 1833-as és 1894-es állapot (víz és úthálózat viszonya) (forrás: Limbach Noémi)

hozzájárul a táj historizáló jellegéhez, amely átível az időn, bemutatva a természet és az emberi tevékenység közötti kapcsolatot. A helyszín történetének megértéséhez tehát elengedhetetlen a rétegek pontos és részletes reprezentálása, amely így valóban a tájépítészeti és kulturális örökség részévé válik.

4.2.4. A növényzet különböző típusainak megjelenítése

A növényzet vizsgálata és megjelenítése rendkívül komoly kihívást jelentett, mivel a történeti kert folyamatosan változó növényállományát is hitelesen kellett megjeleníteni. Az utak, vízfolyások és a domborzat figyelembevételén túl a növényfajták típusait és elhelyezkedését történeti leírások és térképek alapján rekonstruáltam. A Lumion szoftver segítségével különféle növényfajták és azok időbeli változásai szekvenciákban is megjeleníthetők lettek, így a modell alapján világosan nyomon követhetjük, hogyan alakult át a kert növényvilága az évtizedek során.

Csak az 1894-es állapothoz találtunk részletesebb leírást és adatbázist, amely tartalmazza a kert növényzetének összetételét és elhelyezkedését. Azonban az 1833-as állapotról elérhető információk sajnos meglehetősen korlátozottak, mivel a növényállomány csupán sematikus és szimbolikus módon jelenik meg a térképen. Ennek következtében a növényfoltok határai nem igazán követhetők és nem nyújtanak elegendő információt a kert valódi növényzetének megértéséhez. A térkép alapján csak az örökzöld növények elhelyezkedéséről kaptunk pontosabb adatot.

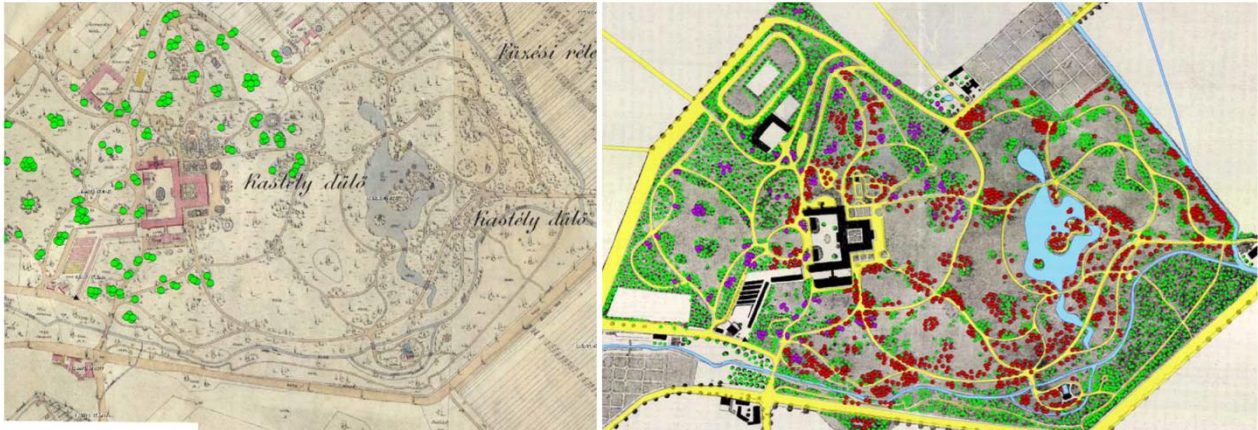
Az örökzöldek láthatóan jól azonosíthatók az 1833-as térképen, így ezen növénycsoport modellezéséhez több forrást is felhasználtunk, például a XIX. kataszteri térképet is. Ezek a térképek lehetővé tették számunkra, hogy pontosabb képet alkothassunk az adott időszak örökzöld és részben lombhullató növényzetéről és azok lehetséges koráról.

Az 1894-es adatbázis részletesebb információi szintén hozzájárultak a növényzet átfogóbb megértéséhez, lehetővé téve a korábban említett sematikus megjelenítések hiányosságainak kompenzálását. Ezen munkálatok során fontos szerepet játszottak a térképes források (Gazdasági Mérnök c. újság 1894-évi 43.-ik számában jelent meg), amelyek irányt mutattak a növények elhelyezkedésének és sokféleségének rekonstruálásában.

A kataszteri térképek alapos elemzése révén sikerült azonosítani az örökzöld növényeket a vizsgált területen. Ennek során külön figyelmet fordítottunk arra, hogy a különböző növényi állományok korát is meghatározzuk. Az eredmények alapján a valószínűsíthetően idősebb, 1833-as telepítésű örökzöldeket piros színnel jelöltük meg a digitalizált térképen, míg a fiatalabb növényeket zöld színnel tüntettük fel.

Ez a módszer lehetővé tette számomra, hogy világosan megkülönböztessem az eltérő korú növénycsoportokat, ezzel részletesebb képet kapva a kert növényzetének fejlődéséről és változásairól az idő múlásával. A digitalizálás folyamata során a térképen található információk precíz feldolgozásra kerültek, ami segített a növények pontos elhelyezkedésének és azok viszonyának megértésében a környező tájjal.

Ez a részletes elemzés nemcsak a növények korának meghatározásában játszott szerepet, hanem hozzájárulhat ahhoz is, hogy a kert történeti hátterét és tervezési jellemzőit jobban megértsem. Ennek köszönhetően a növények elrendezése és egymáshoz való viszonya is világosabbá vált, lehetővé téve a további modellezési és rekonstrukciós feladatokhoz szükséges alapadatok biztosítását.



29. Ábra – 1833-as örökzöldek elhelyezkedése és 1894-es részletes növényállomány elemzés (forrás: Limbach Noémi)

4.3. Konvertálási munkafolyamatok

A teljes 3D modell létrehozása során a korábbi fejezetekben bemutatott, külön-külön kidolgozott elemeket egy átfogó rendszerbe kellett integrálni. A különböző komponensek – úgymint a terepmodell, épületek, növényzet, valamint víz- és úthálózat – összekapcsolása és egyesítése különféle szoftverek együttes használatával valósult meg. A munkafolyamat alapját olyan eltérő, ám egymással kompatibilis szoftverek képezték, mint a QGIS, QGIS2ThreeJS, SketchUp, Blender, és Lumion. Mindegyik felsorolt program specifikus szerepet játszott a modellezési folyamatban, a georeferált adatok kezelésétől és az épületek, terepelemek 3D-s kidolgozásától kezdve egészen a látványos, élethű renderelésekig.

A modellezési folyamat lépéseit a későbbiekben részletesen ismertetem, amely összesen hét szakaszból állt, és a fokozatosan kialakuló végleges 3D modellt célozta meg (30. Ábra)



30. Ábra – Konvertálási munkafolyamatok ábrája (forrás: Dr. Kollányi László, Klenczner Tamás, Limbach Noémi)

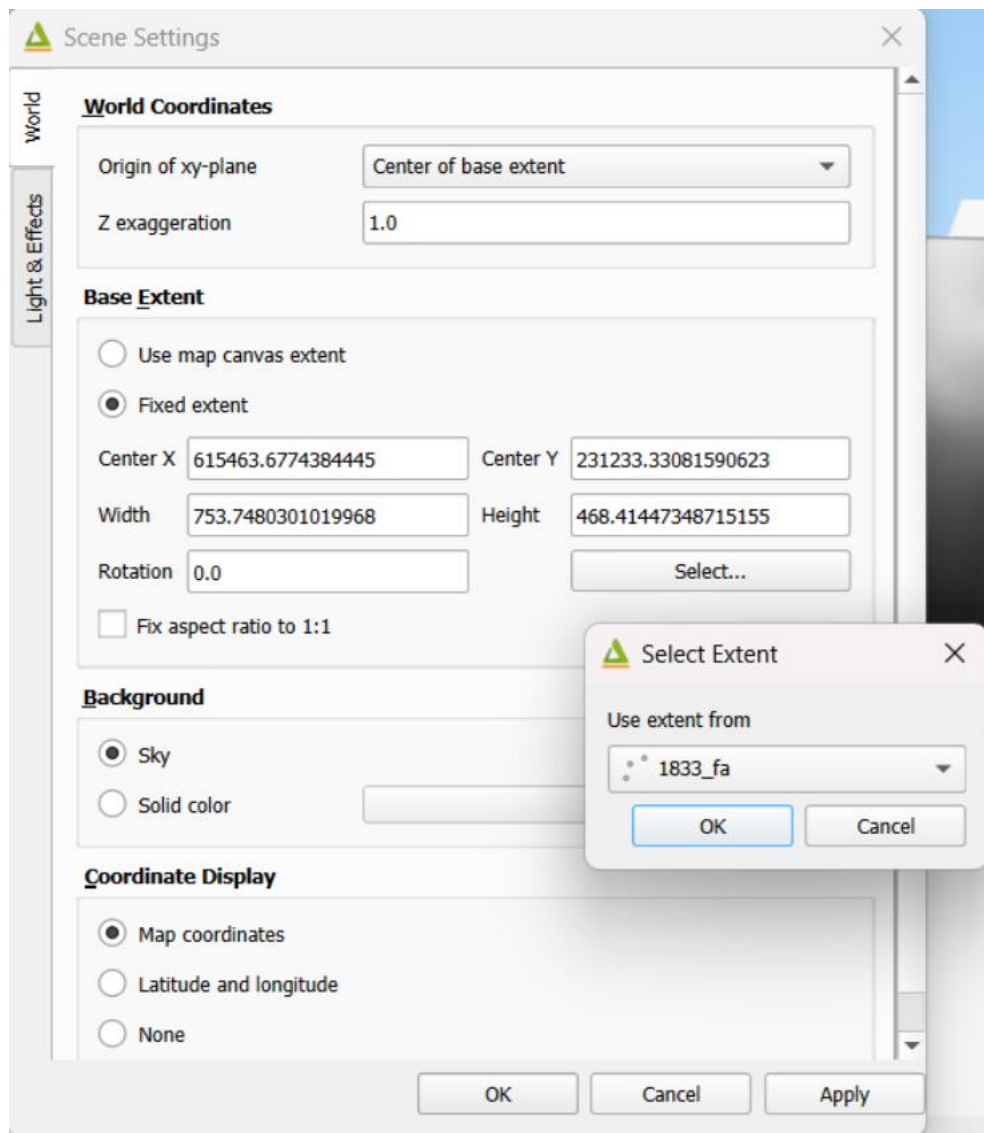
4.3.1. Terep importálása SketchUp programba QGIS programból

Ez a lépés az egyik legfontosabb a modellezési folyamatban, mivel minden további elem (épületek, utak, növényzet) a terephez viszonyítva kerül elhelyezésre a SketchUpban. Annak érdekében, hogy a későbbi munkafázisok zökkenőmentesebbek legyenek, előre elkészítettem ezt a lépést. Az alkalmazott eljárás a következőkben lesz szemléltetve.

Domborzat importálása a QGIS2ThreeJS plugin segítségével történt. A domborzati adatokat tartalmazó DEM fájl (Digitális Felszíni Modell) megnyitása a QGIS programban a QGIS2ThreeJS plugin exportáló funkciójával történt. A plugin egyik fő feladata, hogy a terepmodell adatait előkészítse a 3D modellezési folyamathoz. A Scene settings beállításainál megadtam, hogy a „base extent” a DEM réteg határait (extent) tükrözze, ezáltal biztosítva, hogy a terepmodell a valóságnak megfelelően jelenjen meg a további szoftverekben, például a SketchUpban.

A következőkben a domborzat mentéséről és megnyitásáról lesz szó a SketchUp-ban. A domborzati adatokat glTF fájlformátumban mentettem el, amelyet közvetlenül importálhattam a SketchUp-ba. Ha ez nem lehetséges, akkor először a Blender programban kell megnyitni a

fájlt, majd onnan egy SketchUp által támogatott formátumban elmenteni. Miután a SketchUp megnyitotta a domborzatot, a további rétegeket a meglévő domborzathoz illesztettem.



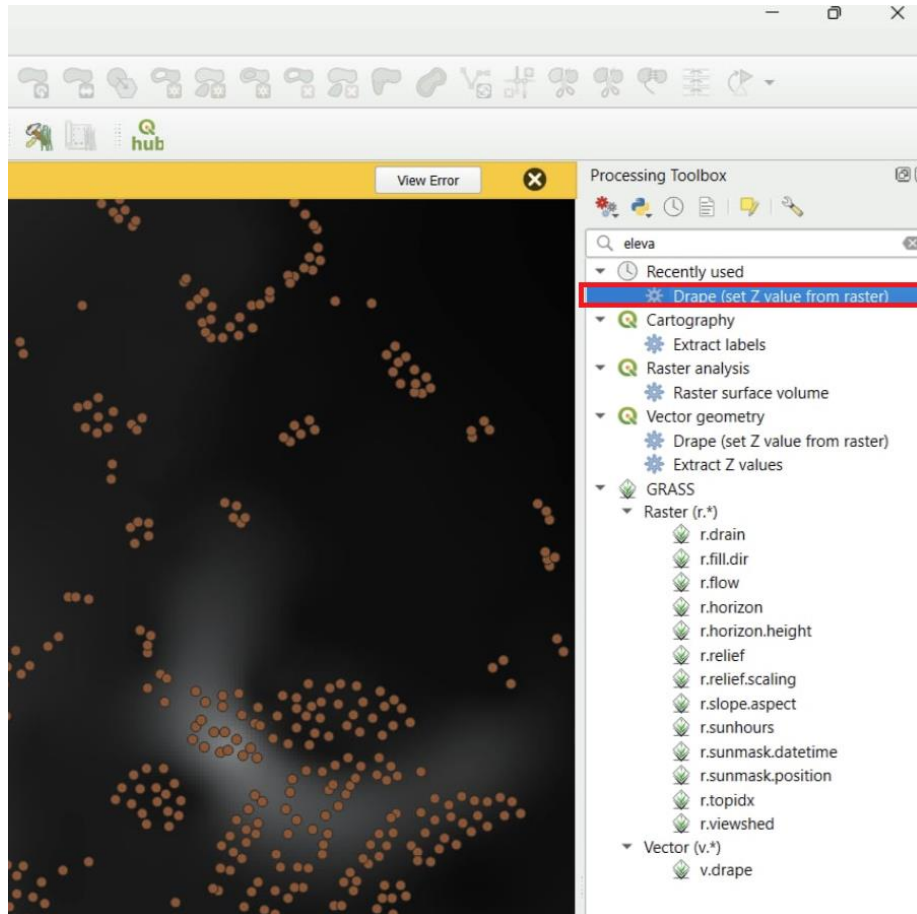
31. Ábra – Domborzatmodell importálásához szükséges beállítás (QGIS)
(forrás: Limbach Noémi)

4.3.2. QGIS rétegek előkészítése

A réteg megnyitása a QGIS-ben a következő módon történik: Először megnyitottam a kívánt pont- vagy sokszög réteget a QGIS-ben (utak, vizek, fák). Fontos, hogy rendelkezünk egy magassági raszterrel (DEM), amely biztosítja a megfelelő Z-koordinátákat, mivel ez alapvető fontosságú a modellezés szempontjából.

A következő lépés a rétegek drapelése lesz. A QGIS „Drape” funkciója lehetővé teszi egy réteg vagy vektorelem (például vonalak, poligonok) „ráfeszítését” egy másik rétegre, jellemzően egy domborzati modellre (DEM – Digital Elevation Model). Ez azt jelenti, hogy a

vektoros adatok, mint az utak, épületek körvonalai vagy egyéb térképi elemek, a domborzathoz igazodva 3D formában jelennek meg, követve a magassági viszonyokat. A rétegek drapelésével a DEM-re biztosítottam a megfelelő magasságértékeket.



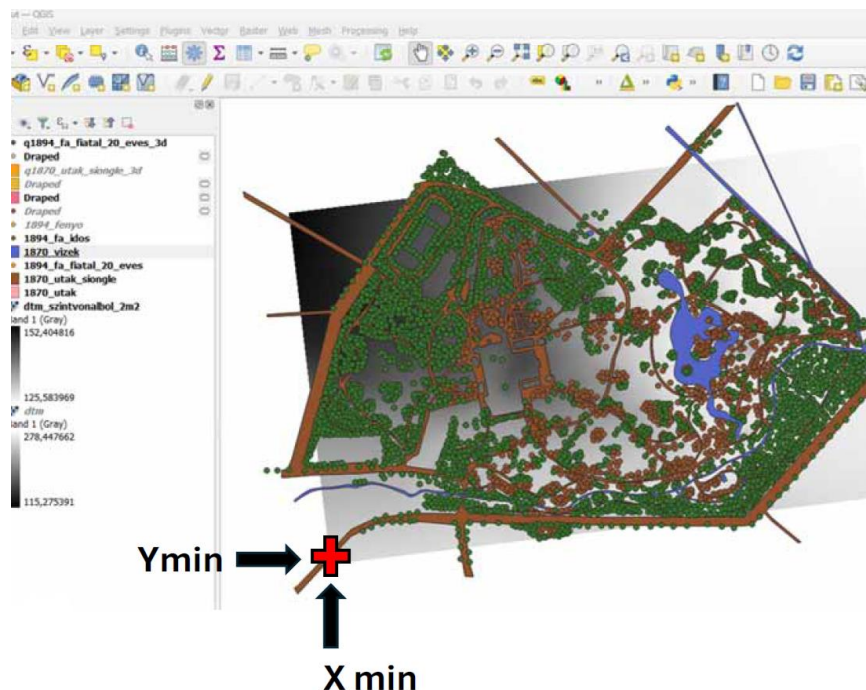
32. Ábra – Drape funkció a QGIS programban (forrás: Limbach Noémi)

4.3.3. Referenciapont beállítása

A referenciapont kiválasztásához elhelyeztem egy földrajzilag ismert pontot vagy sokszöget a terület jól beazonosítható részén, például a bal alsó sarkában. Ez a referenciapont biztosítja a térbeli pontosságot a további modellezési folyamatok során. A referenciapont (Xmin, Ymin) megadása minden exportálandó rétegnél rendkívül fontos, mert ezzel a ponttal tudtam összeilleszteni SketchUp-ban a rétegeket.

Miután kijelöltem a referenciapontot, exportáltam az adatokat. Az exportáláshoz a „Mentés másként” lehetőséget választottam, majd az AutoCAD DXF formátumot, mivel ez a fájl típus kompatibilis a SketchUp programmal, ezáltal lehetővé téve az adatok zökkenőmentes átvitelét a 3D modellezési környezetbe.

A végeredmény az, hogy minden rétegnek ugyanaz az origója lesz, függetlenül a vetületi rendszertől. Mivel a SketchUp-ban és a Lumionban már nincs vetületi rendszer, ez különösen fontos a megfelelő térbeli elhelyezés biztosításához.



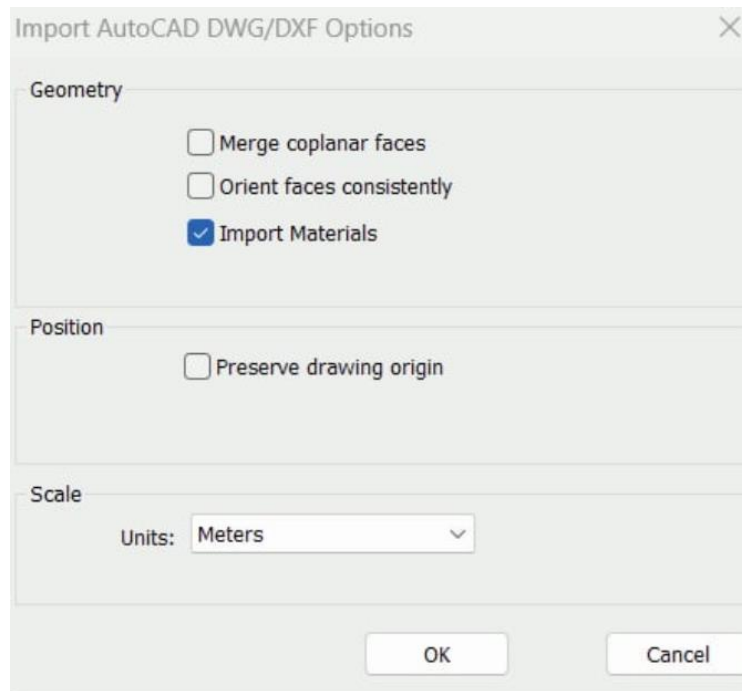
33. Ábra – Referenciapontok megadása QGIS programban (forrás: Dr. Kollányi László, Klenczner Tamás, Limbach Noémi)

4.3.4. DXF fájlok importálás SketchUp programba

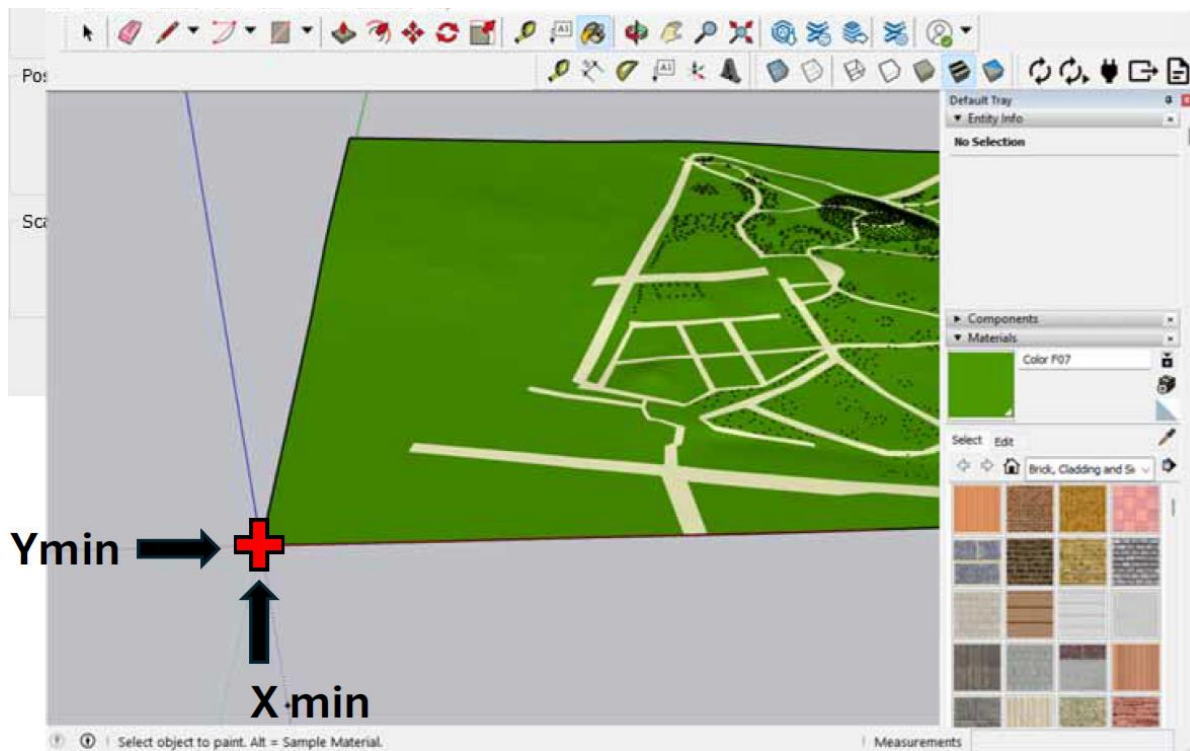
A DXF fájl importálásához megnyitottam a SketchUp programot, majd az „Importálás” funkció segítségével betöltöttem a DXF fájlt. Az importálás folyamatában fontos, hogy az opciókban ellenőrizve legyenek a mértékegységek, hogy azok megegyezzenek az eredeti QGIS adatokkal, ezzel biztosítva a pontos méretarányt és a helyes térbeli elhelyezést.

A terephez illesztéshez a 'Move Tool' (Mozgató eszköz) használatával igazítottam a beimportált modellt a megfelelő pozícióba, az előző lépésben meghatározott referenciapont alapján. Ez biztosítja, hogy a modell pontosan illeszkedjen a terephez.

Az importálás után minden réteg pontosan, elcsúszás nélkül a megfelelő helyén jelenik meg a SketchUp-ban, biztosítva a térbeli adatok pontos illeszkedését és a modellezés folytonosságát.



35. Ábra – DFX fájl importálása SketchUp programba helyes mértékegységgel (forrás: Limbach Noémi)

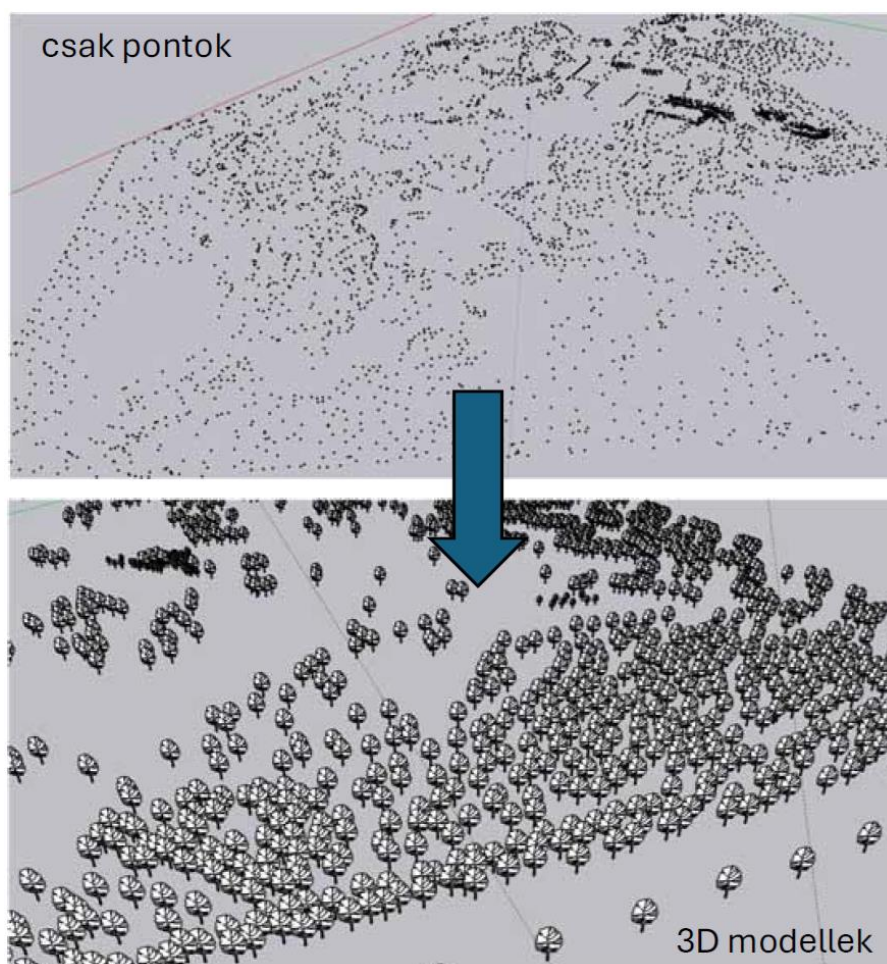


34. Ábra – Beimportált modell illesztése a terephez 'Move Tool' segítségével a SketchUp programban (forrás: Dr. Kollányi László, Klenczner Tamás, Limbach Noémi – V. Mőcsényi konferencia előadásából)

4.3.5. Komponensek elhelyezése SketchUp programban

A modellezési folyamat ezen szakaszában először szükséges volt letölteni és telepíteni néhány ingyenes SketchUp kiegészítőt, mint például a 'Guide Tools' és a 'TT_Lib.' Ezek a bővítmények kulcsszerepet játszanak a komponensek automatikus elhelyezésében, megkönnyítve a modellezés menetét és növelve a precizitást.

A kiegészítők telepítése után következik a komponensek elhelyezése. Ehhez beléptem a SketchUp-ban az importált pontokat tartalmazó csoportba, majd elhelyeztem egy egyszerű komponenst, például egy téglalapot vagy egy fát az egyik pont közelében. Miután hozzáadtam a komponenst, kijelöltem az összes pontot és az újonnan létrehozott komponenst, majd a 'Kiegészítők' (Extensions) menüben kiválasztottam a 'Guide Tools' kiegészítőt. Az 'Insert Components at Cpoints' funkció segítségével a rendszer automatikusan elhelyezi a kiválasztott komponenseket a meghatározott pontoknál. Ez a lépés jelentősen gyorsítja és pontosítja a 3D modellezési folyamatot.



36. Ábra – Fa komponensek elhelyezése SketchUp programba
(forrás: Dr. Kollányi László, Klenczner Tamás, Limbach Noémi – V.
Mócsényi konferencia előadásából)

4.3.6. Az előkészített fájlok importálása Lumion programba

A következő lépés a SketchUp modell importálása a következő programba, ahol dolgozni fogunk, a Lumionba. Ehhez egyszerűen megnyitottam a Lumion-t, majd az Importálás funkciót használtam a kész SketchUp modell betöltéséhez.

Miután a fájl sikeresen betöltött, fontos volt, hogy a modellt pontosan elhelyezzem a Lumion terepén. A Lumion területének origó koordinátája 0, 25, 0, ezért az újonnan importált SketchUp modellt is ezen a helyen kellett elhelyezni, hogy megfelelően illeszkedjen a domborzathoz.

Ezt a lépést követi az objektumok elhelyezése. A Lumion 'Place Objects on Nodes' funkcióját használtam, amely lehetővé tette, hogy különféle objektumokat, például fákat vagy egyéb tárgyakat, pontosan az importált SketchUp komponensek helyére tehessek le. Ezzel a funkcióval garantált, hogy a 3D modell elemei pontosan illeszkedjenek a térbeli elrendezéshez.

A fotorealistikus renderelés érdekében a fák SketchUp által kreált komponenseit lecseréltem fotorealistikus 3D fa modellekre. Ezzel a lépéssel jelentősen növeltem a vizualizáció minőségét és valósághűségét, lehetővé téve a táj megjelenítésének szakszerűbb és vonzóbb formáját.

Miután elhelyeztem a kívánt objektumokat, lehetőségem nyílt az importált SketchUp fájl (komponensek) törlésére. Ezzel biztosíthattam, hogy csak a pontokon elhelyezett Lumion objektumok maradjanak a jelenetben, így a modell tiszta és rendezett megjelenést kap.



37. Ábra – Lumion 'Place Objects on Nodes' funkciója (forrás: Limbach Noémi)

4.3.7. Utak és vízfelületek importálása

A vonalas elemek, utak és vízfelületek kezeléséhez először a Sandbox Tools funkciót használtam a SketchUp-ban, hogy a vektoros elemeket, például az utakat és vízfelületeket, a domborzatra drapelhessek. Ez biztosítja, hogy ezek az elemek pontosan illeszkedjenek a terep formájához.

Ezt követően, miután az elemeket beimportáltam Lumionba, kiválasztottam a megfelelő textúrákat és anyagokat az utakra és más vonalas elemekre. Ez a lépés kulcsfontosságú a vizualizáció véglegesítéséhez, hiszen a textúrák révén a modell valóságosabb és esztétikusabbá válik.

4.3.8. 3D modell renderelésének előkészítése Lumionban

A következő és egyben utolsó lépésben a Lumion renderelő program segítségével átdolgoztam a 3D modellt, hogy a lehető legrealisztikusabb megjelenést érjem el. Az épületek, valamint a táji elemek, mint a gyepterület, utak, szőlősök és vízfelületek, mind valósághoz illő textúrával lettek ellátva. Ezen textúrák kiválasztása és alkalmazása során figyelembe vettem a helyszín jellegzetességeit és a történeti korok stílusjegyeit.

A növényzet modellezése során az ismert adatok alapján csoportosítottam a fákat, figyelve a különböző típusokra és korosztályokra. Kiválasztásra kerültek fiatal lombhullató fák, idősebb telepítésű lombhullató fák, tűlevelű örökzöldek, valamint sorfák, például nyárfák. Ez a sokféleség nemcsak a táj esztétikáját emeli ki, hanem hozzájárul a modellek autentikusabb megjelenéséhez is. A szerkesztési folyamat során effekteket is hozzáadtam a realisztikus hatás elérése érdekében, például kéményből szálló füstöt, amely életszerűséget kölcsönöz a jelenetnek.

Ezen felül kiemelt figyelmet fordítottam a területhasználatokra is, amely fontos szerepet játszik a tájépítészet kontextusában. Például az 1833-as modellen a szőlős terület megjelenítése különösen hangsúlyos, mivel ez tükrözi a korabeli tájhasználat jellemzőit és agrárhagyományait. A szőlős integrálása hozzájárul a történeti kontextus hitelességéhez is, lehetővé téve a nézők számára, hogy jobban megértsék a táj funkcionális és kulturális jelentőségét az adott időszakban.

Az átláthatóság érdekében szeparált rétegekkel dolgoztam, lehetővé téve, hogy a különböző elemeket könnyen láthatóvá vagy láthatatlanná tehessek a szerkesztés során. Ez a megközelítés nemcsak a munkafolyamat hatékonyságát növelte, hanem segített abban is, hogy a különböző elemek közötti kapcsolatok világosabbá váljanak.

A renderképeket úgy állítottam be, hogy a lehető legjobban szemléltesse a látványvilágot, különös figyelmet fordítva az épületek, utak és növények közötti interakcióra. Több design elem, például hidak, vízi növényzet és kiültetés is helyet kapott a jelenetekben, hogy fokozza a realisztikus megjelenést és gazdagítsa a táj összképét.

Mind az 1833-as, mind az 1894-es modell gondos tervezés és speciális beállítások révén esztétikusan tükrözi a kor szellemiségét. A renderelés során alkalmazott effektek és beállítások lehetővé tették, hogy a történeti környezet hitelesen és élményszerűen jelenjen meg, így a nézők valóban „sétálhatnak a múltba”, megismerve a terület történelmi fejlődését és a környező természet összhangját.

4.2. Mintaterület modellezésének eredményei

Ezen fejezet célja a kutatási módszerek és a modellezési folyamat eredményeinek bemutatása, kiemelve az Alcsúti arborétum különböző történelmi korszakainak 3D modelljeit. A fejezetben a modellezés objektív bemutatása mellett hangsúlyt fektetek a megvalósított munka precizitására, valamint az alkalmazott technikák és eszközök szerepére a vizualizáció sikerében. Az elkészített modellek – amelyek az 1833-as, 1894-es saját modell, és a drónos, jelenlegi állapotot tükröző modell (DEORC-AI – Klenczner Tamás) – alapvető forrást nyújtanak a történeti és jelenkori tájépítészeti értékeléshez, és rávilágítanak a terület szerkezetének és funkciójának időbeli változásaira.

Az Alcsúti Arborétum 1833-as állapotának modellje a korabeli táj kulcsfontosságú elemeit mutatja be, beleértve a természeti elemek és az épületek elhelyezkedését, valamint az arborétum központi struktúráit (38-42. *Ábra*). A modell készítése során különös figyelmet fordítottam a korhű növényzet rekonstrukciójára, figyelembe véve a forrásokban (térképek, festmények) fellelhető ültetési mintákat és a korszakban jellemző növényfajtaikat. Az 1833-as modell fontos részét képezik az egykori felhasználási módok – például szőlőültetvények –, melyek jól illusztrálják a korszak tájgazdálkodási gyakorlatát. A renderképek valósághű megjelenítése és a korhű épületek, valamint növénytípusok alkalmazása segít a nézőknek a történeti környezet átélésében.



39. Ábra - Alcsúti Arborétum történeti (1833-as) állapotának 3D Lumion látványterve
(forrás: Limbach Noémi)



38. Ábra - Alcsúti Arborétum történeti (1833-as) állapotának 3D Lumion látványterve
(forrás: Limbach Noémi)



41. Ábra - Alcsúti Arborétum történeti (1833-as) állapotának 3D Lumion látványterve
(forrás: Limbach Noémi)



40. Ábra - Alcsúti Arborétum történeti (1833-as) állapotának 3D Lumion látványterve
(forrás: Limbach Noémi)

A 1894-es modell a tájfejlődés későbbi fázisait mutatja, ahol jelentős változások észlelhetők mind az épített környezetben, mind a növényzetben. Az épületek és utak struktúrája is lényeges átalakuláson ment keresztül, amelyet a 3D modell precízen tükröz. A kor szellemének megfelelő designelemek, például hidak, díszkutak és sétányok beépítése tovább növeli a látvány hitelességét. A modell pontosan reprezentálja a tájépítészet fejlődését, és bemutatja az arborétum változó struktúráját. (43.-46. Ábra)



43. Ábra - Alcsúti Arborétum történeti (1894-es) állapotának 3D Lumion látványterve
(forrás: Limbach Noémi)



42. Ábra - Alcsúti Arborétum történeti (1894-es) állapotának 3D Lumion látványterve
(forrás: Limbach Noémi)



45. Ábra - Alcsúti Arborétum történeti (1894-es) állapotának 3D Lumion modellje, Ybl Miklós tervei alapján készült pálmaház (forrás: Limbach Noémi)



44. Ábra – Alcsúti Arborétum történeti (1894-es) állapotának 3D Lumion látványterve (forrás: Limbach Noémi)

A jelenlegi 3D modell, amelyet Klenczner Tamás a DEORC-AI cég drónfelvételei alapján készített, szintén részletes elemzés tárgyát képezi (46.-48. Ábra). Ez a modell a legmodernebb digitális technológiák, mint például a pontfelhő-alapú modellezés és a fotogrammetria révén készült, lehetővé téve a terület valósághű és részletgazdag ábrázolását. A drónos 3D modell

különösen fontos referencia a korábbi állapotokkal való összehasonlítás során, pontosan bemutatva a terület domborzatát, növényzetét és az építmények elhelyezkedését. Ez a modell lényeges eszközt jelent a terület változásainak megértésében, és jól felhívja a figyelmet az örökségvédelmi szempontokra a jövőbeni fejlesztések során.



46. Ábra – Alcsúti arborétum drónos 3D felmérés eredménye (forrás: DEORC-AI)



47. Ábra – Alcsúti arborétum drónos 3D felmérés eredménye (forrás: DEORC-AI)



48. Ábra – Alcsúti arborétum drónos felmérés 3D eredménye 2024 (forrás: DEORC-AI)

Az elkészült renderképek mindkét történelmi korszakban realiztikus hatást keltenek, jól tükrözve a 3D modellezés technikai eszközeinek hatékonyságát. A Lumion renderelő program alkalmazásával lehetőség nyílt élethű textúrák alkalmazására az épületekhez, utakhoz és vízfelületekhez. A korhű effektek, mint például a kéményekből szálló füst és a különböző időjárási viszonyokat szimuláló elemek, valamint a táj elemei – például hidak, díszto és sorfák – hozzájárultak a modellek hiteles megjelenítéséhez.

A növényzet elhelyezése a források alapján történt, így az egyes időszakokra jellemző fák és cserjék precízen lettek ábrázolva. Az 1833-as modellben például az új telepítésű, fiatal lombhullató fák és a korabeli örökzöldek dominálnak, míg az 1894-es modellben már idősebb növényállomány figyelhető meg. A sorfák (például nyárfák) elhelyezése és a növényfajták variációi világosan mutatják a táj fejlődését.

Az eredmények érthetőbb bemutatása érdekében több render- és modellképet csatoltam a mellékletekhez (9. Melléklet). Ezek a képek a fontosabb struktúrákat, építményeket és területhasználati változásokat tükrözik a különböző korszakokban. A vizuális megjelenítés révén az érdeklődők „időutazási” élményben részesülnek, amely lehetővé teszi a történelmi és a jelenlegi állapotok összehasonlítását, így átfogó képet nyújtva az arborétum változásairól.

Az eredmények azt mutatják, hogy a 3D modellezés és a fotorealistikus renderelés hatékony eszköznek bizonyul a tájépítészet terén, különösen a történelmi tájak rekonstrukciójában és vizualizálásában. Ezek az eszközök a tervezési és fejlesztési folyamatok mellett

kulcsfontosságú szerepet játszanak a turisztikai attrakciók és a kulturális örökségvédelmi projektek során is.

5. Eredmények

A következő fejezet a diplomamunka által vizsgált paraméterek és eredmények összevetésével és értékelésével foglalkozik. Az értékelés több szempontból készült, melyek célja a kutatás során felmerült kérdések és megállapítások átfogó elemzése.

Először is, a feldolgozás nehézségeit tárgyalom, különös figyelmet fordítva a források pontosságára, valamint a terepadatok, a növények és az épületek modellezéséhez szükséges adatok hiányára.

A következő részben külön szempontként összegzem azokat a programokat, amelyeket a munkám során használtam, a QGIS-t, Blender-t, SketchUp-ot és Lumion-t. Tömören bemutatom a köztük lévő kompatibilitási lehetőségeket, nehézségeket és a modell összerakásának komplikációit. Ezen összefüggések fényében értékelem, hogy milyen kihívásokkal néznek szembe a magyar szakemberek a 3D látványtervezés alkalmazásában, és miért nem terjedt el széleskörűen ez a technika Magyarországon a tájépítészek körében. Az elemzés során rávilágítok arra, hogy a programok közötti integrációs problémák, a technikai ismeretek hiánya, valamint a megfelelő források és adatok hozzáférhetősége milyen mértékben befolyásolják a 3D látványtervezés elterjedését a hazai tájépítészeti gyakorlatban.

Ezt követően a SketchUp és Lumion programok előnyeit és hátrányait vizsgálom, összevetve a tervezés során felmerült korlátokkal.

A következő szempont a történeti kertek ábrázolásának és vizualizációs megjelenítésének akadályaira és problémáira összpontosít, különös figyelmet szentelve annak, hogy mennyire életszerű és realisztikus egy ilyen 3D modell, valamint felhívja a figyelmet a lehetséges vizuális buktatókra. Itt kitérek arra is, hogy milyen plusz filtereket kellett alkalmazni a szemléletesség és a történelmi jelleg kihangsúlyozása érdekében.

Végül, az utolsó részben a történelmi Lumionnal készült és jelenkori drónos modellek vizuális összehasonlításával foglalkozik, lehetőséget biztosítva a három különböző időszak reprezentációjának alapos értékelésére.

5.1. Feldolgozási nehézségek, bemeneti adatok hiánya

A történeti térképek, festmények és leírások számos felhasználható adattartalommal bírtak, ugyanakkor a fontos információk hiánya, különösen a régebbi, 1833-as modell

vonatkozásában, jelentős kihívások elé állított a pontos modellezés során. Ezen kor modellezésekor többször csupán egy történeti térképre, a XIX. századi kataszteri térképre tudtam támaszkodni. Az úthálózatot, vízfelületeket és vízfolyásokat pontosan ki tudtam olvasni, könnyedén digitalizáltam, azonban a terepviszonyok és a növényzet modellezéséhez nem nyújtottak elegendő segítséget. A növényzet ábrázolása is csupán sémászerűen jelent meg, mivel egy-egy rajzolt kóró vagy fa került ábrázolásra, és csak írásos forrásokból derül ki, hogy a telepítések 1833-ban kezdődtek, és elszórt elhelyezkedésű, fiatal, ismeretlen fajú taxonokból állt. Nehezítette a tervezést még, hogy a felhasznált festmények nem közvetlenül az érintett történeti korszakokban készültek, hanem valószínűleg a két időszak között, így relevanciájuk a pontos modellezés szempontjából korlátozott. Ez a vizualizált táj elemeinek autentikus ábrázolásában is kihívásokat jelentett, mivel a festmények stílusa és tartalma nem mindig tükrözte hűen az adott korszak jellemző tájhasználati és növényzeti viszonyait. Ennek következtében a festmények által nyújtott információk kiegészítő jellegűek voltak, és nem szolgáltak megbízható alapként a történeti kertek pontos rekonstrukciójához.



49. Ábra – Alcsúti arborétum 1850 körül, a két időszak között (forrás: mek.oszk.hu - Klette Károly: Az alcsúti kastély – vízfestmény, HG és társa kiadó, Magyar Nemzeti Múzeum, Történelmi Képcsarnok, Budapest 1995)

Megfigyeltem, hogy a főbb útvonalak mentén sorfásítás volt jelen; ehhez (az említett festményekre, térképekre támaszkodva) próbáltam olyan fákat kiválasztani, amelyek megtalálhatók a Lumion könyvtárában, és hasonlóan a festményeken ábrázoltakra. Az örökzöldek esetében azonban lehetőségem volt pontos adatokat is felhasználni, így azokat megfelelően el tudtam helyezni a régebbi modellbe.

Az 1894-es állapotot már sokkal több információ alapozta meg; itt az adatbázis alapján négy csoportba soroltam a fákat: nyárfák, fenyvesek, régebbi telepítésű idős fajták és fiatal fafajok.

Ehhez a Gazdasági Mérnök című újság 1894. évi 43. számában megjelent térképet használtam, illetve több adatbázist (QGIS), ami pontos adatokkal rendelkezett az úthálózat, vízfelületek és a fahelyek tekintetében is, ám fajlistával ez sem szolgált.

A geodéziai adatok is hiányosságokkal rendelkeztek a két történeti időszak megjelenítése során, így ezeket egy másik forrásból (2015). Alcsúti arborétum geodéziai felmérése) tudtam pótolni. Mivel a domborzat nem igazán, vagy csak részben változhatott, ez nem okozott komoly gondot, viszont ennek következtében a teljes pontosság nem érhető el az adatok hiánya miatt. Ez is korlátozó tényező a történeti kertek pontos modellezésében.

5.2. Programhasználati összegzés és gyakorlati alkalmazás

A modellezési folyamat során különféle szoftvereket használtam, mindegyiket sajátos céljával. Kezdetben a QGIS programot vettem igénybe, amely kiválóan alkalmas a történeti térképek georeferálására, valamint a terepmodellek és magassági adatok rögzítésére. Ezen kívül nélkülözhetetlen volt a vonalas elemek, például az utak és vízfelületek digitalizálása során, mivel a georeferált térképek pontos alapot biztosítottak a további modellezési feladatokhoz.

Az adatokat a QGIS-ből Blenderbe importáltam, mivel közvetlen átviteli lehetőség nem állt rendelkezésre a SketchUp-ba. A Blender segítségével készítettem elő a geometriai modelleket, amelyeket később átkonvertáltam a SketchUp-ba. A SketchUp programot a fő modellezési feladatok, például a drapelés (a terephez való illesztés), a textúrák létrehozása, az épületek modellezése, valamint különböző komponensek és referenciapontok kialakítása végett használtam.

A végső vizualizáció és fotorealisztikus renderelés érdekében Lumion szoftverre váltottam, amely lehetővé tette a különböző komponensek 3D-s, különböző fajokkal való megjelenítését. Ebben a programban határoztam meg a különböző felületek (utak, gyepek, víz, épületek) élethű textúráit is. A Lumion kiválóan alkalmas volt a kész renderképek és vizualizációk előállítására, így szemléletesen bemutatva a projektet. Ezen felül a könyvtárból kiválasztott effektekkel tettem még inkább korhűvé a kész képeket.

A programok közötti átjárhatóság azonban nem volt problémamentes; a QGIS-ből a SketchUp-ba történő közvetlen importálás lehetősége hiányzott, így a Blender használata elengedhetetlenné vált. Emellett a SketchUp gyakran összeomlott a nagy fájl méret miatt, ami hátráltatta a munkafolyamatot. Az, hogy egyetlen 3D modell elkészítéséhez 4-5 különböző programot kellett igénybe vennem, jelentős idő- és energiaigényt jelentett.

Ezek a kihívások hozzájárulhatnak ahhoz, hogy a magyar szakemberek a 3D látványtervezést egyelőre nem terjesztették el széles körben. A különböző szoftverek hatékony használata külön szakmai tudást igényel, amely magában foglalja a programok közötti kompatibilitás megértését és a különböző, költséges tervezőprogramok ismeretét is. Ennek következtében a 3D modellezés nem csupán technikai képességeket, hanem átfogó szoftverismeretet is igényel.

A szakemberek számára elengedhetetlen, hogy rendelkezzenek a szükséges készségekkel és ismeretekkel a 3D modellezés terén, azonban a folyamatosan változó technológiai környezetben való lépéstartás még inkább bonyolítja ezt a folyamatot. A szakmai fejlődés érdekében fontos lenne, hogy a tervezők hozzáférjenek olyan oktatási és képzési lehetőségekhez, amelyek lehetővé teszik számukra a szükséges ismeretek és készségek elsajátítását, valamint a különböző szoftverek közötti együttműködés jelentőségének megértését. Csak így válhat lehetővé a 3D látványtervezés széleskörű elterjedése és sikeressége a magyar piacon.

5.3. SketchUp és Lumion programok összevetése és összegzése

A diplomamunkához a két általam használt fő eszköz a SketchUp és a Lumion volt, melyek egyaránt rendelkeznek előnyökkel és bizonyos korlátokkal is, melyekre fény derült a mintaterület modellezése során is.

Ezen tényezők figyelembevételét kiemelkedően fontosnak tartom a hatékony tervezési munkák során. Az alábbi elemzésben alaposan bemutatom mindkét program jellemzőit, különös figyelmet fordítva a tájépítészeti projektek szempontjából releváns aspektusokra.

5.3.1. SketchUp korlátai és hátrányai

A SketchUp az egyik legnépszerűbb modellező szoftver, amit több magyar tájépítész és építész előszeretettel használ, azonban vannak komolyabb korlátai is, főként a vizuális megjelenítés terén. Az itt készített modellek gyakran elég egyszerűek és „kocka” hatásúak, ami csökkenti a tervek vonzerejét és prezentálhatóságát. Ez a probléma még jelentősebbé válik a textúrák alkalmazása során, hiszen a szoftver alapértelmezett mintái nem elég részletesek (50. Ábra).

A mintaterület modellezése során észleltem, hogy bizonyos textúrák esztétikailag nem járulnak hozzá a modell vizuális vonzerejéhez, sőt, akár rontják is annak minőségét. Emellett



50. Ábra – SketchUp és Lumion textúra példák (forrás: Limbach Noémi)

voltak jobb minőségű, akár egyedi textúrák is (50. Ábra). Mindazonáltal célszerű a renderelő program könyvtárából választani textúrákat az élethű megjelenítés és a minőség biztosítása érdekében.

A növényzet és az egyéb természetes elemek ábrázolása is nehézségekbe ütközhet, mivel az alap szakkönyvtár nem tartalmaz objektumválasztékot. Bár külső bővítmények és könyvtárak (Warehouse) segítségével bővíthetjük a lehetőségeinket, ezek integrálása és kezelése időigényes lehet, és nem mindig felel meg a követelményeknek.

A tereprendezés és domborzatmodell kialakítása a SketchUp-ban szintén bonyolultabb és több lépést igényel, ami lassítja a munkafolyamatot. Továbbá, a szoftver nem teszi lehetővé az időjárási viszonyok, évszakok vagy napszakok szimulálását, ami hátrányos lehet a dinamikus elemeket, mint például a fényviszonyokat vagy a növényzet változását figyelembe vevő tájépítészeti prezentációk során.

Mivel a SketchUp nem kifejezetten renderelő program, a renderelési képességei korlátozottak, aminek következtében nem biztosít olyan magas szintű fotórealisztikus megjelenítést, mint például a Lumion. Nagyobb, részletesebb modellek esetén gépigénytől függetlenül is gyakran akadozik, ami rontja a tervezési folyamat gördülékenységét.

5.3.2. Lumion korlátai és hátrányai

A Lumion legfőképp a 3D modellek renderelésére és vizualizációjára specializálódott, nincs beépített modellezési funkciója, így a felhasználóknak más szoftverekben, mint például a SketchUp-ban kell elkészíteniük a modelleket, mielőtt azokat a Lumionba importálnák. Ez a többletmunka és időigényes folyamat hátrányos lehet a zökkenőmentes tervezési munkafolyamat szempontjából.

A Lumion textúrázási és terepformálással kapcsolatos lehetőségei is korlátozottabbak, különösen a komplex földrajzi formák esetében nem tudunk precíz modellt előállítani. Magas

gépigénye miatt komoly hardverberuházást igényel, főleg akkor, ha részletes modellek kezelésére van szükség.

Emellett a Lumion újabb verziói nem mindig kompatibilisek a korábbiakkal, ami problémákat okozhat a projektek hosszú távú kezelésében. A renderelési folyamat során nem látható azonnal a végső minőség, mivel hiányzik az interaktív renderelési lehetőség, ami megnehezíti a valós idejű ellenőrzéseket és javításokat.

Az animációk Lumionba történő importálása szinte lehetetlen, ami a komplex animációs igények kielégítését megnehezíti. Bár a Lumion formátuma (.ls+szériaszám) lehetőséget ad magas szintű vizualizációra, korlátozott exportálási lehetőségei kompatibilitási problémákhoz vezethetnek.

Bár a Lumion rendelkezik széles növényzetkönyvtárral, ez nem mindig felel meg a speciális tájépítészeti igényeknek, különösen, ha helyspecifikus vagy ritkább növényfajtákra van szükség. A Lumion növénykönyvtárában a növények név szerinti keresése nem lehetséges kollektív módon; csak angol nyelven érhetők el bizonyos növényfajták, így a specifikus fajokhoz máshonnan kell modellt importálni, vagy hasonló kinézetű növényt választani, ami valamilyen szintű pontatlansághoz vezet. A természetes elemek, mint például a víz áramlása vagy a növények finom részletei szintén nehezen szimulálhatók, ami rontja a projektek élethű megjelenését.

Továbbá, a program nem kifejezetten történelmi korok vizualizálására lett tervezve, így a modern megjelenítése nem biztosítja a kívánt történelmi hangulatot. Ennek érdekében a mintaterület modellezése során kiegészítő effektekkel kellett dolgoznom a kívánt esztétikai hatás elérése érdekében.

5.3.3. SketchUp előnyei

A SketchUp számos előnyt kínál, többek között a pontos és könnyen kezelhető modellezést, valamint a domborzati jellemzők egyszerű és pontos létrehozását. A szoftver alacsonyabb gépígénnel rendelkezik, így költséghatékonyabb megoldás lehet. Továbbá, a SketchUp kompatibilis a korábbi verziókkal, ami hosszú távon stabil működést biztosít.

A program lehetőséget nyújt egyedi textúrák létrehozására is, melyek gazdagítják a modellek megjelenését. A SketchUp formátuma (.skp) széles körű fájlkezelést tesz lehetővé, megkönnyítve a más szoftverekkel való együttműködést. A szoftver ideális a kezdeti tervezési fázisokban, koncepciók kialakítására és alapvető tervezési munkák végrehajtására. Ezen kívül támogatja az egyszerű és bonyolult geometriai formák létrehozását, rugalmasabb tervezési

lehetőségeket kínálva. Használata egyszerű, felülete felhasználóbarát és személyreszabható. A SketchUp 3D Warehouse-jának köszönhetően hozzáférést biztosít egy széleskörű modelladatbázisához is. A csoportok és komponensek létrehozásának lehetősége tovább gyorsítja a munkafolyamatokat. A SketchUp számos hasznos bővítménnyel rendelkezik, például a Lumion LiveSync-kel, amely jelentősen megkönnyíti a tervezési folyamatot és javítja a munkafolyamat hatékonyságát, valós idejű szinkronizálást létrehozva a két program között.

5.3.4. Lumion előnyei

A Lumion legfőbb erőssége az élethű, fotorealistikus renderelés képessége, amely lehetővé teszi a részletes és valóságos vizualizációt. Számos élethű elemet tartalmaz az alapértelmezett könyvtára, amelyek között megtalálhatók textúrák, növények, emberek, állatok, épületek, bútorok és egyéb objektumok is. Némelyikhez még hozzárendelt animáció is tartozik. Ezen kívül a Lumion lehetőséget teremt egyedi textúrák alkalmazására is, ami gazdagíthatja a projekteket.

A szoftver képes fotorealistikus renderelésre, valamint olyan fejlett funkciókkal rendelkezik, mint az időjárás, évszakok és napszakok szimulálása. A Lumion animációk esetén is interakciót biztosít a környezettel, például a szél hatással van a növényzetre, vagy a csapadék korlátozottan esik a tetőszerkezetek, fák alá.

Bár erősebb hardverre van szükség nagyobb vagy részletesebb modellek kezeléséhez, a Lumion optimalizált teljesítményt kínál a renderelési és vizualizációs igényekre. A program által kreált modell bővíthető szintén hasonlóan a SketchUp-hoz, a Warehouse hozzáférést



51. Ábra – Lumion 1894-es állapot teljes felülnézeti modellje (forrás: Limbach Noémi 2024)

biztosít számos előre elkészített modellhez és textúrához, ezzel szélesítve a tervezési lehetőségek skáláját.

A mintaterület modellezése során a könyvtárban található textúrák és objektumok teljes mértékben megfeleltek az elvárásoknak, és szép, fotorealistikus renderképek létrehozását tették lehetővé.

5.4. Történeti kertek vizualizációs megjelenítésének korlátai

Ez a fejezet a történeti kertek 3D-s ábrázolásának és vizualizációjának kihívásaira és problémáira összpontosít, kiemelve a modellek valóság-hűségének és életszerűségének fontosságát, valamint a potenciális vizuális csapdákra is figyelmet fordít.

Az első probléma a Lumion szoftver gyepszőnyeg-könyvtárához kapcsolódik. Az ott található gyepfelületek rendkívül gondozottak, egységes felületűek, ami nem tükrözi a történeti kertek autentikus megjelenését. Például hiányzik a foltos, kavicsos gyep, amely jobban kifejezné az adott kor vizuális jellegzetességeit. Ennek a textúrának az alkalmazása jelentős mértékben hozzájárulna a realizmushoz, ellentétben a csupán rendezett gyepszőnyegekkel.

A vízpart modellezése is időigényes feladat volt, részben a hiányzó megfelelő forrásanyagok, részben pedig az egyszerű vagy puritán megjelenés elkerülésének nehézsége miatt. A hidak és más objektumok kiválasztása is korlátozott volt, mivel a 3D Warehouse meglévő modelljeire kellett támaszkodnom. Ha nem találtam volna megfelelő, korhű modellt, annak egyedi elkészítése, modellezése jelentős időt igényelt volna (52. Ábra).



52. Ábra -Ugyan az a vízpart alapból és szűrők, objektumok használata után (forrás: Limbach Noémi)

A valóságghú útszegélyek megjelenítése is nehézségeket okozott. A modellben nincs természetes átmenet az utak és a gyepek között, ami éles kontrasztot eredményezett, így az összehatás élethűsége csökkent, mivel az útszegélyek hiánya feltűnő (53. Ábra). Emellett a Lumion könyvtárában nem találtam megfelelő földút-textúrát, amely történeti szempontból hiteles lett volna, ezért modernebb, szórt burkolatot kellett alkalmaznom, ami szintén nem tűnik autentikusnak, inkább mesterséges megjelenést sugallt. Ezek a hiányosságok az összehatást rontották, így a modell nem tűnt organikusnak bizonyos szögből nézve.

A renderképek színei túlságosan élénkek voltak, különösen a történeti hangulat



53. Ábra – Szegély és gyepek a történeti Lumion 3D modellen (forrás: Limbach Noémi)



54. Ábra – Első és végleges, effektekkel ellátott variáció (forrás: Limbach Noémi)

megidézéséhez, ami nem tükrözte a valóságos állapotot. A Lumionban azonban lehetőség van effektek és színcorrekciók alkalmazására ami segített a hitelesebb megjelenés elérésében, elengedhetetlen a pontos ábrázoláshoz. Ezzel jó eredményeket sikerült elérnem, a vizuális hatás jelentősen fokozódott (54. Ábra).

Összességében, bár a Lumion szoftver nem kifejezetten történeti kertek modellezésére lett kifejlesztve, a benne rejlő eszközökkel és megoldásokkal látványos eredmények érhetők el,

megfelelő korrekciók és kompromisszumok mellett. Ugyanakkor ezek többletidőt és bizonyos szakértelmet igényelnek.

5.5. Történelmi Lumion és AI drón modellek vizuális összehasonlítása

A következő értékelési fejezetben az általam készített történelmi 3D modellek és a drónos AI által készült modern modellek összehasonlítását végeztem el (55. Ábra).



55. Ábra – Lumion történelmi modell 1894 (forrás: Limbach Noémi) és drónos modell 2024 (forrás: DEORC-AI)

Az összehasonlítás során az első észrevehető különbségek a két modell között a stílus és a minőség, az épület ábrázolása, a növényzet és környezet, a fényviszonyok és árnyékok, a textúrák, a látványkompozíció, valamint a színek terén figyelhetők meg.

A Lumion modell, amely a bal oldalon látható, egyértelműen kiemelkedő a részletesség és a minőség terén. A Lumion szoftverben készült simább, élesebb, és gondosan kidolgozott textúrákat alkalmaz, különösen a növényzet, az épületek és az égbolt esetében. A növényzet színei élénkek, változatosak és gazdagok, az épület homlokzata pedig szimmetrikusan és részletesen jelenik meg, ami összességében dinamikus és figyelemfelkeltő kompozíciót biztosít.

Ezzel szemben a drónos felvétel alapján készült AI modell, amely a jobb oldalon található, figyelemre méltóan eltér az előbb említett jellemzőktől. A textúrák ebben a modellben durvábbak és kevésbé élesek, így a növényzet, különösen a levelek és fák, elmosódottan, torzítottan jelennek meg. Az épület távoli ábrázolása szintén kevésbé részletes, sokszor nehezebben felismerhető, míg a színek sokkal tompábbak, ami szintén hozzájárul a kevésbé esztétikus vizuális összképhez.

A növényzet és a környezet ábrázolása is jelentős eltéréseket mutat. A Lumion modellben a fák és bokrok gondosan elhelyezettek, élénkzöld színekben pompáznak, a gyepek pedig ápoltnak és homogénnek tűnnek. Ezzel ellentétben az AI modell növényzete is felismerhető, de sokkal

kevésbé kidolgozott és éles, itt az elemek gyakran összeolvadnak, a fű pedig kevésbé tiszta és életteli.

A fényviszonyok és árnyékok tekintetében a Lumion modell világosabb és tisztább égboltot mutat, részletes felhőkkel és pontosan kidolgozott árnyékokkal, ami éles kontrasztokat eredményez. Ezzel szemben az AI modell kevesebb fényt és hangsúlyos árnyékokat integrál, az égbolt hiánya pedig hiányos megjelenést generál.

A textúrák vizsgálatakor is megfigyelhetők viszonylag számottevő különbségek. Míg a Lumion modellben a fű, az utak és az épület textúrái finomabbak és gondozottak, az AI modell textúrái kevésbé részletesek és durvábbak, néhol egybemosódnak, különösen a gyepek és a növényzet esetében.

A látványkompozíció szempontjából a Lumion modell egy gondosan megkomponált jelenetet mutat be, amelyben az épület középpontban helyezkedik el, a növényzet pedig szimmetrikusan keretezi a teret. Ezzel ellentétben az AI modellben az épület kevésbé hangsúlyos, egyenrangú, homogén elemként jelenik meg a modell terében. Az egész modellezett terület összessége pedig kevésbé szimmetrikus elrendezést tükröz.

A színek világában a Lumion modell élénk, jól meghatározott színekkel rendelkezik, különös figyelmet kap a gyepek zöld árnyalata és az épület sárga homlokzata. Ezzel szemben az AI modell tompább színeket és kevesebb élénkséget mutat, ahol a gyepek és az épület színei kevésbé kontrasztosak, ami jelentősen befolyásolja a kép összképét és vizuális hatását.

Összességében megállapítható, hogy a Lumion modell a részletgazdagság és a minőség terén kiemelkedik, míg az AI modell inkább a durvább textúrákkal és a tompább színekkel jellemezhető, ami érezhetően más élményt nyújt a nézők számára, illetve kissé nehezíti a modell megértését.

Ennek ellenére drónos AI modell realisztikusabban tükrözi a valóságot, mivel tényleges, a valós helyszíni forrásból származó adatokat használ. Bár a részletek elmosódottabbak és a textúrák kevésbé élesek, ez a modell hűen ábrázolja a valós környezet jelenlegi állapotát.

Ezzel szemben a Lumion modell vizuálisan sokkal kidolgozottabb és esztétikusabb, de inkább egy idealizált, stilizált képet nyújt. A gondozott gyepek, a tiszta épület és a részletes égbolt egy csiszolt, „tökéletes” környezetet jelenít meg, amely nem feltétlenül tükrözi a valóságot, viszont esztétikai szempontból vonzóbb. Az adatok hiánya miatt a pontos képet inkább az idealizált váltotta fel. Készítettem egy értékelő táblázatot (2. Táblázat), amely az összehasonlított modellek a már említett, különböző kijelölt szempontjait 1-től 5-ig terjedő skálán értékeli. Az 5-ös érték a legoptimálisabb, legjobb eredményt jelzi az általam meghatározott kritériumok alapján.

Összességében tehát, bár a Lumion modell esztétikailag vonzóbb és sokkal részletesebb, az AI modell egyértelműen közelebb áll a valósághoz, mivel a drónfelvételek alapján készült adatok jobban kifejezik a helyszín pontos állapotát. Mindkét módszer alkalmazása célravezető, azonban a választás a konkrét igények függvényében történik. Például, az adatbázis bővítésére, az azon alapuló fejlesztések megvalósítására (AI), vagy a turisztikai vonzerő növelésére, örökségvédelmi oktatásra vonatkozó célok mentén (Lumion) differenciálódik a választás.

	Történeti Lumion modellek	Drónos jelenkori állapot modellje
Modellstílus és minőség	5	3
Textúrák	5	2
Épületek vizualizációja	4	2
Növények vizualizációja	5	2
Domborzat pontossága	3	5
Fényviszonyok, árnyékok	5	2
Égbolt vizualizációja	5	0
Animációk, effektek	5	0
Szimmetria	4	2
Színek	5	3
Időtakarékosság	2	5
Adatközlés hitelessége	3	5
Turisztikai felhasználhatóság	4	2
Adatbázis növeléséhez hasznos	2	5
Többfunkciós	2	5
Könnyen szerkeszthető, változatható	5	2
Hozzájárul az örökségvédelemhez	4	2

Gyakorlati alkalmazás és diszkusszió

A kutatás gyakorlati előnyei és alkalmazhatósága széleskörűek lehetnek, különösen a történelmi kertek és tájépítészeti örökség védelmében, bemutatásában és feldolgozásában. Az alkalmazott 3D modellezési technikák és vizualizációs módszerek új lehetőségeket teremtenek a történelmi kertek megértéséhez, dokumentálásához, valamint az oktatás és a turizmus területén való hasznosításukhoz. Ahogy azt Adrienne Grêt-Regamey és Nora Fagerholm megfogalmazta a 3D digitális környezetek hatékonyságát növelő kulctényezők az átalakuló táj- és várostervezésben c. munkájában (Key factors to enhance efficacy of 3D digital environments for transformative landscape and urban planning), az elmúlt két évtizedben a digitális technológiák robbanásszerű fejlődése lehetővé tette a 3D digitális környezetek gyors elterjedését a táj- és várostervezés terén. Mivel az emberi társadalmak fenntarthatóság felé terelése komoly kihívásokkal jár, ezeknek a 3D technológiáknak nemcsak a döntéshozók alkalmazkodását kell támogatniuk, hanem ösztönözniük kell a társadalom és a természet kapcsolatában szükséges átalakító változásokat is. Ennek érdekében hat kulcselem fokozhatja a 3D digitális környezetek hatékonyságát: a társadalmi, ökológiai és technológiai rendszerek dinamikájának ábrázolása; a tervezés és szimuláció összekapcsolása a különböző léptékű folyamatok kezelésére; képzelőerőt ösztönző funkciók fejlesztése; többérzékszervi ingerek alkalmazása a fenntartható viselkedés előmozdítására; az őshonos és helyi tudás integrálása a nem szakértők érzékelésével; és végül a használhatóság értékelése a hatékony együttműködés érdekében [REGAMEY, FAGERHOLM 2024]. Én is részben ezen elvek alapján törekedtem a mintaterület vizuális térben történő megalkotására.

Az alábbiakban részletesen ismertetem a diplomamunka kutatásának fő gyakorlati előnyeit és potenciális alkalmazási területeit:

A 3D modellezés lehetőséget nyújt a kert történelmi fejlődésének tanulmányozására, valamint különböző korszakok és állapotok vizualizálására. Ez különösen hasznos olyan esetekben, amikor a kert több átalakításon esett át, és a jelenlegi állapot már nem tükrözi az eredeti formát. A különböző időszakokban készült modellek segíthetnek a változások nyomon követésében, és megkönnyítik a kertépítészeti döntéshozatalt a helyreállítás folyamatában. Továbbá, a 3D-s megjelenítés képes élethűen bemutatni a különböző korszakok atmoszféráját és látványvilágát, ezzel támogatva a történelmi hitelesség megőrzését.

A 3D modellek rendkívül hasznos eszközök lehetnek a korabeli képek, fényképek, festmények és grafikai illusztrációk pontosabb azonosításában. A modellezés lehetővé teszi a történeti környezet könnyebb rekonstrukcióját, amely alapján megalapozottabb következtetések vonhatók le a múltbéli ábrázolásokról. Ez nemcsak az építészek, tájépítészek és történészek munkáját segíti, hanem hozzájárul a kulturális örökség hiteles megőrzéséhez is.

A történeti kertek 3D-s vizualizációja révén érthetőbbé válnak a korábbi látványkapcsolatok, valamint a kertek építészeti területei, amelyek hagyományos 2D-s rajzokon nem mindig észlelhetők teljes mértékben. A különböző terek térbeli kapcsolatai, kilátások, vizuális tengelyek, továbbá a növények és építmények közötti viszonyok sokkal pontosabban ábrázolhatók a háromdimenziós térben, ami új megközelítéseket kínál a tervezési és rekonstrukciós feladatokhoz. Ez különösen lényeges, ha az eredeti kertelemek már elvesztek, és cél azok történeti állapotának rekonstrukciója.

Ezen felül a modellezés nemcsak a kert statikus állapotának bemutatására alkalmas, hanem animációk segítségével dinamikusan változó, mozgásban lévő látványtervek is létrehozhatók. A virtuális térben való mozgás, például sétálók vagy autós közlekedés során megjelenő panorámák különösen fontos szerepet játszhatnak a tervek élményszerű bemutatásában. Ez a megközelítés lehetőséget kínál a kert dinamikus használatának elemzésére, például arra, hogy az egyes építmények hogyan illeszkednek a terekhez, vagy hogy a növények ciklikus változásai hogyan befolyásolják a látványt az évszakok során.

A kutatás eredményei ezen felül kiválóan hasznosíthatók az oktatás és ismeretterjesztés területén. A 3D modellek és animációk látványos szemléltető eszközként szolgálhatnak egyetemeken, múzeumokban és közösségi programok számára, lehetővé téve a történeti kertek és parkok részletes és céltudatos bemutatását. Ez különösen fontos a szakemberek képzésében, mivel így mélyebb betekintést nyerhetnek a történeti kertek komplex felépítésébe és jelentőségébe.

A 3D modellek könnyedén integrálhatók a virtuális valóság (VR) technológiába, ami új lehetőségeket teremt a történeti kertek és parkok bemutatásában, különösen a turizmus és az oktatás területén. A Lumion 360 renderelési lehetőségei révén a tervek interaktívan körbejárhatóak a virtuális térben. A VR szemüvegek használatával a látogatók valós időben felfedezhetik a kertek rekonstruált történeti állapotát, ezzel segítve őket abban, hogy jobban megértsék az adott korszak vizuális világát és a kertépítészeti terek bonyolultságát. Ez egy izgalmas és interaktív módja lehet a történelmi örökség bemutatásának, amely vonzó lehet mind a turisták, mind a szakértők számára. Ezenkívül az örökségvédelmi szakemberek számára

is hasznos eszközt nyújt az értékes elemek azonosításához és a rekonstrukciós döntések meghozatalához.

A diplomamunka egy új, innovatív szemléletet mutat be, amely jelentős módon hozzájárulhat a tájépítészeti szakma fejlődéséhez. A modern technológiai eszközök és a 3D modellezés alkalmazása új lehetőségeket teremt a történeti kertek dokumentálása, elemzése és megőrzése terén. Ez az új megközelítés lehetőséget biztosít a szakemberek számára, hogy hatékonyabban és pontosabban rekonstruálják a történelmi tájak és kertek korábbi állapotát, valamint mélyebb megértést nyerjenek ezek fejlődési folyamatairól. Ezzel a módszerrel a tervezési és örökségvédelmi munka egy magasabb szintre emelhető, amely nemcsak a szakmai pontosság növelését szolgálja, hanem újszerű lehetőségeket kínál az oktatásban, turizmusban és a



56. Ábra – Alcsúti arborétum, Lumion 360 renderkép példa (forrás: Limbach Noémi)

közösségi ismeretterjesztésben is. Az innováció így a tájépítészeti munkák minőségének javulásához és a történeti értékek szélesebb körű, részletesebb bemutatásához vezethet.

Összegzés

A következőkben összefoglalom a diplomamunka kutatási eredményeit és megállapításait. A dolgozat fő célja az új, innovatív megközelítések kidolgozása és bemutatása a tájépítészeti területén, különös figyelemmel a történeti kertek ábrázolásának elemzésére, amelyhez a mintaterület vizsgálata alapozta meg az információkat és szolgált eszközzel. Emellett részletesen bemutatom a jelenlegi magyar fejlesztési környezetet, amelyet kérdőívek, mintapéldák és analízisek segítségével vizsgáltam. Végezetül, a dolgozat feltárja az alkalmazott programok korlátait, ehhez elméleti háttér, technikai módszerek és modellezési folyamatok szolgáltatták a vizsgálati eszközöket.

A feldolgozást megnehezítette, hogy bár a történeti térképek, festmények és leírások értékes információkkal szolgáltak a modellezéshez, a fontos adatok hiánya – különösen az 1833-as

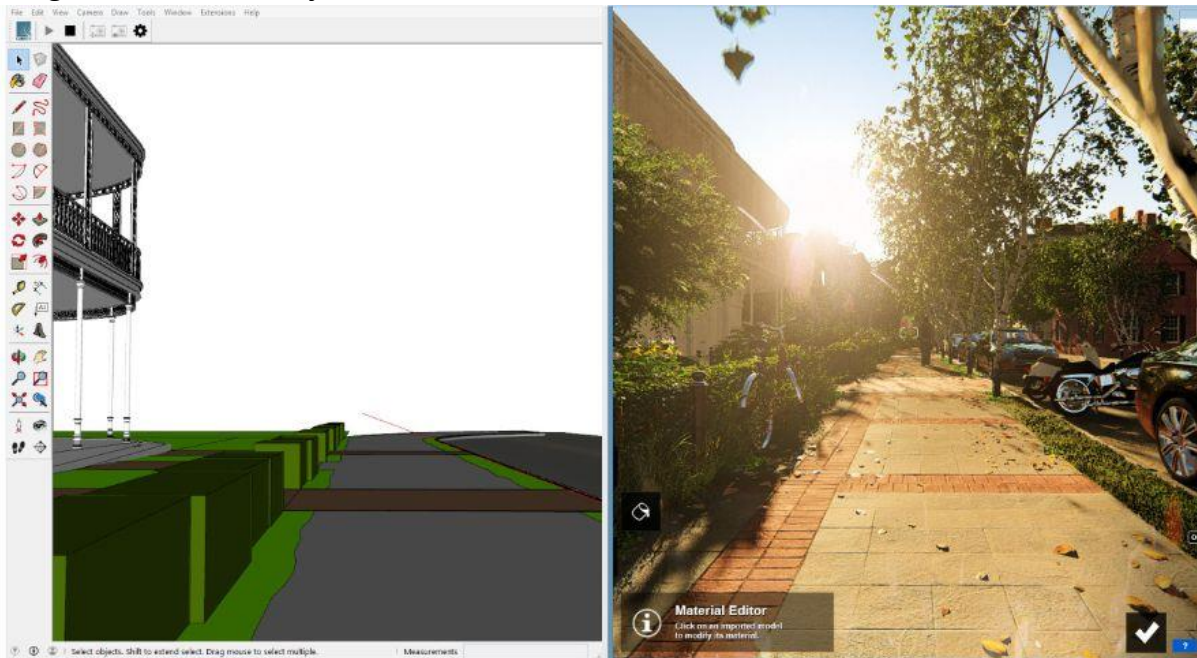
modell esetében – komoly kihívásokat jelentett. Ekkor csupán a XIX. századi kataszteri térképre támaszkodhattam, amely az úthálózatot és vízfelületeket pontosan ábrázolta, de a terepviszonyok és a növényzet modellezéséhez nem nyújtott elegendő segítséget. Az 1894-es állapothoz már több információ állt rendelkezésre, de a geodéziai adatok hiányosságai továbbra is korlátozták a modellek pontosságát, ami nehezítette a történeti kertek hűségesebb ábrázolását.

A modellezési folyamat során különböző szoftvereket használtam, mint például QGIS, Blender, SketchUp és Lumion, mindegyiknek megvolt a maga sajátos szerepe. A QGIS-t a georeferálásra és a terepmodellezésre alkalmaztam, míg a Blender segített a SketchUp-ba való konvertálásban, a SketchUp-ba összekészítettem a modellt, komponenseket hoztam létre, drapeltem a vonalas elemeket, mintákat rendeltem felülethez. A végső vizualizációt és fotorealistikus renderelést a Lumionban végeztem, amely lehetővé tette a valósághű textúrák és effektek létrehozását. Azonban a programok közötti nehézkes átjárhatóság, mint a közvetlen importálás hiánya, és a SketchUp gyakori összeomlása jelentős kihívások elé állította a projektet. Ezek a nehézségek hozzájárulhatnak a 3D látványtervezés korlátozott elterjedéséhez Magyarországon, ahol a szakembereknek elengedhetetlen, hogy folyamatosan fejlődjenek és megfelelő képzéseket kapjanak a különböző szoftverek használatában.

Összességében megállapítható, hogy a SketchUp és a Lumion és egyéb tervezőprogramok kombinált használata, tehát minimum egy modellező és renderelő program együttes alkalmazása jelenti a leghatékosabb megoldást a tájépítészeti projektek során.

A SketchUp kiemelkedően alkalmas a modellezéshez, segítve a pontos és részletes tervek kialakítását, míg a Lumion a vizualizációra és renderelésre specializálódott, biztosítva a projektek látványos bemutatását.

A Lumion LiveSync egy innovatív funkció, amely lehetővé teszi a valós idejű szinkronizálást a Lumion és más tervezőprogramok, például a SketchUp között. Ez a funkció a tervezési folyamat során segít a felhasználóknak abban, hogy azonnali visszajelzést kapjanak a modellezett objektumok vizuális megjelenéséről, valamint az újonnan hozzáadott elemek integrálásáról a 3D környezetbe.



57. Ábra – SketchUp és Lumion osztott képernyős szerkesztése a Lumion LiveSync plugin segítségével (forrás: www.blog.miltonchanes.academy 2024)

Az ideális munkafolyamat a két szoftver együttes alkalmazását jelenti: a SketchUp a modellek megalkotását segíti, míg a Lumion a végső vizualizációért és prezentációért felel. Ám egy összetett projekt kapcsán, mint amilyen a mintaterület is, nem elég ennek a két programnak a kombinációja, több program használata szükséges.

A diplomamunka történeti kertek 3D-s modellezésének kihívásait is vizsgálja, különös tekintettel a valósághűség megőrzésére és a vizuális buktatók elkerülésére. A Lumion szoftver gyepszőnyeg-könyvtára nem megfelelő a korhű megjelenítéshez, mivel nagyrészt gondozott gyepeket kínál, ami nem illeszkedik a történeti kertek autentikus látványvilágához. A vízpart modellezése és a megfelelő hidak kiválasztása szintén nehézségeket okozott, és a valósághű útszegélyek hiánya is csökkentette az élethűséget. A színkorrekciókkal és effektekkel ugyan sikerült javítani a vizualizáció hitelességén, de a folyamat időigényes volt, és speciális korrekciókat igényelt. Ennek ellenére a Lumion ugyan nem történeti kertek modellezésére készült program, de megfelelő szakértelemmel és kompromisszumokkal látványos eredmények érhetők el vele.

A legfőbb értékelési részben a saját készítésű történelmi 3D modellek és a drónos AI technológián alapuló modern modell összehasonlítását vizsgáltam ábrák és táblázat segítségével. Az összehasonlítás során a modellstílus, minőség, épületek ábrázolása, növényzet, környezet, fényviszonyok, árnyékok, textúrák, látványkompozíció és színek közötti eltérések emelkednek ki.

A Lumion modell a részletesség és a minőség szempontjából kiemelkedik; simább textúrái és élénk színei, gondosan kidolgozott növényzete, valamint részletgazdag épületei vannak. Ezzel szemben az AI modell, amely drónos felvételekből készült, durvább textúrákkal és tompább színekkel rendelkezik, valamint az épületek és növényzet ábrázolása is kevésbé részletes.

A Lumion modell világosabb égboltot és éles kontrasztokat kínál, míg az AI modell kevesebb fényt alkalmaz, ami hiányos megjelenést eredményez. A Lumion gondosan megtervezett kompozícióval bír, míg az AI modellben az épület nem dominál.

Tehát a Lumion a részletgazdagság és esztétika terén kiemelkedő, míg az AI modell valóságosabb, hiszen tényleges adatokra alapoz. A választás attól függ, hogy melyik cél, például a turisztikai vonzerő növelése (Lumion) vagy az adatbázis bővítése (AI), fontosabb.

Összegzésül elmondható, hogy a technológiai fejlődés üteme egyre gyorsabb, és a 3D modellezés szerepe folyamatosan növekszik a szakmai gyakorlatban. Ugyanakkor az új technológiák integrálása az országba még sok kihívással szembesül. A programok magas költsége, a komplex szoftverek alapos ismeretének szükségessége, valamint a különböző szoftverek párhuzamos használatának igénye megnehezíti az elterjedést. Ezen kívül a 3D modellező programok jelentős erőforrás-igénye szintén korlátozza a széleskörű alkalmazást. Ennek ellenére a technológia jelentősen fokozhatja a munkafolyamatok hatékonyságát és a végeredmény minőségét, így hosszú távon jelentős előnyöket nyújthat a szakemberek és a szakma számára.

Források

Szakirodalom

1. Festina Sadiku - Visualization of Landscape Changes in a 3D Environment using the Storytelling Approach – the Example of the City of Pristina (2021)
2. Wang, P., Chan, P.S. - Advantages, disadvantages, facilitators, and inhibitors of computer-aided instruction in singapore\'s secondary schools. Computers & Education, 25(3) (1995). : 151-162 oldal
3. Wenbo Jiang– Application of 3D Visualization in Landscape Design Teaching (2019) : 54-62 oldal
4. Hongtao Cai, Yanhong Wang, Yusheng Li - Research and development based on interactive computer aided instruction software. IERI Procedia, 2 (2012).: 420-424. oldal
5. Sangwon Lee, Jin Yan - The impact of 3d cad interfaces on user ideation: a comparative analysis using sketchup and silhouette modeler. Design Studies, 44 (2016): 52-70 oldal
6. Temesi Béla – Alcsúti arborétum (Budapest, 2005) Alcsútdoboz: 1-10 oldal
7. Halász Ferenc, Boross József – Az Alcsúti arborétum (2005)
8. Temesi Ida – Alcsútdoboz (Veszprémi nyomda 1980)
9. Kertészeti Lapok című kiadvány - József főherceg pálmaháza, Alcsútdoboz (1887)
10. Gazdasági Mérnök című újság 1894. évi 43. (Budapest)
11. Aidan Ackerman, John Auwaerter, Eliot Foulds, Robert Page, Elise Robinson - Cultural landscape visualization: The use of non-photorealistic 3D rendering as an analytical tool to convey change at statue of liberty national monument (2023)
12. Lei Pei - Green urban garden landscape design and user experience based on virtual reality technology and embedded network (2021): 23-40 oldal
13. Adrienne Grêt-Regamey, Nora Fagerholm - Key factors to enhance efficacy of 3D digital environments for transformative landscape and urban planning (2024) – Abstract
14. Salla Eilola, Kaisa Jaalama, Petri Kangassalo, Pilvi Nummi, Aija Staffans, Nora Fagerholm – 3D visualisations for communicative urban and landscape planning: What systematic mapping of academic literature can tell us of their potential - Abstract (2023)
15. Alexander Vysotskiy, Sergei Makarov, Julia Zolotova, Eugenia Tuchkevich - Features of BIM Implementation Using Autodesk Software (2015) 5. oldal - Fogalom

Internetes források

1. [System requirements – Lumion 3D Rendering Software](https://lumion.com/product/system-requirements)
<https://lumion.com/product/system-requirements> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.04.23.)
2. [Why making groups in SketchUp is beneficial \(haestudio.net\)](https://haestudio.net/2023/05/28/top-reasons-why-making-groups-in-sketchup-is-beneficial/)
<https://haestudio.net/2023/05/28/top-reasons-why-making-groups-in-sketchup-is-beneficial/> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.04.24.)
3. [CAD Blocks | Resources, Libraries and Tips | Autodesk](https://www.autodesk.com/solutions/cad-blocks)
<https://www.autodesk.com/solutions/cad-blocks> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.04.24.)
4. [Working with Components in SketchUp | SketchUp Help](https://help.sketchup.com/en/working-components-sketchup)
<https://help.sketchup.com/en/working-components-sketchup> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.04.24.)
5. [Sketchup File size: The Impact of Groups and Components \(designerhacks.com\)](https://designerhacks.com/sketchup-filesize-the-impact-of-groups-and-components/)
<https://designerhacks.com/sketchup-filesize-the-impact-of-groups-and-components/> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.04.24.)
6. [12 Must-Know 3D Modeling Terms | Cad Crowd](https://designerhacks.com/sketchup-filesize-the-impact-of-groups-and-components/)
<https://designerhacks.com/sketchup-filesize-the-impact-of-groups-and-components/> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.04.24.)
7. [What is 3D design? \(webflow.com\)](https://webflow.com/blog/3d-graphic-design) <https://webflow.com/blog/3d-graphic-design> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.04.25.)
8. [What is AutoCAD and what is it for, software for architecture & engineering \(stacbond.com\)](https://stacbond.com/en/blog/) <https://stacbond.com/en/blog/> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.05.26.)
9. [What is Archicad? – Graphisoft Community](https://community.graphisoft.com/t5/Getting-started/What-is-Archicad/ta-p/304208)
<https://community.graphisoft.com/t5/Getting-started/What-is-Archicad/ta-p/304208> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.05.25.)
10. [3D Design Software | 3D Modeling & Drawing | SketchUp | SketchUp](https://www.sketchup.com/en)
<https://www.sketchup.com/en> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.05.25.)
11. [3ds Max szoftver | Árak megtekintése és a hivatalos 3ds Max 2025 megvásárlása \(autodesk.hu\)](https://www.autodesk.com/hu/products/3ds-max/overview?term=1-YEAR&tab=subscription&plc=3DSMAX) <https://www.autodesk.com/hu/products/3ds-max/overview?term=1-YEAR&tab=subscription&plc=3DSMAX> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.05.26.)

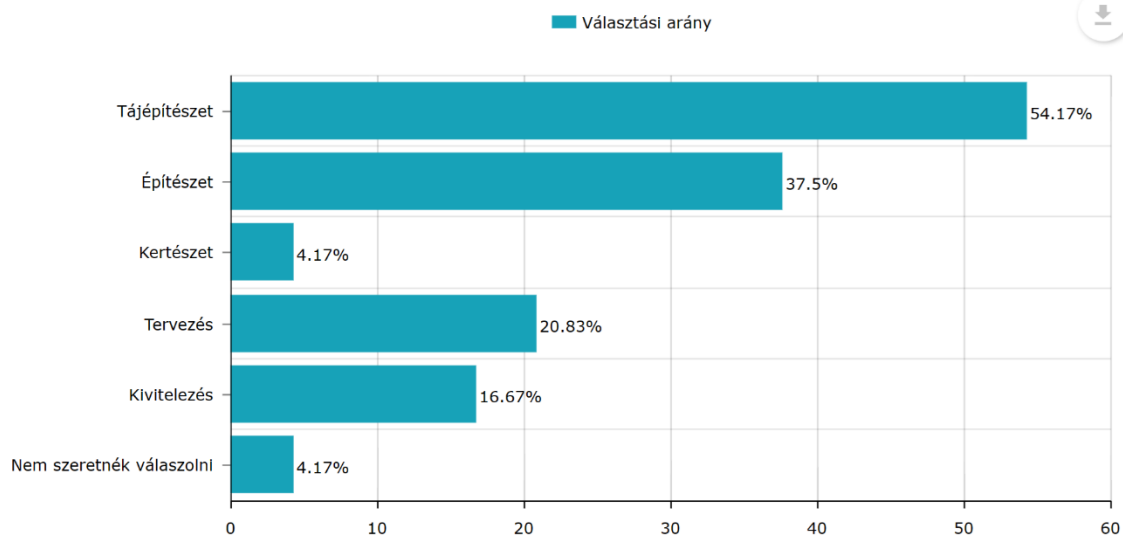
12. [About — blender.org](https://www.blender.org/about/) <https://www.blender.org/about/> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.05.26.)
13. [What is ARCHLine.XP? \(archlinexp.com\)](https://help.archlinexp.com/hc/en-us/articles/360012793498-What-is-ARCHLine-XP) <https://help.archlinexp.com/hc/en-us/articles/360012793498-What-is-ARCHLine-XP> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.05.26.)
14. [Nemetschek SE – Company Profile and News – Bloomberg Markets](https://www.bloomberg.com/profile/company/NEM:GR) <https://www.bloomberg.com/profile/company/NEM:GR> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.05.26.)
15. [Twinmotion – Graphisoft](https://graphisoft.com/partner-solutions/twinmotion) <https://graphisoft.com/partner-solutions/twinmotion> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.05.26.)
16. [What is Lumion Software Used for? – Studica Blog](https://www.studica.com/blog/lumion-software/) <https://www.studica.com/blog/lumion-software/> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.05.28.)
17. [Compatibility – Lumion 3D Rendering Software](https://lumion.com/compatibility) <https://lumion.com/compatibility> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.05.28.)
18. [3D Warehouse \(sketchup.com\)](https://3dwarehouse.sketchup.com/) <https://3dwarehouse.sketchup.com/> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.05.28.)
19. [Új Nemzeti Galéria – Liget Budapest Projekt](https://ligetbudapest.hu/projekt/uj-nemzeti-galeria) <https://ligetbudapest.hu/projekt/uj-nemzeti-galeria> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.05.26.)
20. [Idea 3343055: Népliget Railway Station by ZOA Studio in Budapest, Hungary \(architizer.com\)](https://architizer.com/idea/3343055/) <https://architizer.com/idea/3343055/> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.06.05.)
21. [Óriási park épül Csepelen \(vg.hu\)](https://www.vg.hu/vilaggazdasag-magyar-gazdasag/2022/02/oriasi-park-epul-csepelen) <https://www.vg.hu/vilaggazdasag-magyar-gazdasag/2022/02/oriasi-park-epul-csepelen> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.06.05.)
22. [Make a Topographic Map Using SketchUp and Google Maps :: SketchUp 3D Rendering Tutorials by SketchUpArtists](https://www.sketchupartists.org/tutorials/sketchup-and-advanced-modeling/make-a-topographic-map-using-sketchup-and-google-maps/?fbclid=IwY2xjawEUweFleHRuA2FlbQIxMAABHQVXG5kcj7al_JE9zekY8Cw-UOTAb3GFxOIbMcJlj6E3mTTGa7nYYs7bQ_aem_gEbhZIJkbyRWe1GTfWWLyg) https://www.sketchupartists.org/tutorials/sketchup-and-advanced-modeling/make-a-topographic-map-using-sketchup-and-google-maps/?fbclid=IwY2xjawEUweFleHRuA2FlbQIxMAABHQVXG5kcj7al_JE9zekY8Cw-UOTAb3GFxOIbMcJlj6E3mTTGa7nYYs7bQ_aem_gEbhZIJkbyRWe1GTfWWLyg (megnyitva: Limbach Noémi 2024.06.26.)

23. [Lumion 3D Best Practices \(packtpub.com\)](https://subscription.packtpub.com/book/web-development/9781783550852/4/ch04lvl1sec29/quick-overview-the-landscape-menu)
<https://subscription.packtpub.com/book/web-development/9781783550852/4/ch04lvl1sec29/quick-overview-the-landscape-menu>
(megnyitva: Limbach Noémi 2024.06.26.)
24. [Community — blender.org](https://www.blender.org/community/) <https://www.blender.org/community/> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.06.26.)
25. [Microsoft Word – Plot Plan Guide 2.docx \(civiclive.com\)](https://cdnsm5-hosted.civiclive.com/UserFiles/Servers/Server_6004363/File/Government/City%20Departments%20and%20Division/Planning/Brochures/Plot%20Plan%20Guide.pdf) https://cdnsm5-hosted.civiclive.com/UserFiles/Servers/Server_6004363/File/Government/City%20Departments%20and%20Division/Planning/Brochures/Plot%20Plan%20Guide.pdf
(megnyitva: Limbach Noémi 2024.06.30.)
26. [Download Lumion LiveSync for SketchUp – Lumion – User Support](https://support.lumion.com/hc/en-us/articles/360007502894-Download-Lumion-LiveSync-for-SketchUp)
<https://support.lumion.com/hc/en-us/articles/360007502894-Download-Lumion-LiveSync-for-SketchUp> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.06.30.)
27. [Alcsúti Arborétum | Alcsúti Arborétum \(alcsuti-arboretum.hu\)](https://www.alcsuti-arboretum.hu/Alcsuti-Arboretum) <https://www.alcsuti-arboretum.hu/Alcsuti-Arboretum> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.06.30.)
28. [Controlling Visibility with Tags | SketchUp Help](https://help.sketchup.com/en/sketchup/controlling-visibility-tags)
<https://help.sketchup.com/en/sketchup/controlling-visibility-tags> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.06.30.)
29. [A legmagyarabb Habsburg otthona – József nádor alcsúti kastélya \(szepmagyarorszag.hu\)](https://www.szepmagyarorszag.hu/magyar/oldalak/habsburg_kastely_alcsut_arboretum_jozsef_nador/)
https://www.szepmagyarorszag.hu/magyar/oldalak/habsburg_kastely_alcsut_arboretum_jozsef_nador/ (megnyitva: Limbach Noémi 2024.08.26.)
30. [SUMMA – ART KFT. \(epitesziroda-debrecen.hu\)](https://epitesziroda-debrecen.hu/referenciak/10028/vamospercs-muvelodesi-haz-melletti-park) <https://epitesziroda-debrecen.hu/referenciak/10028/vamospercs-muvelodesi-haz-melletti-park>
(megnyitva: Limbach Noémi 2024.08.26.)
31. [A kastély és az arborétum | Száz Magyar Falu | Kézikönyvtár \(arcanum.com\)](https://www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/SzazMagyarFalu-szaz-magyar-falu-1/alcsutdoboz-E/a-kastely-es-az-arboretum-24C/)
<https://www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/SzazMagyarFalu-szaz-magyar-falu-1/alcsutdoboz-E/a-kastely-es-az-arboretum-24C/> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.09.13.)
32. [Pollack Mihály – József nádor kastély, egykori távlati kép – homlokzati részlete \(irodalimiradio.hu\)](https://irodalimiradio.hu) (megnyitva: Limbach Noémi 2024.09.13.)

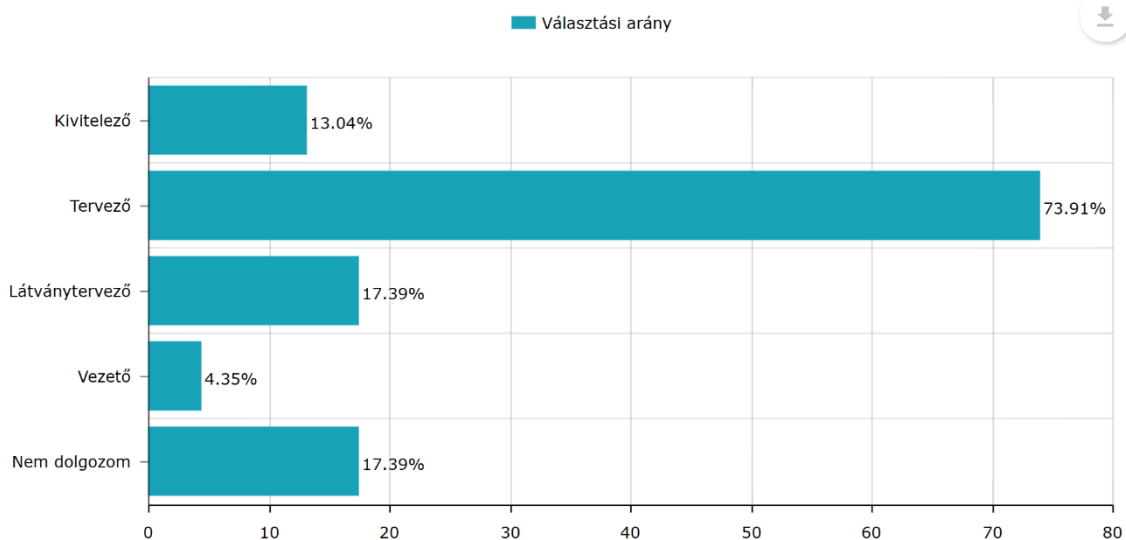
33. [Habsburg-kastély – Alcsútdoboz – KASTELYOK.COM](https://www.irodalmiradio.hu/femis/muveszetek/4muveszek/p_menu/pollack/05pollack.htm)
https://www.irodalmiradio.hu/femis/muveszetek/4muveszek/p_menu/pollack/05pollack.htm (megnyitva: Limbach Noémi 2024.09.15.)
34. [Controlling Visibility with Tags | SketchUp Help](https://help.sketchup.com/en/sketchup/controlling-visibility-tags)
<https://help.sketchup.com/en/sketchup/controlling-visibility-tags> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.09.15.)
35. [Lumion 8.3 - Sincronización total](https://www.blog.miltonchanes.academy/lumion-8-3-sincronizacion-total) <https://www.blog.miltonchanes.academy/lumion-8-3-sincronizacion-total> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.10.11.)
36. [Alcsúti arborétum Alcsútdoboz, országLÁTÓ.hu](https://www.orszaglato.hu/latnivalo/4563/alcsutdoboz-alcsuti-arboretum)
<https://www.orszaglato.hu/latnivalo/4563/alcsutdoboz-alcsuti-arboretum>
(megnyitva: Limbach Noémi 2024.10.11.)
37. [Alcsúti kastély](https://mek.oszk.hu/01900/01903/html/index1707.html) <https://mek.oszk.hu/01900/01903/html/index1707.html> (megnyitva: Limbach Noémi 2024.10.30.)

Mellékletek

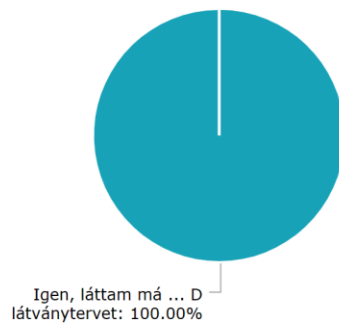
1. Ön milyen szakterületen dolgozik/tanul?



2. Milyen beosztásban dolgozik (ha dolgozik)?



3. Találkozott már a szakmában (vagy azon kívül) 3D látványtervekkel?

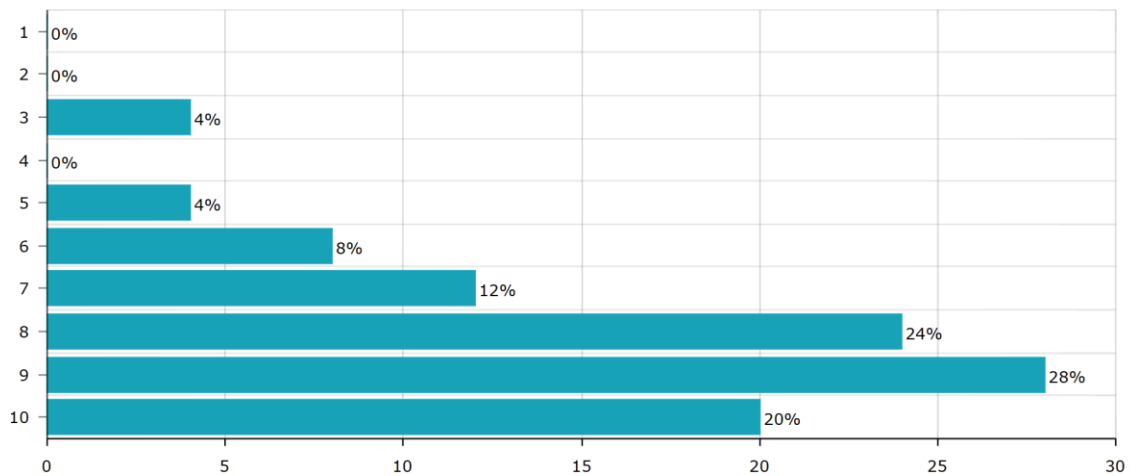


Igen, láttam má ... D látványtervet 100 Még sosem látta ... D látványtervet 0

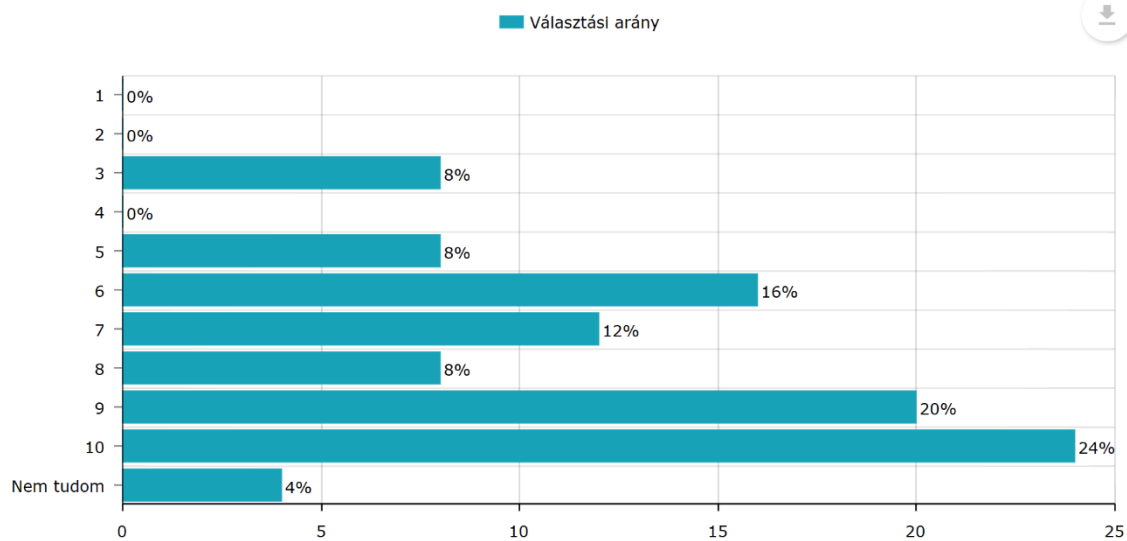
4. Egy 1-től 10-ig terjedő skálán mennyire tartja a 3D látványterveket fontosnak?



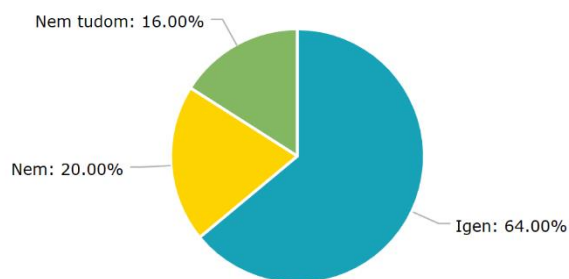
Választási arány



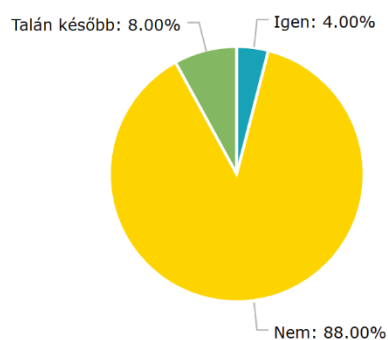
5. Az Ön tapasztalata szerint egy 1-től 10-es skálán mennyire van a 3D látványtervekre igény, megrendelés?



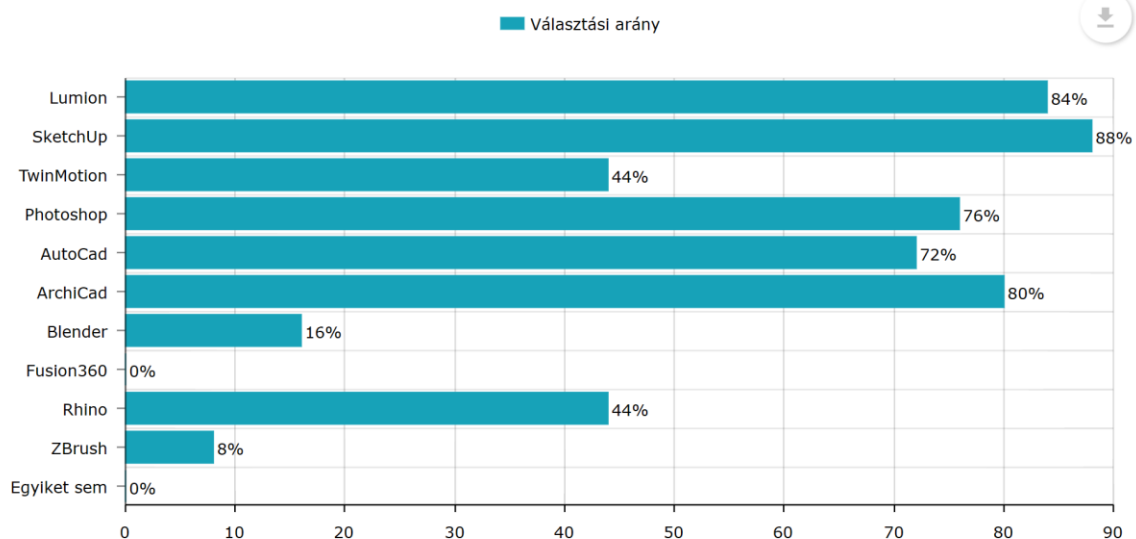
6. Ön rendelne 3D látványterveket egy projektjéhez (ha esetleg például kertet terveztetne)?



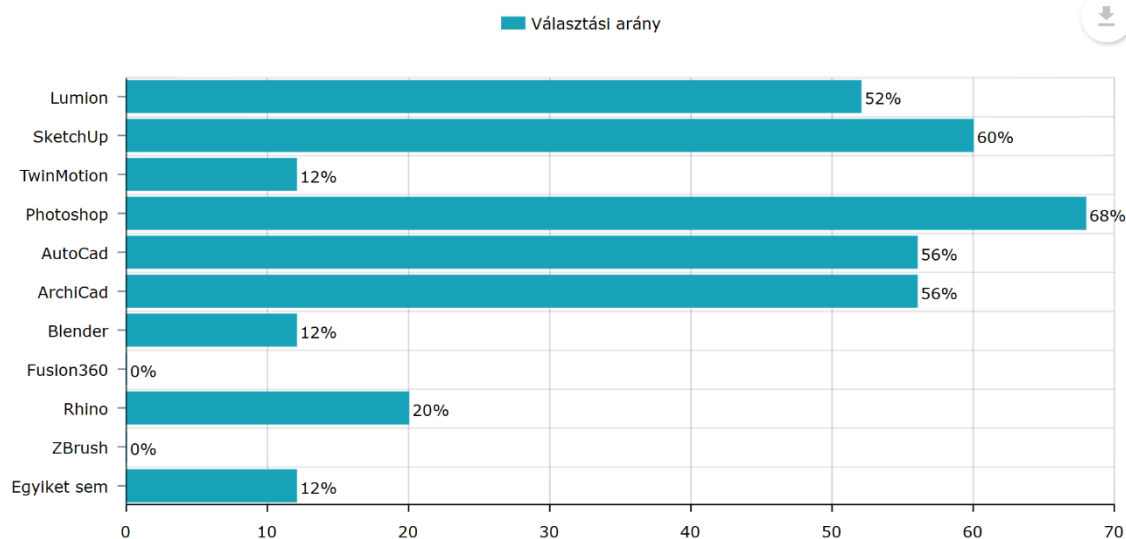
7. Ön jelenleg keres 3D látványtervezőt?



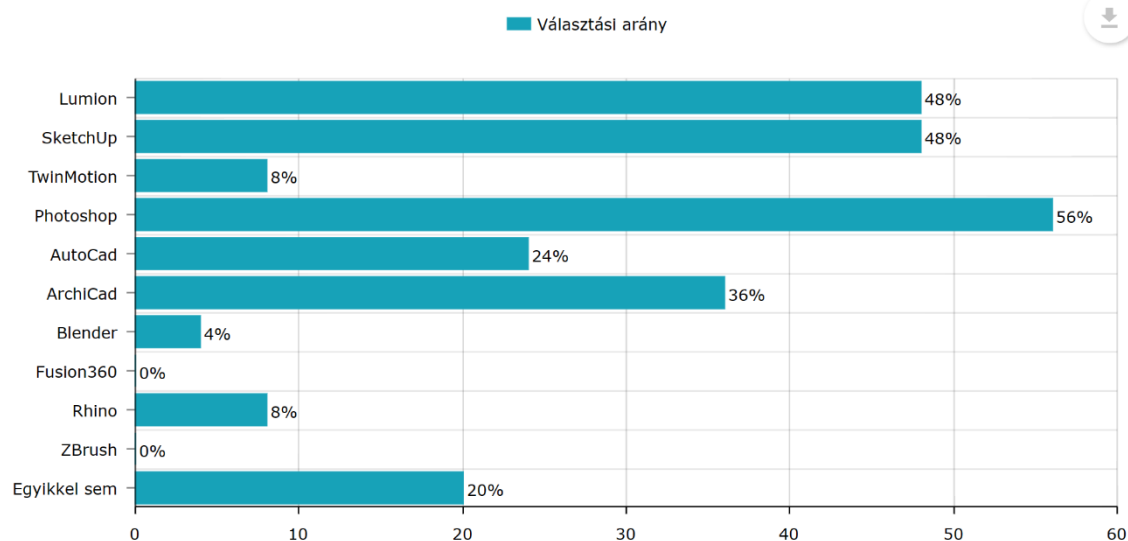
8. Melyik 3D tervezőprogramokat ismeri az alábbiak közül?



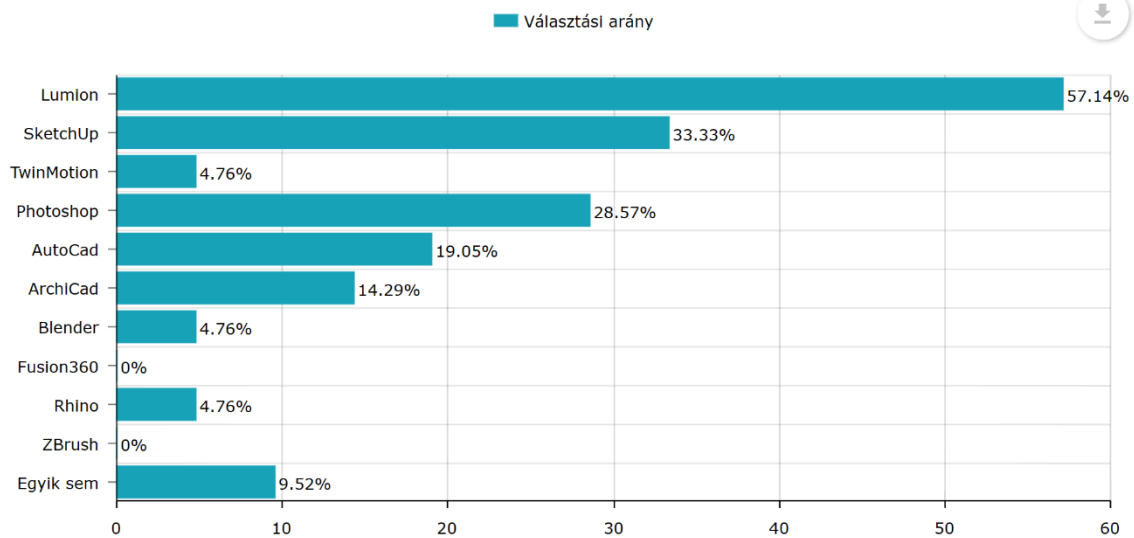
9. Milyen 3D látványtervező programokat használt már Ön, vagy a cége (kollégák, beosztottak)?



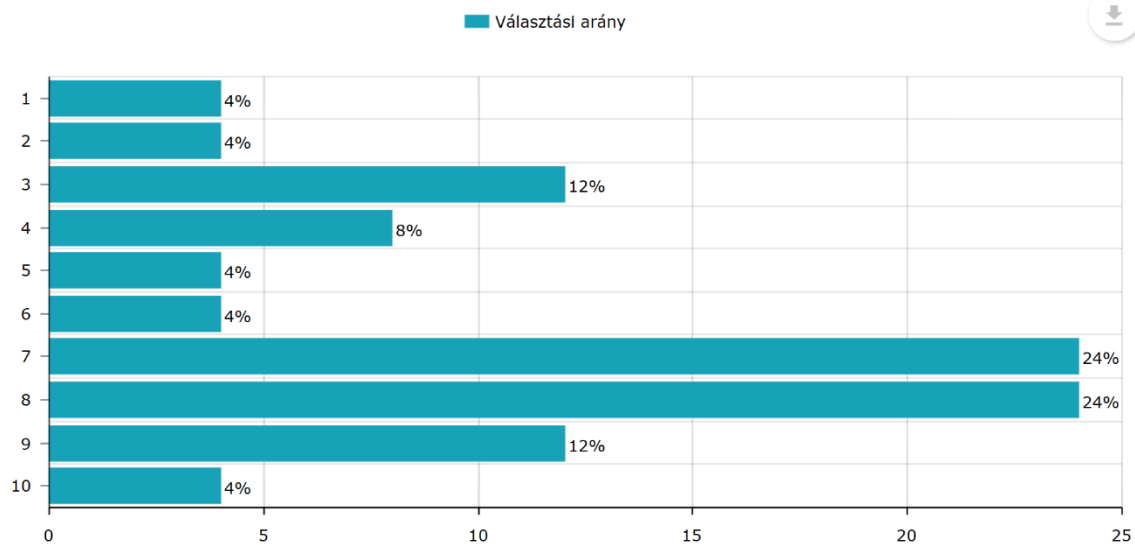
10. Tervezett már valaha 3D látványterveket? Ha igen, milyen programmal?



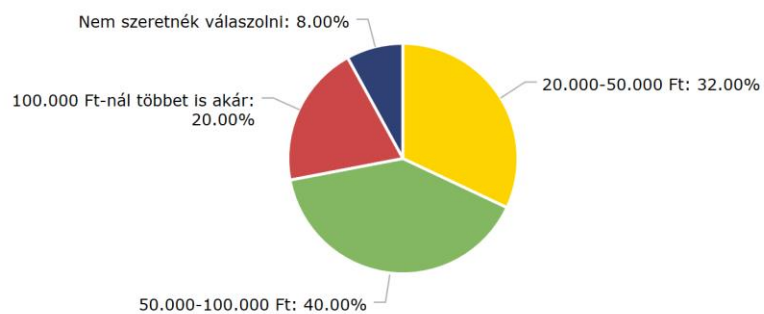
11. Melyek a kedvenc tervező programjai? (Ha ismer ilyet)



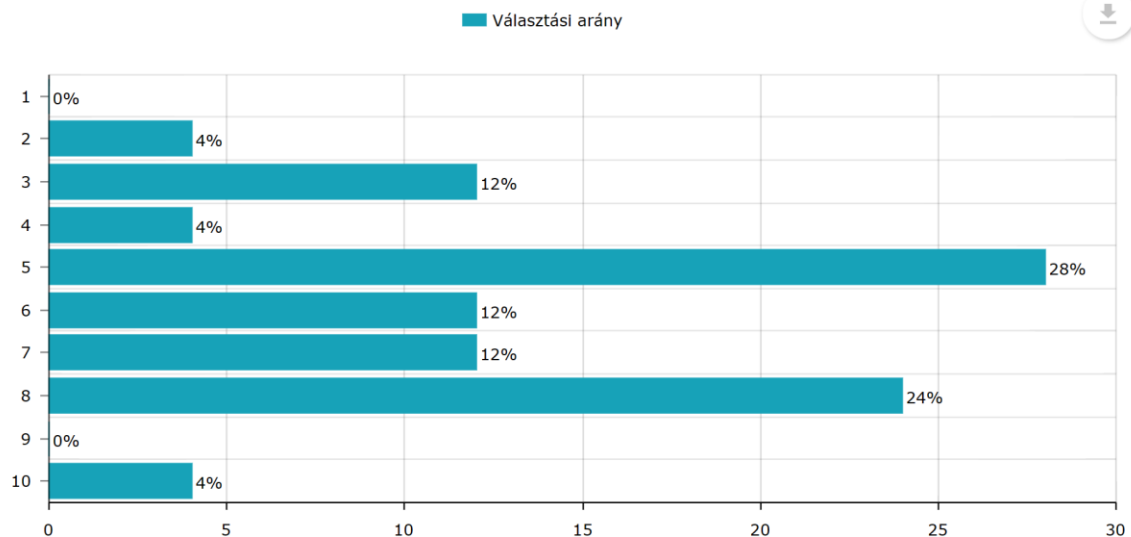
12. Mennyire tartja felhasználóbarátnak a 3D tervezőprogramokat?



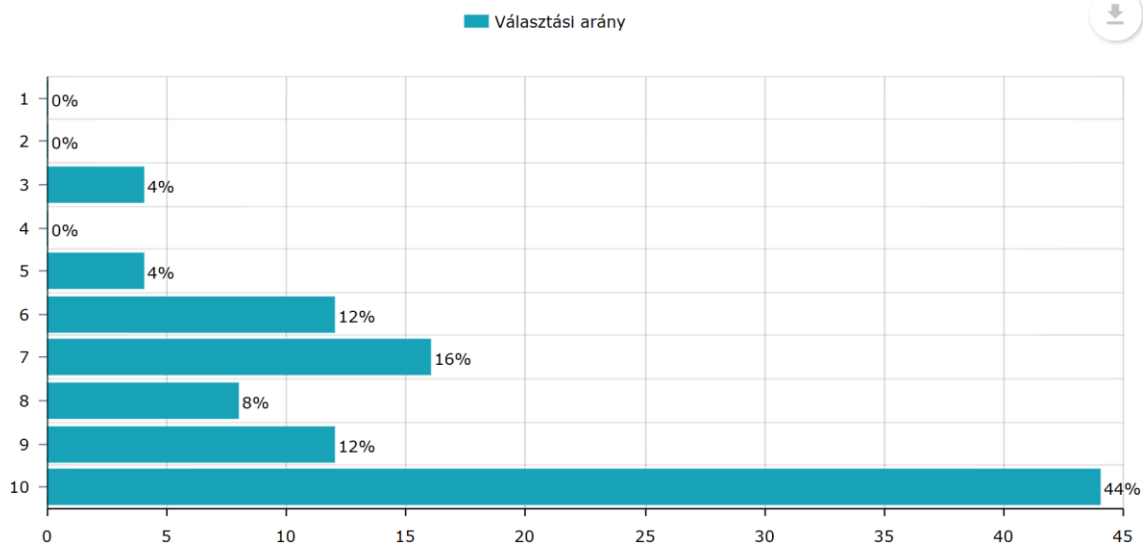
13. Ha Ön lenne a 3D látványtervek megrendelője, mennyi pénzt lenne hajlandó maximum kifizetni az ilyen jellegű tervekért?



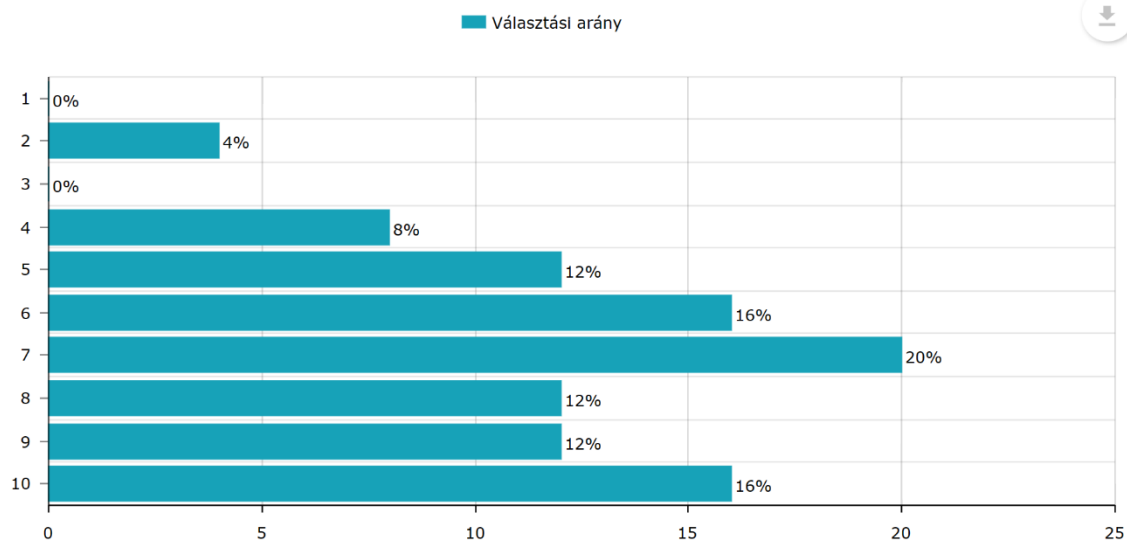
16. Mennyire tartja nehéznek megtanulni a 3D tervezéstegy 1-től 10-es skálán?



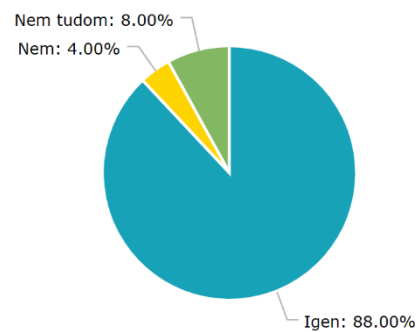
17. Mennyire tartja költségesnek a 3D tervezőprogramokat?



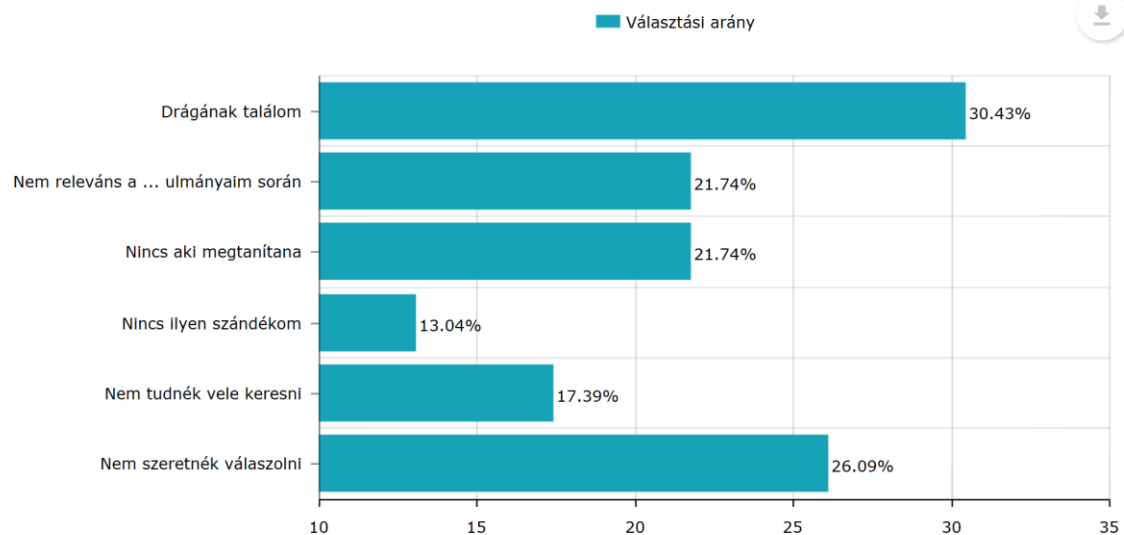
18. Mennyire tartja költségesnek a 3D látványterveket?



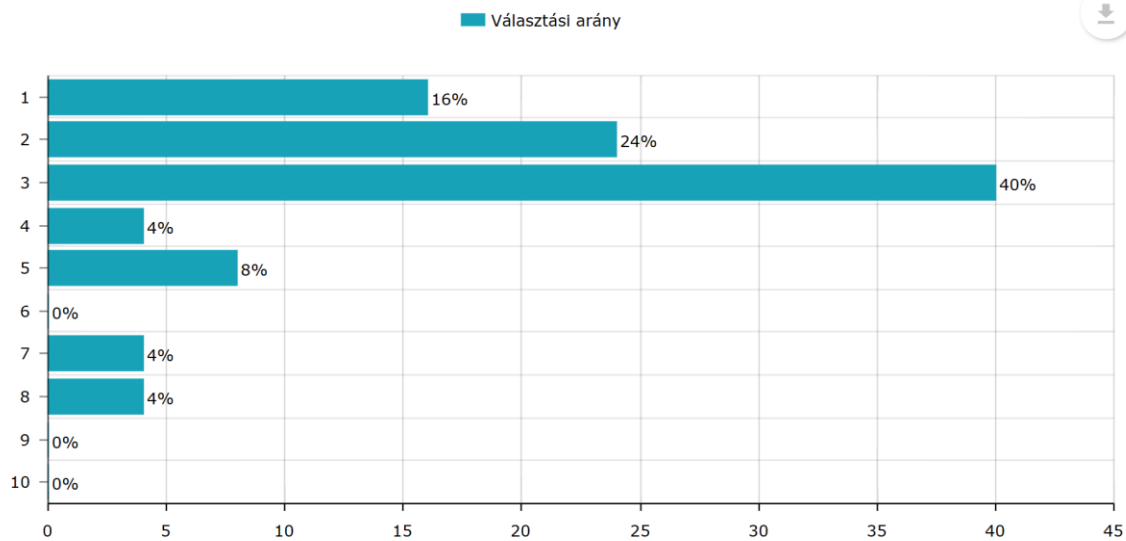
19. Ön szívesen megtanulna 3D látványtervezni?



20. Meggátolja valami a 3D látványtervezés megtanulásában (ha ez szándéka, vagy gondolkozott már rajta)?



21. Mennyire tartja feleslegesnek a 3D látványterveket egy projekt kapcsán egy 1-től 10-es skálán?



22. Ön szerint bizonyos szakterületek egyetemein (tájépítészet, építészet, kerttervezés és kivitelezés) kötelezően kéne oktatni a 3D látványtervezést és vizuális megjelenítést?



1. Melléklet – Kérdőív eredmények (forrás: Limbach Noémi 2024)

Lumion 12 Pro minimális gépigény:

- Internetkapcsolat szükségessége a program használata közben
- Grafikus kártya (GPU), amely 8 000 vagy magasabb G3DMark pontszámot ér el naprakész illesztőprogramokkal, mint például Nvidia GeForce GTX 1060, Quadro K6000, AMD Radeon RX 580 vagy jobb videokártya)
- Grafikus kártya memóriája minimum 6 GB legyen
- Operációs rendszer Windows 10 64-bit (minimum 2004-es verzió, vagy újabb)

- Processzor (CPU) Intel/AMD processzor, amely legalább 2200-es CPUMark pontszámot ér el (például AMD Ryzen 5 1600X, Intel Core i7-4790S, vagy jobb)
- Képernyő felbontása minimum 1920 x 1080 pixel
- Rendszermemória (RAM) minimum 16 GB vagy több
- Merevlemez SATA SSD vagy HDD adattároló
- Legalább 75 GB szabad lemezterület azokon a meghajtókon, ahol a Windows felhasználói fiók és a Dokumentumok mappa található.

2. Melléklet – Lumion program minimális gépigénye (forrás: Limbach Noémi 2024)

Lumion 12 Pro optimális gépigény:

- Internetkapcsolat szükségessége a program használata közben
- Grafikus kártya (GPU), amely 14 000 vagy magasabb G3Dmark pontszámot ér el naprakész illesztőprogramokkal, mint például NVIDIA GeForce RTX3060, NVIDIA Quadro RTX 2000 ADA, AMD Radeon RX 6700 XT vagy jobb videokártya)
- Grafikus kártya memóriája minimum 10 GB legyen
- Operációs rendszer Windows 10 64-bit (minimum 2004-es verzió, vagy újabb)
- Processzor (CPU) Intel/AMD processzor, amely legalább 2600-as CPUMark pontszámot ér el (például AMD Ryzen 5 3600, Intel Core i5-8600, vagy jobb)
- Képernyő felbontása minimum 1920 x 1080 pixel
- Rendszermemória (RAM) minimum 32 GB vagy több
- Merevlemez SATA3 SSD vagy NVME m.2 adattároló
- Legalább 75 GB szabad lemezterület azokon a meghajtókon, ahol a Windows felhasználói fiók és a Dokumentumok mappa található.

3. Melléklet – Lumion program optimális gépigénye (forrás: Limbach Noémi 2024)

3D modellezés egyéb alapfogalmai:

- **Háromszögelés (Triangulation):** A poligonok háromszögekké alakítása, amely lehetővé teszi a modell részleteinek és geometriájának pontosabb kezelését.
- **UV-mappolás (UV Mapping):** A 3D objektum felületének koordináta-rendszerbe történő leképezése, hogy textúrákat lehessen rájuk helyezni.
- **Mesh (Háló):** A modell felépítése, amely tartalmazza a pontokat, éleket és felületeket, és amely meghatározza a modell alakját és szerkezetét. ^[INT6] ^[INT7]

- **Subdivision Surface (Felosztás-felület):** Egy technika, amely simább felületeket hoz létre a modell éleinek és poligonjainak további felosztásával.
- **Extrudálás (Extrusion):** Egy művelet, amely során a kijelölt felületet vagy élt kiterjesztik a térben, lehetővé téve az új formák létrehozását.
- **Bezier görbék (Bezier Curves):** Görbék, amelyeket irányítópontok segítségével definiálnak, és amelyeket gyakran használnak a simább és természetesebb formák létrehozásához.
- **Rigging:** A karaktermodellek mozgásának és animációjának előkészítése, kialakítása és kontrollálása, amely lehetővé teszi a modellek számára, hogy életszerűen mozogjanak és viselkedjenek.
- **Megvilágítás és árnyékolás (Lighting and Shading):** A 3D modell megjelenítésének és atmoszférájának létrehozása fényforrások és árnyékok segítségével, hogy valóságosabbá tegye a vizuális prezentációt.
- **Vertex Normal:** A pontokhoz rendelt irányított vektor, amely meghatározza a pont felületén történő fényvisszaverődés irányát, és így hozzájárul a modell árnyékolásának és textúrázásának pontos megjelenítéséhez. ^{[INT6] [INT7]}
- **Divide (Felosztás):** Egy él vagy felület felosztására szolgál. Az él mentén új szegmenseket hozhatunk létre, amelyeket később tovább szerkeszthetünk.
- **Deformáció:** Az objektum alakjának vagy struktúrájának változtatása, például hajlítás, torzítás vagy tömörítés segítségével. Ezáltal életszerűbb és változatosabb modelleket lehet létrehozni. ^{[INT6] [INT7]}
- **Szkeleton (Skeleton):** Egy hierarchikus struktúra, amelyet a karaktermodellek animációjának kezelésére használnak, lehetővé téve a mozgási csontváz létrehozását és kezelését.
- **Mintázat (Pattern):** Egy olyan geometriai forma, amelyet ismétlődően alkalmaznak egy felületre, például a burkolatok, mozaikok vagy egyéb díszítések létrehozására.
- **Fogalmi Modell (Conceptual Model):** Egy egyszerűbb és kevésbé részletes modell, amelyet előzetes tervezési vagy koncepcionális fázisban használnak, hogy az ötleteket és terveket vizualizálják és kommunikálják. ^{[INT6] [INT7]}
- **Példányozás (Instancing):** Az objektumok vagy csoportok többszörös másolatainak létrehozása anélkül, hogy a valóságbeli tartalmuk megváltozna, ami hatékonyabbá teszi a tömeges reprodukciót és a részletek megjelenítését.

- **UV Deformáció (UV Deformation):** A textúra UV-koordinátáinak elmozdítása vagy deformálása, hogy a textúra megfelelően illeszkedjen a modell felületéhez, különféle textúrázási effektek eléréséhez. [INT6] [INT7]
- **Normal Mapping:** A normal mapping egy technika a textúrázásban, amely lehetővé teszi a részletgazdagabb megjelenést anélkül, hogy növelné a modell geometriáját. Az alacsony felbontású modellek részleteinek térből való kiemelésére szolgál, melyeket a normál térképek tárolnak, így valósághűbb megjelenést eredményezve a modell számára. Ez az eljárás fontos eszköz a részletgazdag modellek készítésekor és a számítógépes grafikában.
- **Edge Loop:** Az élek összessége, amelyek sorozatot alkotnak és átfogják egy 3D modell körvonalát. Az élek hurokszerűen futnak keresztül a modellen, és fontosak a modell topológiájának megőrzése és az élsimítás során. Az élpárok együttese alkotja az élvázat, amely a modell alapját képezi a geometriai manipulációkhoz és a részletes modellezéshez. [INT6] [INT7]
- **Topology:** A topológia az objektum geometriai szerkezetének és elrendezésének leírására szolgáló fogalom. A megfelelő topológia fontos a modell részleteinek és geometriai stabilitásának fenntartásához, valamint a textúrázás és animáció során.
- **Keyframe Animation:** A keyframe animáció olyan módszer, amelyben a mozgás egyes kulcsfontosságú pillanatait rögzítik, majd a szoftver a köztes állapotokat automatikusan generálja. Ez lehetővé teszi a sima és életszerű animációk létrehozását a karakterek és objektumok számára. [INT6] [INT7]
- **Boolean Operations:** A Boolean műveletek olyan eljárások, amelyekkel két vagy több 3D formát lehet összeadni, eltávolítani vagy kivonni egymásból. Ez lehetővé teszi az összetett geometriák létrehozását és formák kombinálását. [INT6] [INT7]
- **Wireframe:** A wireframe egy modell megjelenítési módja, amely csak a modell éleit és csomópontjait jeleníti meg, anélkül hogy a felületekkel rendelkező részleteket mutatná. Ez segíthet a modell geometriájának és struktúrájának jobb megértésében. [INT6] [INT7]
- **Plot Layout:** Olyan építészeti, földmérési, mérnöki és/vagy tájépítészeti terv, rajz vagy diagram, amely egy ingatlan összes főbb jellemzőjét, épületét és építményét bemutatja. Meghatározott léptékben mutatja a szomszédos utakat és a tervezett új épületeket vagy építményeket is. [INT25]
- **Beveling:** A kifejezés a 3D modell tervezésének természetes megjelenésével és kinézetével kapcsolatos. A beveling fokozza a modell természetes megjelenését és

kinézetét a hegyes élek eltávolításával. Ez a folyamat realisztikus megjelenést kölcsönöz a modellnek.

4. Melléklet – Modellezési, renderelési, 3D tervezési fogalmak

SketchUp fontosabb eszközök:

- **A Select Tool (Kiválasztó eszköz):**
 - Lehetővé teszi az objektumok, élek, felületek és csoportok kiválasztását a modellben.
 - Használható egyes elemek vagy több elem egyszerre történő kiválasztására.
- **Line Tool (Vonal eszköz):**
 - Vonalak rajzolására szolgál.
 - Segítségével egyenes vonalakat hozhatunk létre két pont között, ami alapvető a geometriák felépítéséhez.
- **Rectangle Tool (Téglalap eszköz):**
 - Téglalap alakú felületek rajzolására szolgál két pont meghatározásával.
 - Alapvető eszköz a sík felületek létrehozásához.
- **Circle Tool (Kör eszköz):**
 - Körök rajzolására használható.
 - A középpont és a sugár meghatározásával hoz létre kör alakú felületeket.
- **Arc Tool (Ív eszköz):**
 - Ívek rajzolására szolgál.
 - Különböző típusú ívek hozhatók létre, mint például két pont közötti ív, hárompontos ív, vagy középpontos ív.
- **Push/Pull Tool (Tolás/Húzás eszköz):**
 - Lehetővé teszi a sík felületek *extrudálását vagy bevonását, így 3D objektumokat hozhatunk létre 2D felületekből.
- **Move Tool (Mozgatás eszköz):**
 - Objektumok, élek és felületek mozgatására szolgál a modellben.
 - Lehetővé teszi az elemek áthelyezését, eltolását vagy forgatását.
- **Rotate Tool (Forgatás eszköz):**
 - Objektumok forgatására szolgál egy kijelölt tengely körül.
 - Alapvető eszköz az elemek térbeli igazításához.
- **Scale Tool (Méretarány eszköz):**

- Objektumok méretének növelésére vagy csökkentésére szolgál.
- Lehetőség van az elemek arányos vagy aránytalan méretezésére is.
- **Follow Me Tool (Követés eszköz):**
 - Egy kiválasztott profil követésével hoz létre komplex 3D formákat egy meghatározott útvonal mentén.
- **Offset Tool (Eltolás eszköz):**
 - Lehetővé teszi a sík felületek belső vagy külső eltolását, ezzel párhuzamos formák létrehozását.
 - Lehetőséget nyújt a formák arányos duplikálására.
- **Paint bucket Tool (Festékesvödör eszköz):**
 - Színek és anyagok alkalmazására szolgál a felületeken.
 - Lehetővé teszi a textúrák és anyagok egyszerű hozzárendelését a modellekhez.
- **Tape measure Tool (Mérőszalag eszköz):**
 - Távolságok mérésére és segédvonalak létrehozására szolgál.
 - Hasznos a pontos modellezéshez és méretezéshez.
- **Dimension Tool (Méretvonal eszköz):**
 - Méretvonalak és mérések hozzáadására szolgál a modellhez.
 - Segít a pontos méretek vizualizálásában.
- **Text Tool (Szöveg eszköz):**
 - Szöveges megjegyzések és címkék hozzáadására szolgál a modellben.
 - Hasznos a modellek részleteinek magyarázatához.

5. Melléklet – SketchUp program eszköztára, ikonjai (forrás: Limbach Noémi 2024, sketchup.com)

SketchUp modell Lumion programba való importálása

1. **Mentés SketchUp-ban:** Először is elmentettem a SketchUp projektet .skp formátumban. Ez az alapvető fájltypus a SketchUpban.
2. **Indítás Lumionban:** Elindítottam a Lumion szoftvert a számítógépen. Ez csak stabil internetkapcsolat mellett lehetséges.
3. **Importálás a Lumionba:** A Lumionban megkerestem az „Import” vagy „Import Models” lehetőséget. Ez a főmenüben található.
4. **Keresés és kiválasztás:** Tallóztam a SketchUp projektet tartalmazó mappát, majd kiválasztottam az .skp fájlt, amelyet importáltam.

5. **Beállítások:** Lehetőségem van beállítani különböző opciókat, például a modell minőségét vagy a méretét, vagy a Lumion háttérét. Itt kiválasztottam a megfelelő beállításokat.
6. **Beillesztés a Lumion projekthez:** Miután importáltam a SketchUp modellt, azt elhelyeztem térben a Lumion projektjében. Ehhez egyszerűen behúztam³ a modellt a kívánt helyre a Lumionban.

6. Melléklet – SketchUp importálása Lumionba (forrás: Limbach Noémi 2024)

Lumion LiveSync Plugin használata:

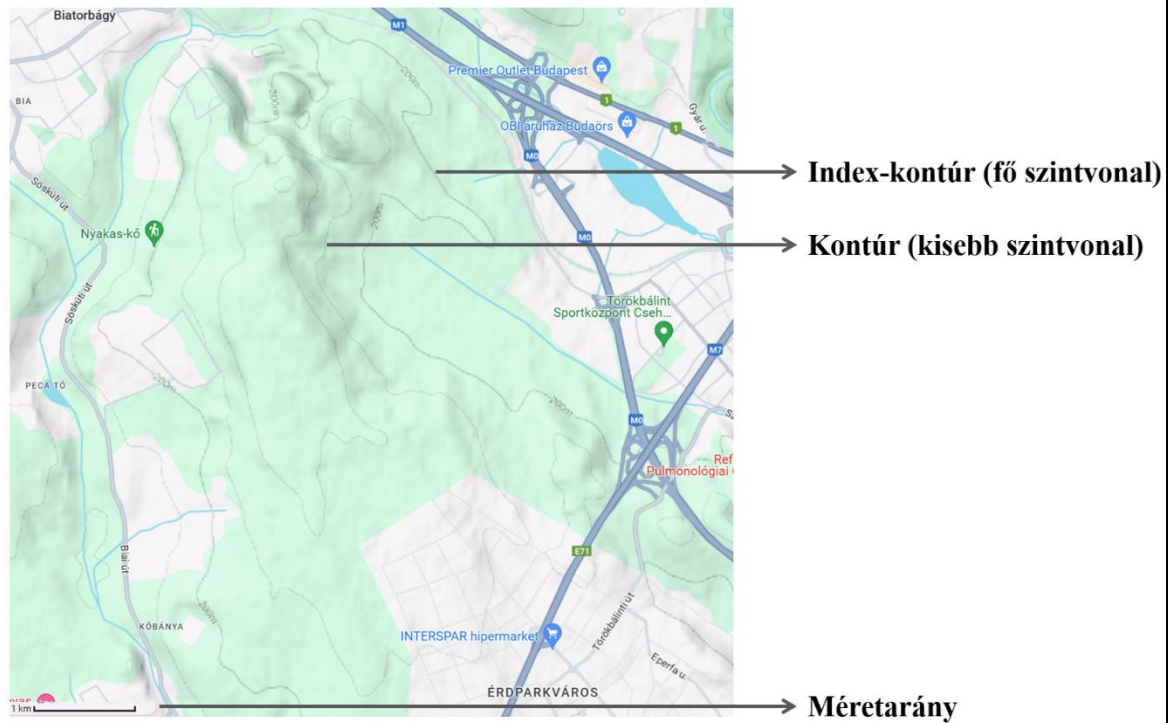
- **Plugin telepítése:** Először is telepítenem kellett a Lumion LiveSync Plugint a SketchUp-ba. A plugin letöltési oldaláról vagy a Lumion weboldaláról volt letölthető.
- **Indítás Lumionban és SketchUp-ban:** Egyidejűleg nyitva volt mind a Lumion, mind a SketchUp szoftver a számítógépen.
- **Kapcsolat létesítése:** A Lumionban a modell importálása után automatikusan működik, amint a SketchUpban az „Extensions” vagy „Plugin” menüpontot felnyitottam, majd kiválasztottam a „Lumion LiveSync” opciót.
- **Modellezés SketchUp-ban:** Miután kapcsolatot létesítettem a két szoftver között, a modellezést a SketchUp-ban folytattam. Bármilyen változás, amit itt végrehajtok, automatikusan frissülni fog a Lumionban.
- **Valós idejű szinkronizáció:** Amint elvégeztem a változtatásokat a SketchUp-ban, azok automatikusan megjelentek a Lumionban is. Így valós idejű visszajelzést kaphattam a tervezési döntéseinkről, anélkül, hogy manuálisan importálnom kellett volna többször is a modellt.

7. Melléklet – Valós idejű szerkesztés bővítmény használata (forrás: Limbach Noémi 2024)

20 méteres Google Maps szintovalas 2D térképből 5 méteres szintvonalakkal ellátott domborzatmodell készítése

Szintvonalak elemzése

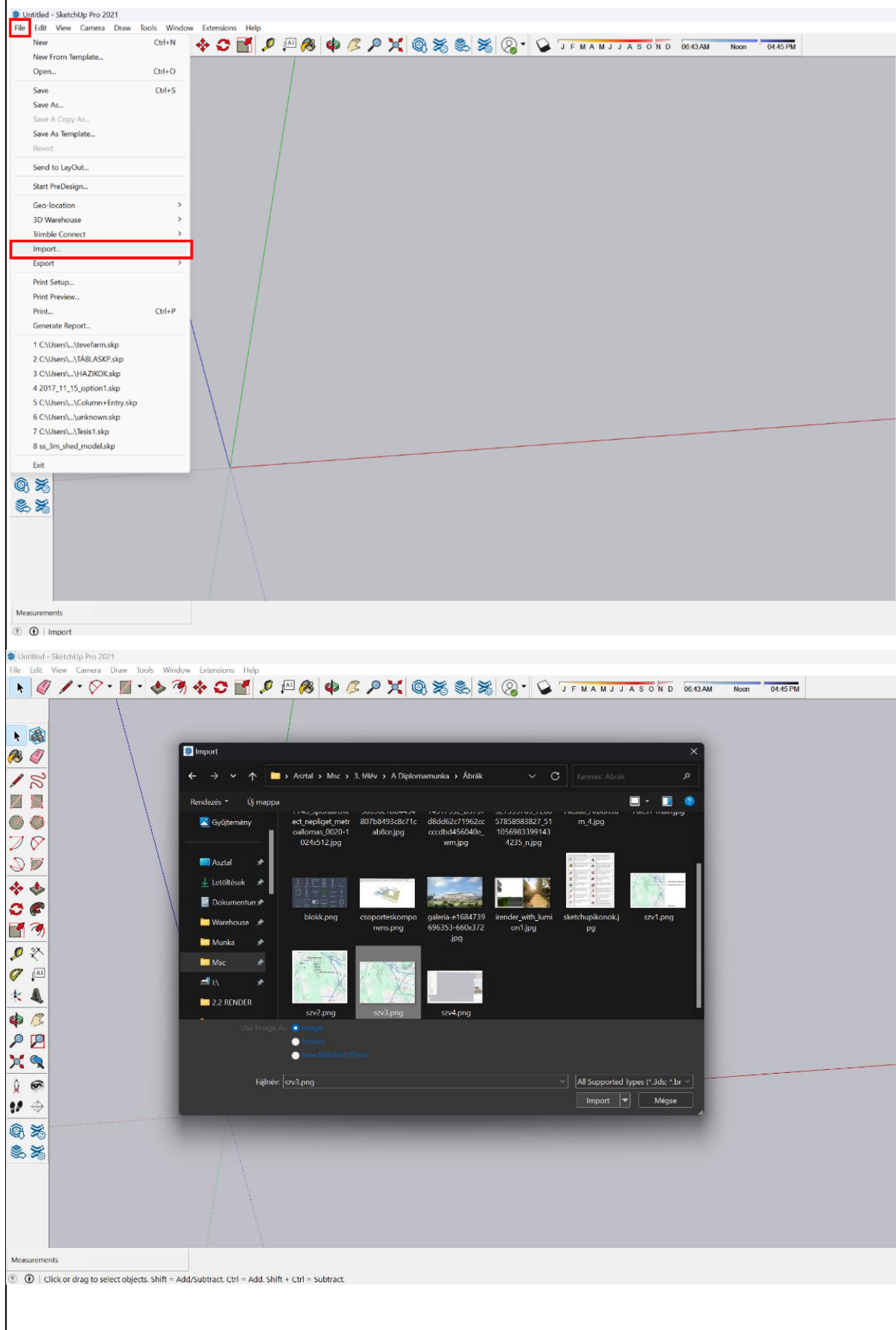
A modellezési folyamat megkezdése előtt fontos a topográfiai térkép szintvonal-intervallumának elemzése. Az alábbiakban egy rövid útmutatót ismertetek a topográfiai térképek értelmezéséhez.



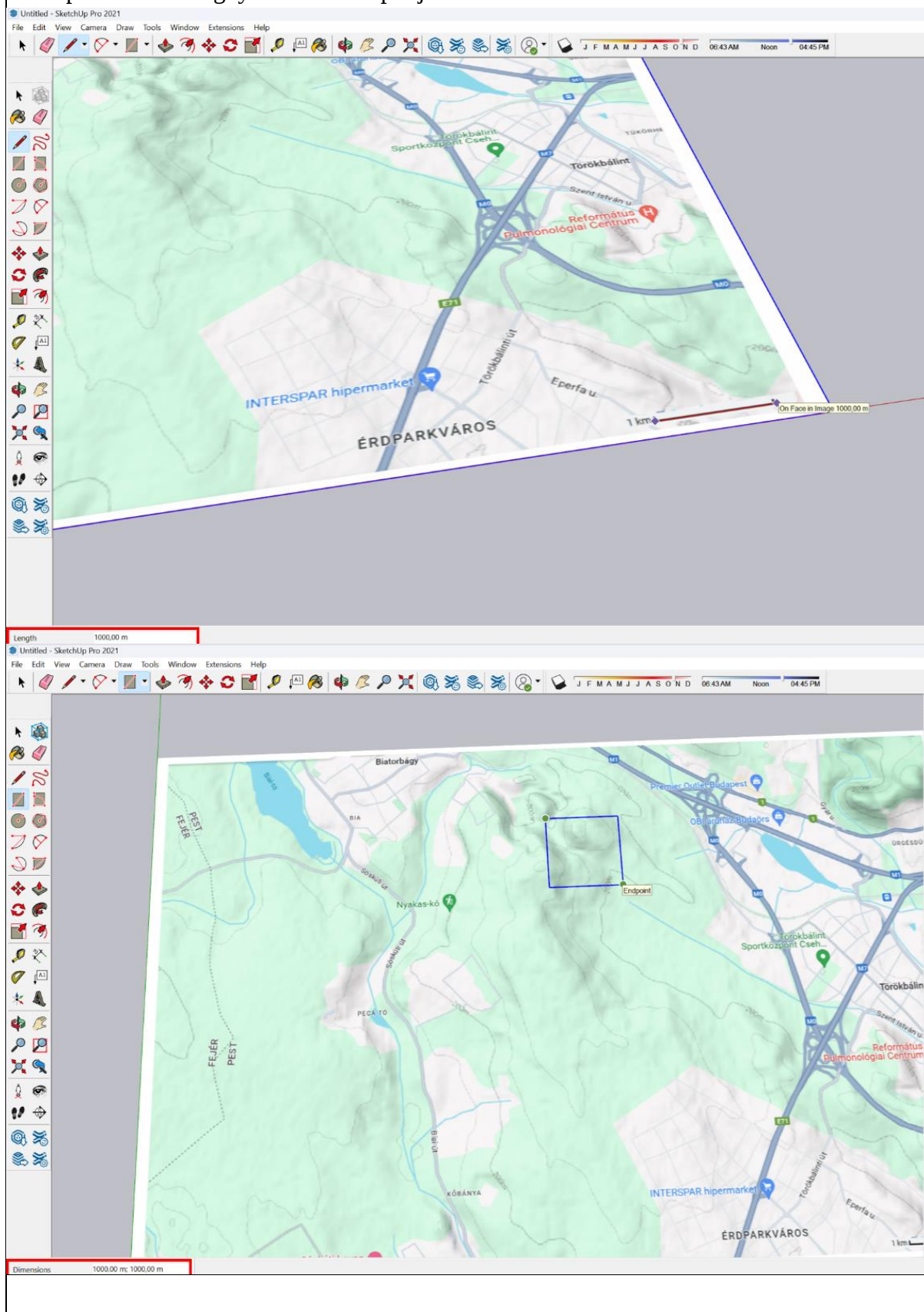


A szintvonalak meghatározásához egy viszonyítási vonalra van szükség, ahonnan el lehet indulni. Ez a viszonyítási vonal egy index-kontúr (fő kontúrvonal). A térképen az index egy olyan vonal, amely vastagabb, sötétebb kontúrvonal, és érték van ráírva. Az index-vonalra írt érték a magasságot jelöli. A kisebb kontúrvonalak magassági értékei az index kontúrok közötti számlálási folyamat révén határozhatók meg. Például, ha az első index kontúrvonal értéke 100 m, a második index kontúré pedig 200 m, akkor a két index kontúrvonal közötti kisebb kontúrvonalak értékei 120 m, 140 m, 160 m és 180 m lesznek. Így a vonalak közötti érték 20 méter.

3D Domborzatmodell készítése SketchUp Pro alapján

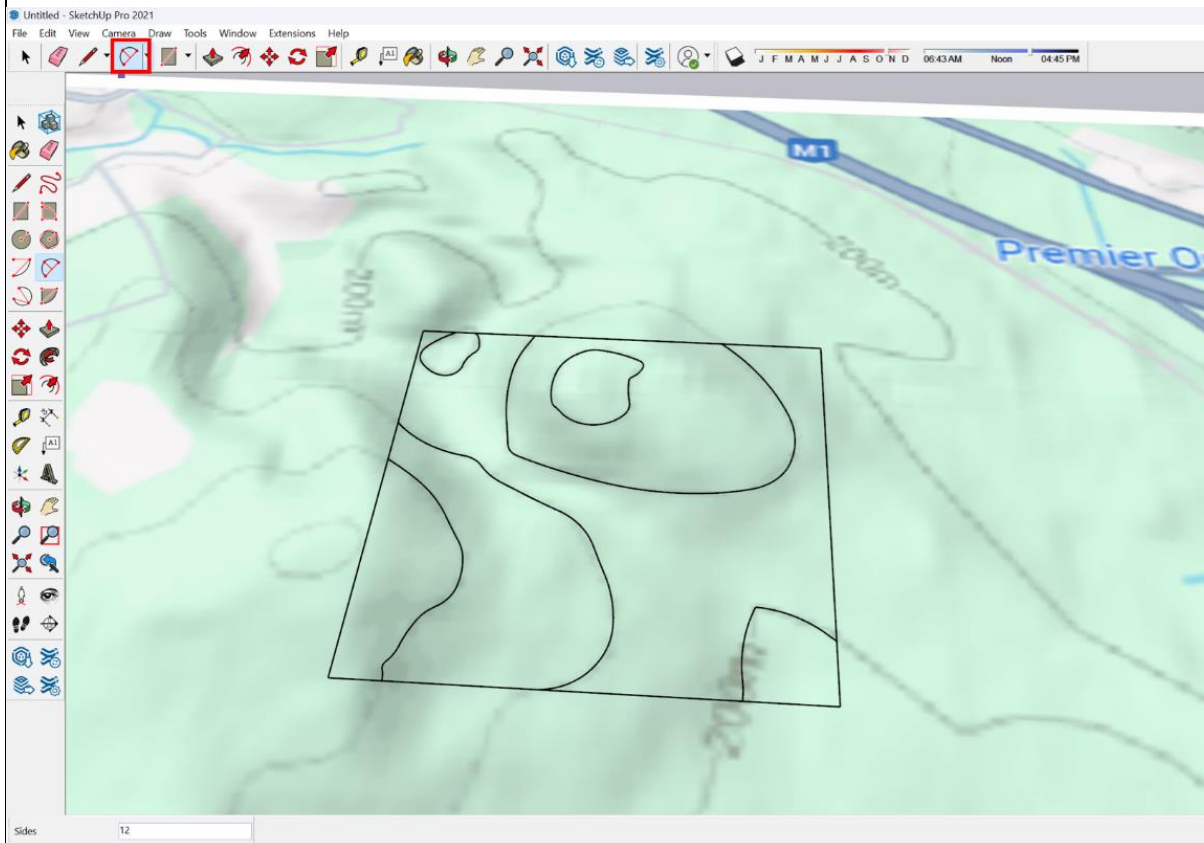


Első lépésként rákattintottam a 'File' fülre, majd a legördülő opciók közül kiválasztottam az 'Import'-ot. Ezután kiválasztottam a kívánt képernyőképet a domborzatmodellről és beimportáltam a megnyitott SketchUp fájlba.



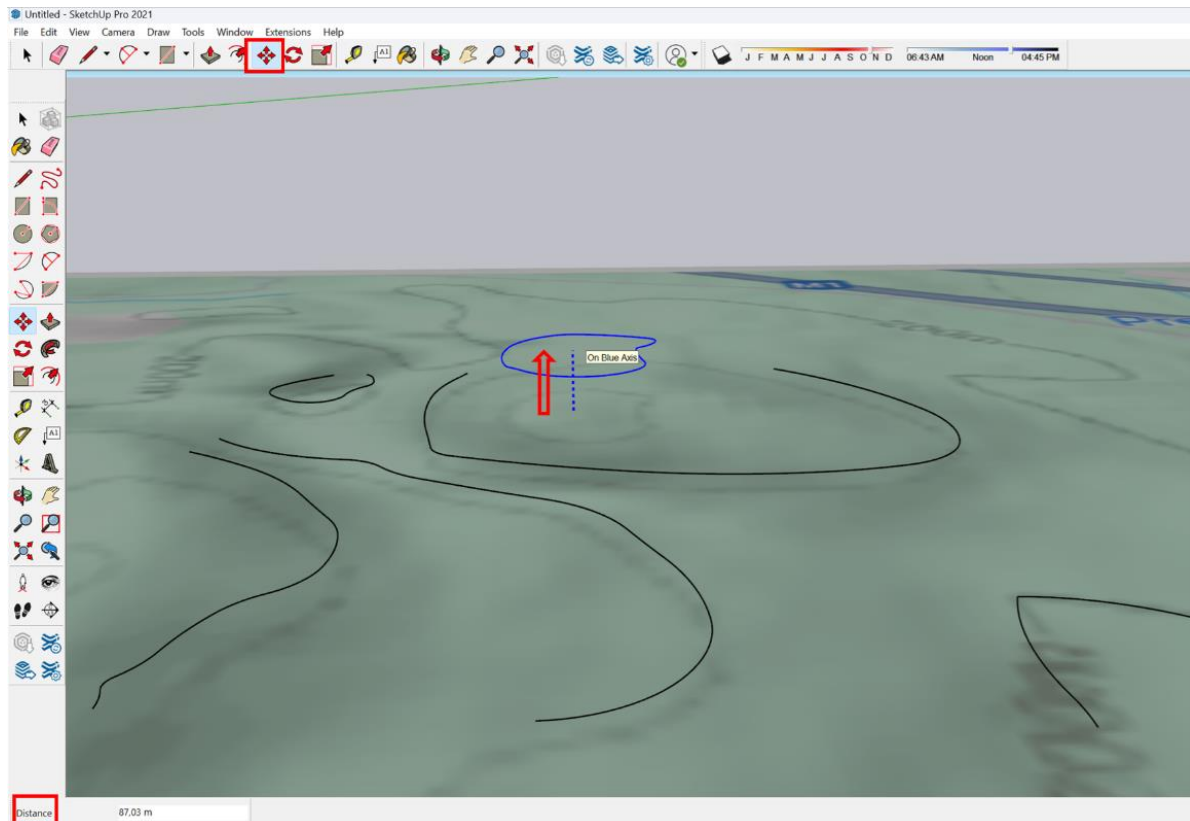
Ezek után egyeztettem a méreteket, hogy méretarányos modellel dolgozhassak. A léptékléc 1 km-t mutat, húztam egy vonalat a SketchUp segítségével, majd összeegyeztettem ezzel az értékkel.

A 'Rectangle' Tool-t kiválasztva készítettem egy 1000 x 1000 méteres, üres négyzetet a választott terület modellezni kívánt területéről.

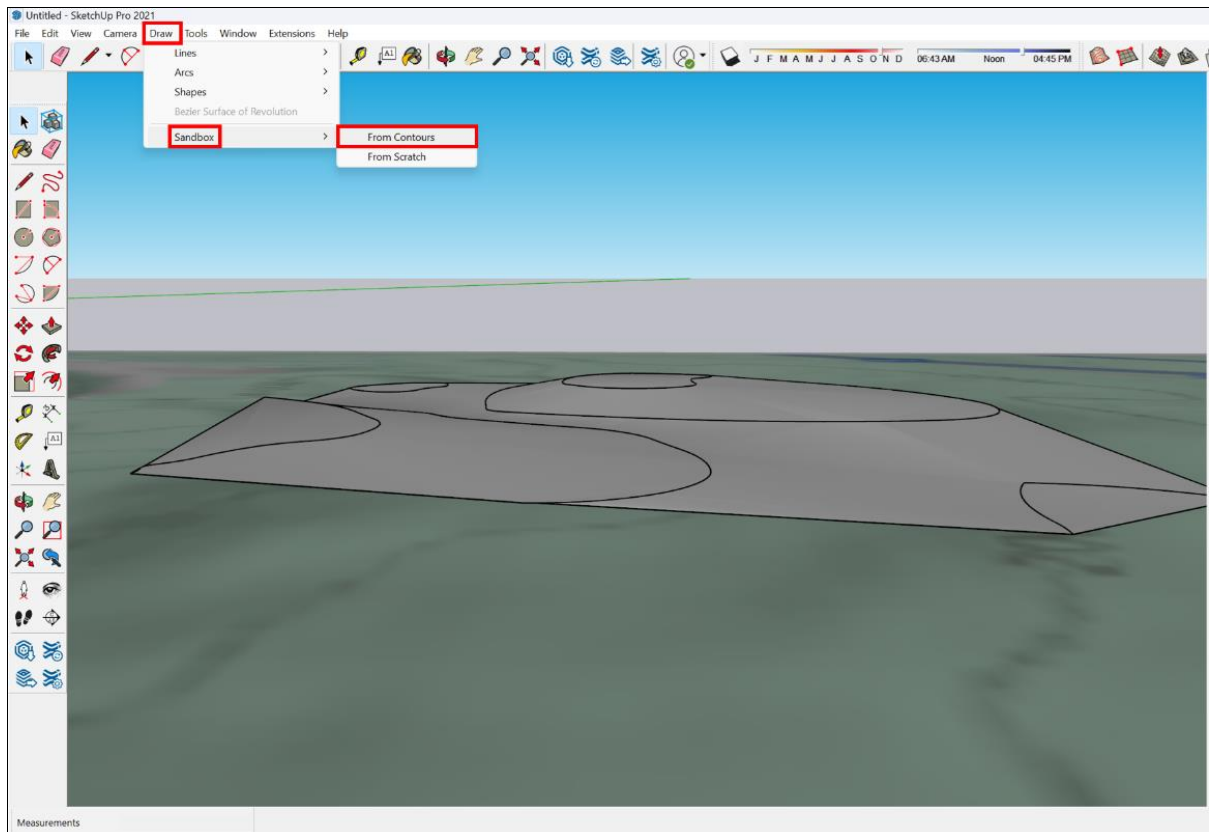


A négyzetben lévő szintvonalakat körülrajoltam az 'Arcs Tool' segítségével. Amikor felületet hoz létre a program a szintvonalak rajzolásakor, azokat töröltem (kijelöléssel, 'Del' gombbal).

Amint végeztem a szintvonalak rajzolásával, rendeltem hozzájuk magasságot. A legalacsonyabb szintvonalamon kívül növekvő sorrendben adtam +20 métert mindhez. A 'Move Tool' segítségével kijelöltem a kívánt szintvonalat/szintvonalakat, majd a felfele mutató nyíl és a Ctrl megnyomása után beírtam az értéket, majd 'Enter'-t nyomtam.

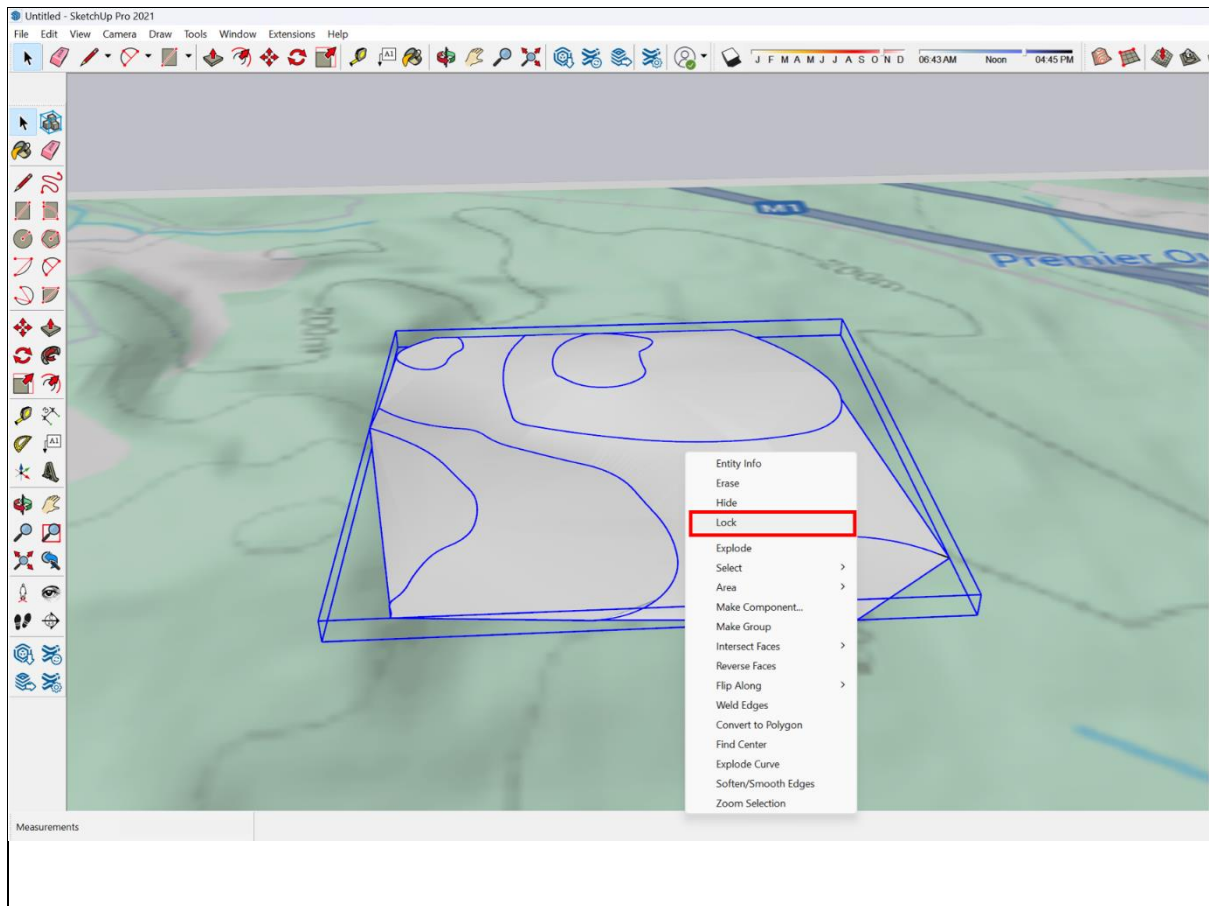


Kijelöltem a pontos magasságokkal rendelkező szintvonalakat, majd a 'Draw' fül alatt lévő 'Sandbox'-ra irányítva a kurzort kiválasztottam a 'From Contours' opciót. Ez egy méretarányos modellt készített a választott 1000 m² négyzeten belül lévő térképrészletről.

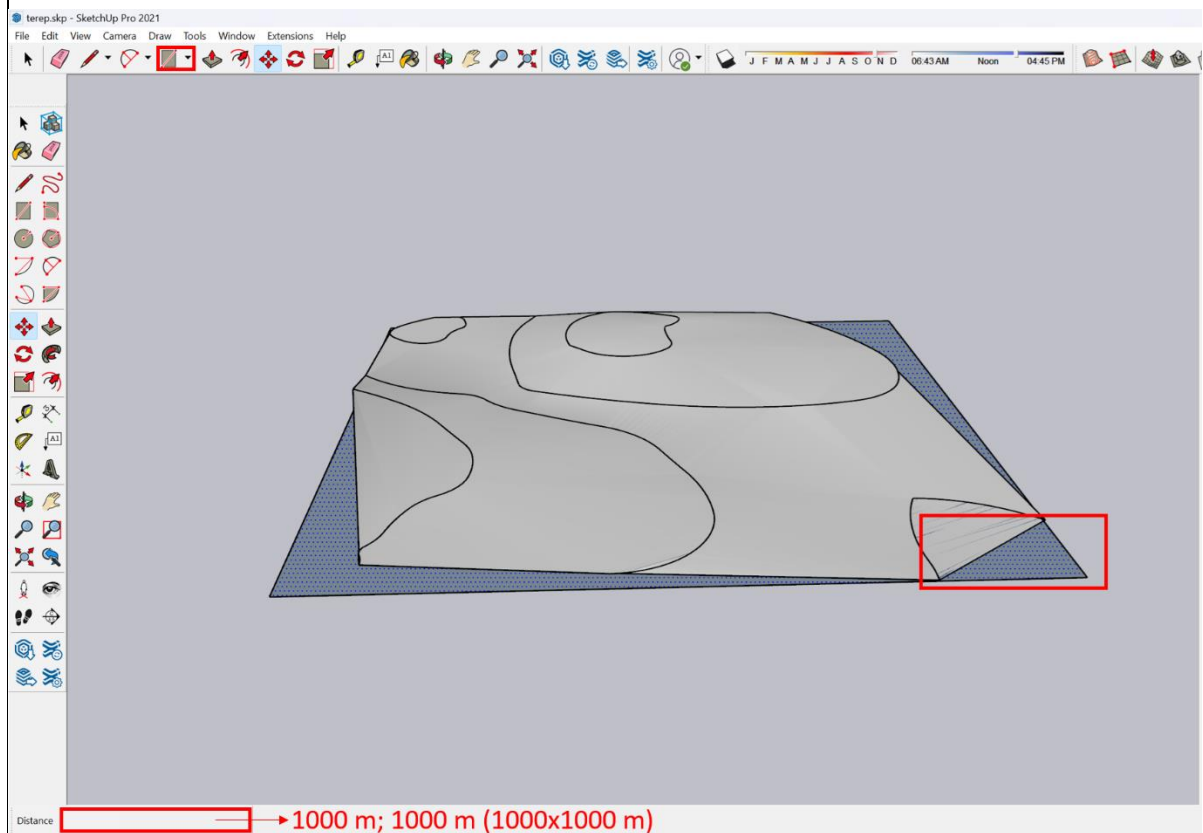


A továbbiakban a 3D-s modell terepének kontúrintervallumát 20 méterről (Google térkép kontúr referenciája) 5 méteres kontúrintervallumra állítom.

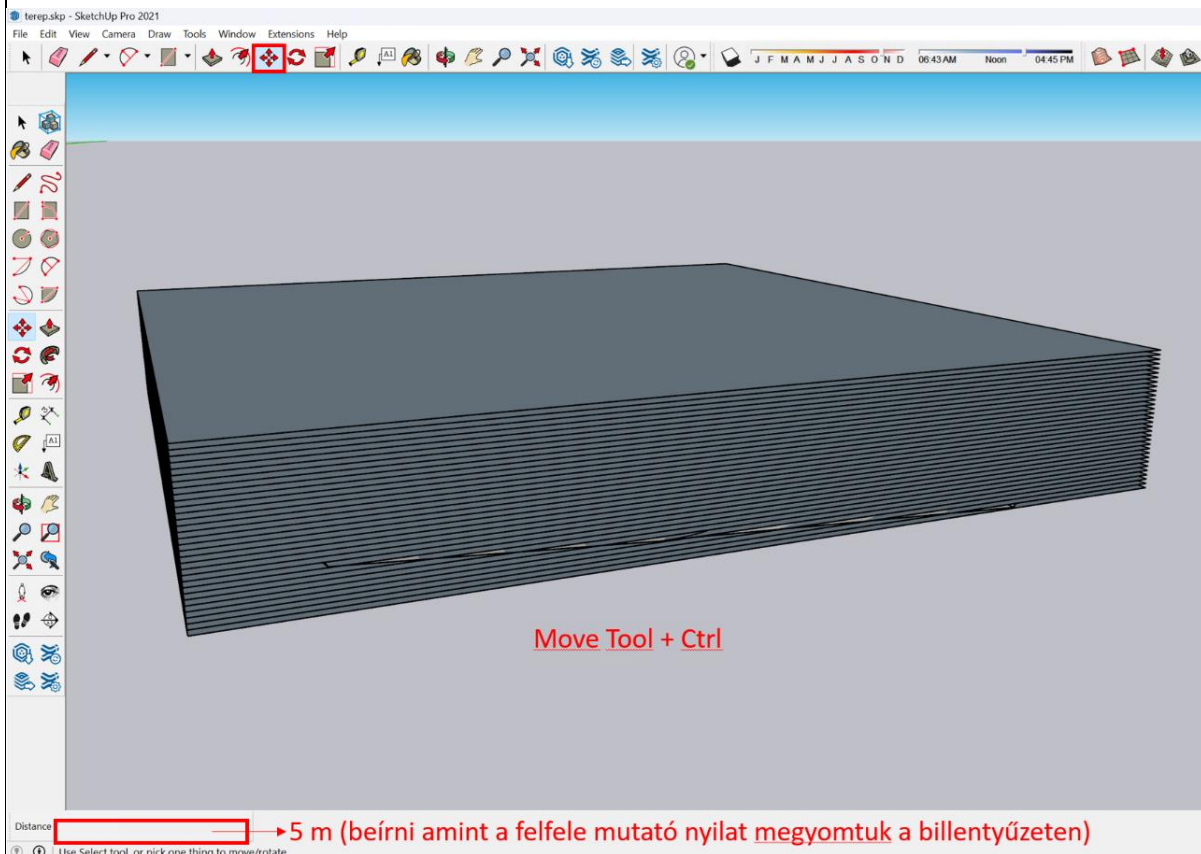
Első lépésben rögzítettem a csoportosított terepmodellt és a csoportosított indexkontúrvonalakat (kijelöltem a modellt, jobb egérrel rákattintottam, kiválasztottam a 'Group' lehetőséget a csoportosításhoz). Majd kijelöltem a már csoportosított modellt, rákattintottam jobb gombbal, majd kiválasztottam a 'Lock' lehetőséget.



Ezek után létrehoztam egy 1000 x 1000 méteres négyszöget, aminek felületét a legalacsonyabb ponthoz illesztettem. Ez ahhoz szükséges, hogy több szintvonalat kaphassunk a későbbiekben.

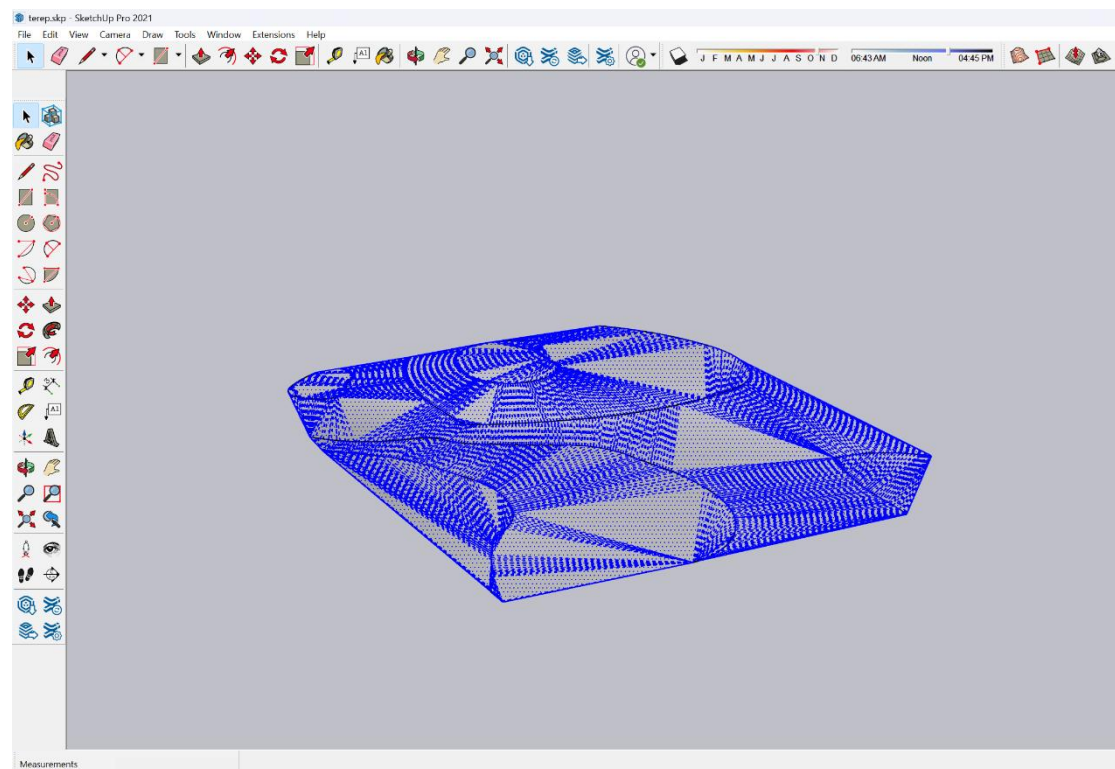
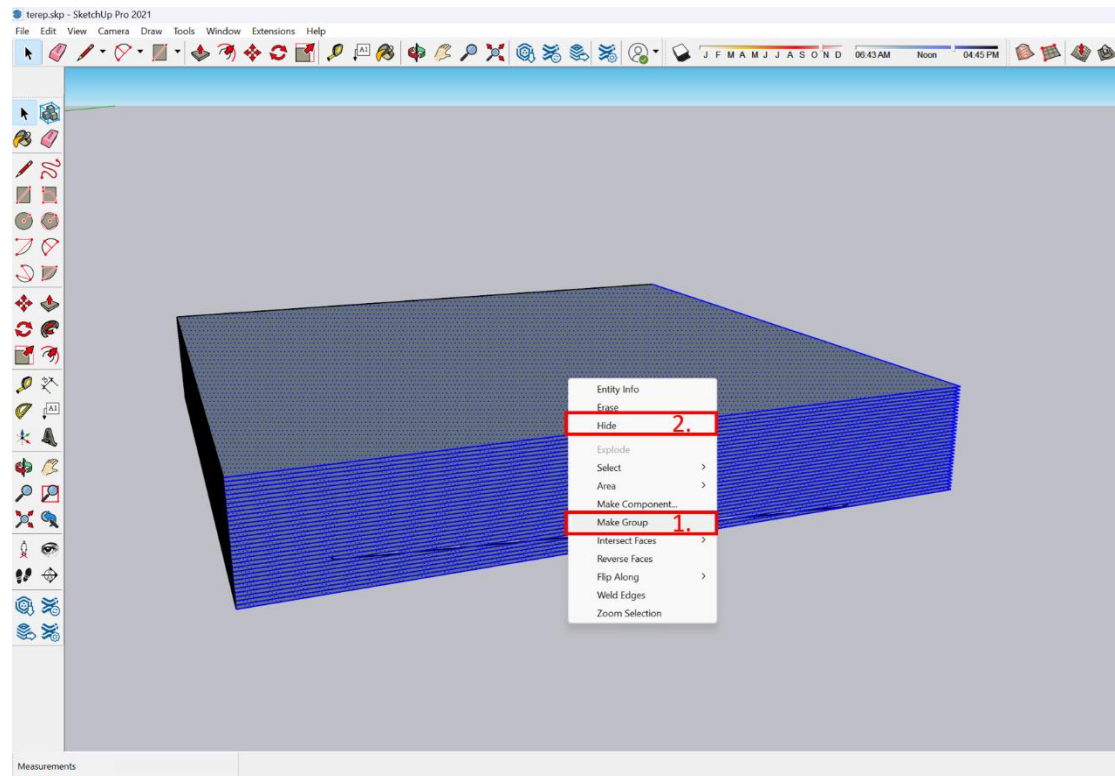


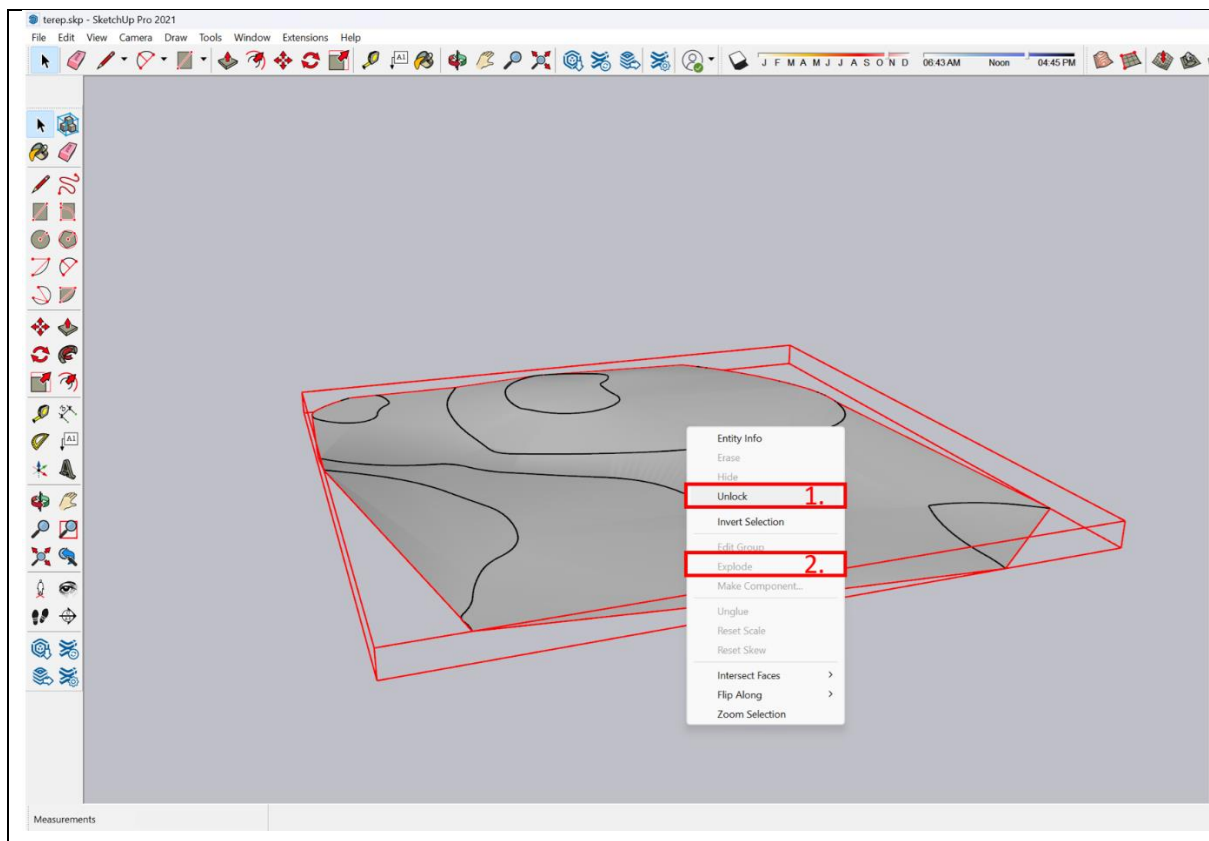
A következő lépésben ezt a négyszög alakú formát fogom megsokszorozni. Annyi példányt készítettem a síkból, amíg az egész terepmodellt be nem fedte. Ehhez kijelöltem a síkot, majd rákattintottam a 'Move Tool'-ra, majd Ctrl billentyű. Ezek után megnyomtam a felfele mutató nyilat (a billentyűzeten), majd felhúztam a kiválasztott síkot függőlegesen a kurzor segítségével (ez rögzítve van a kék tengelyhez). Beírtam a magassági értéket (ebben az esetben 5 méter a 'Distance' eszköztáron) és megnyomtam az 'Enter' billentyűt.



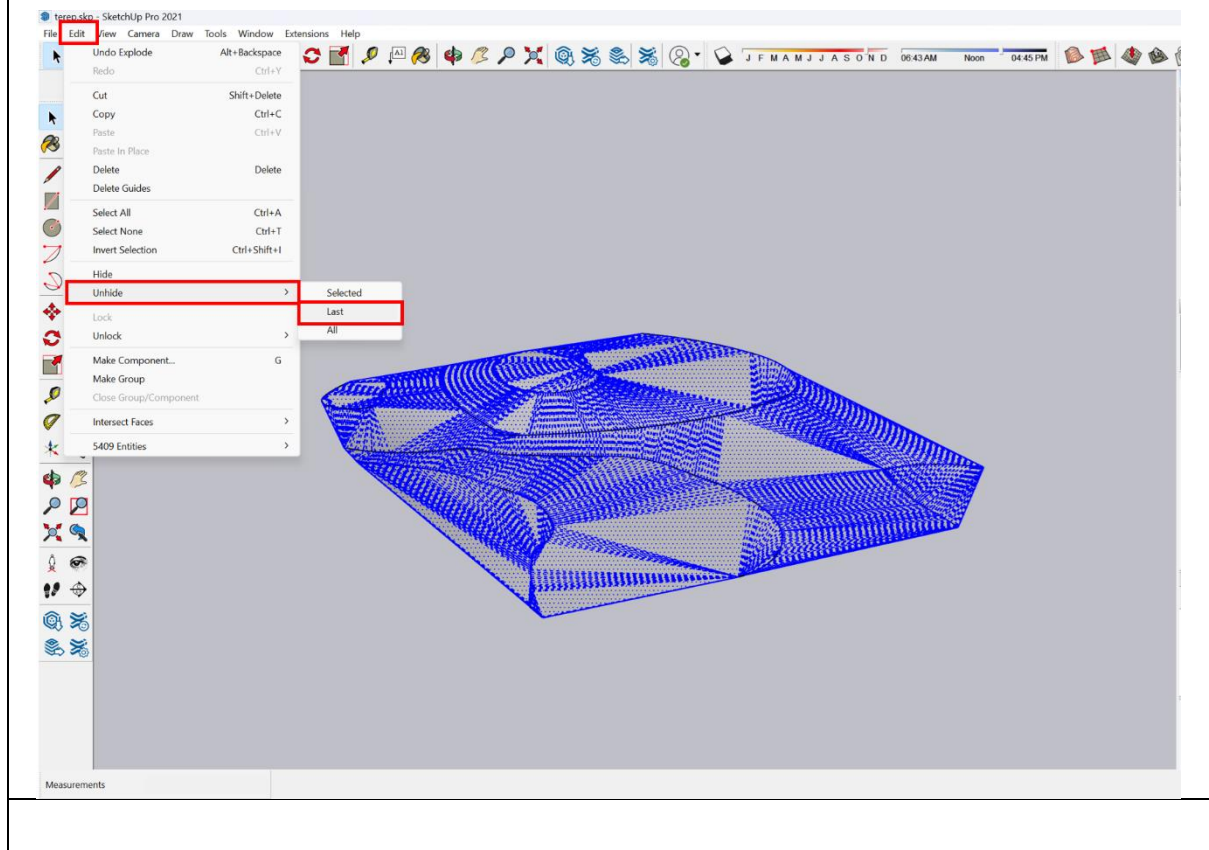
Ezek után beírtam a 'Distance' eszköztárnál azt a számot, ahányszor duplikáltam a felületet, hogy az körülbelül befedje a modellt és hozzá írtam egy 'x'-et. Ebben az esetben ez egy viszonylag sík terület, így elég volt azt beírni, hogy 30x (30 db).

A továbbiakban csoportot képeztem az új, kijelölt felületekből (jobb kattintás és 'Group') és elrejtettem őket (jobb kattintás és 'Hide').

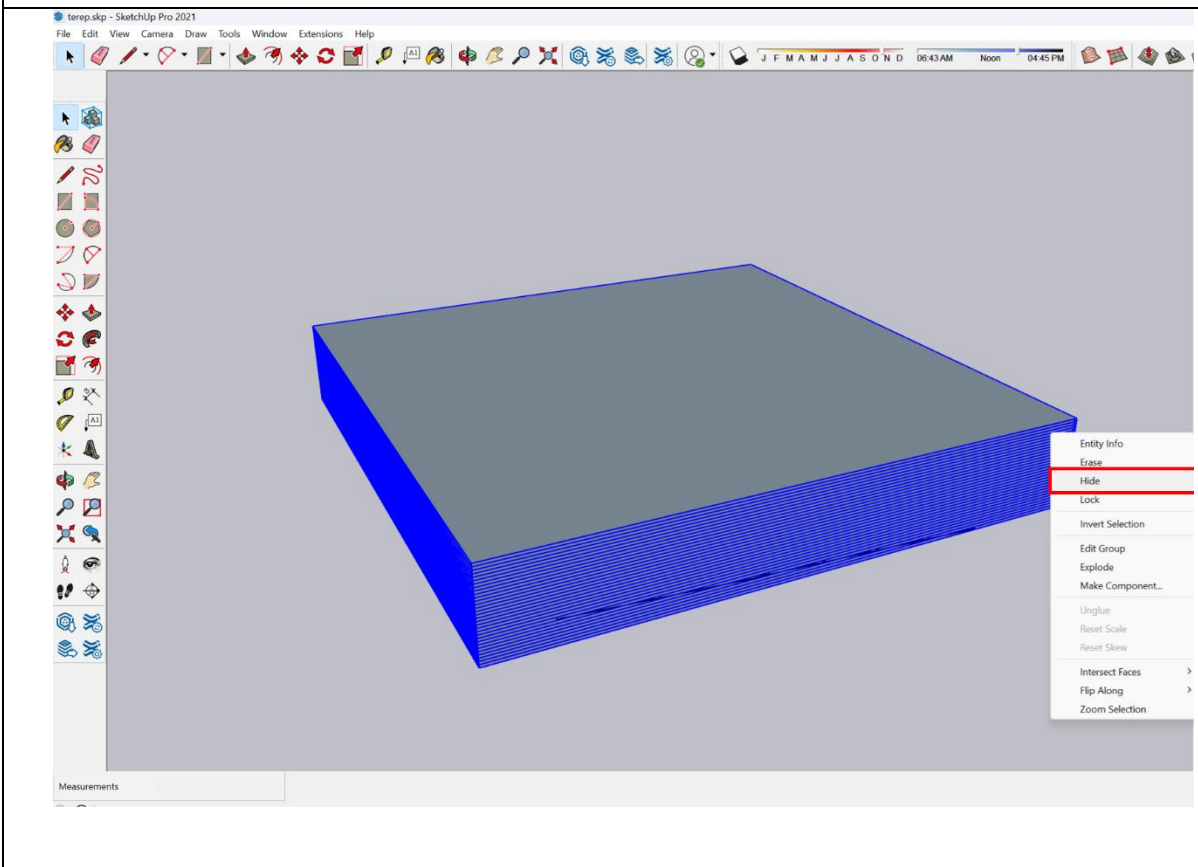
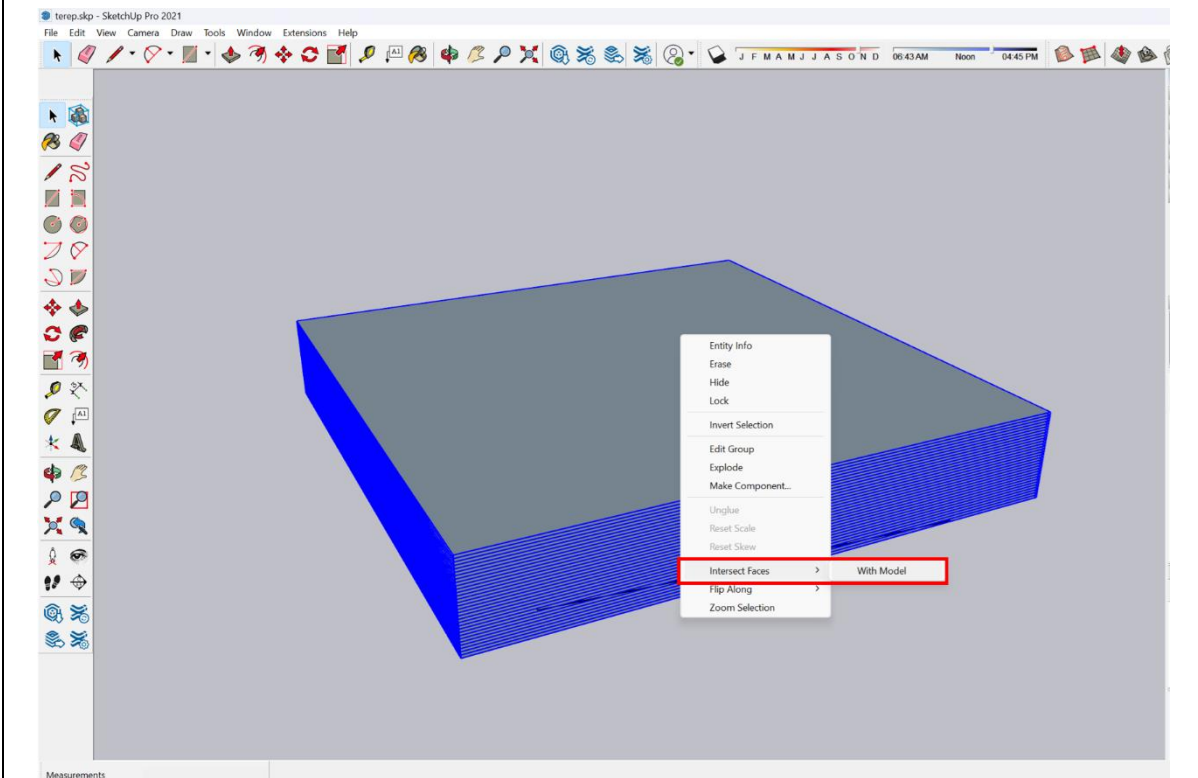




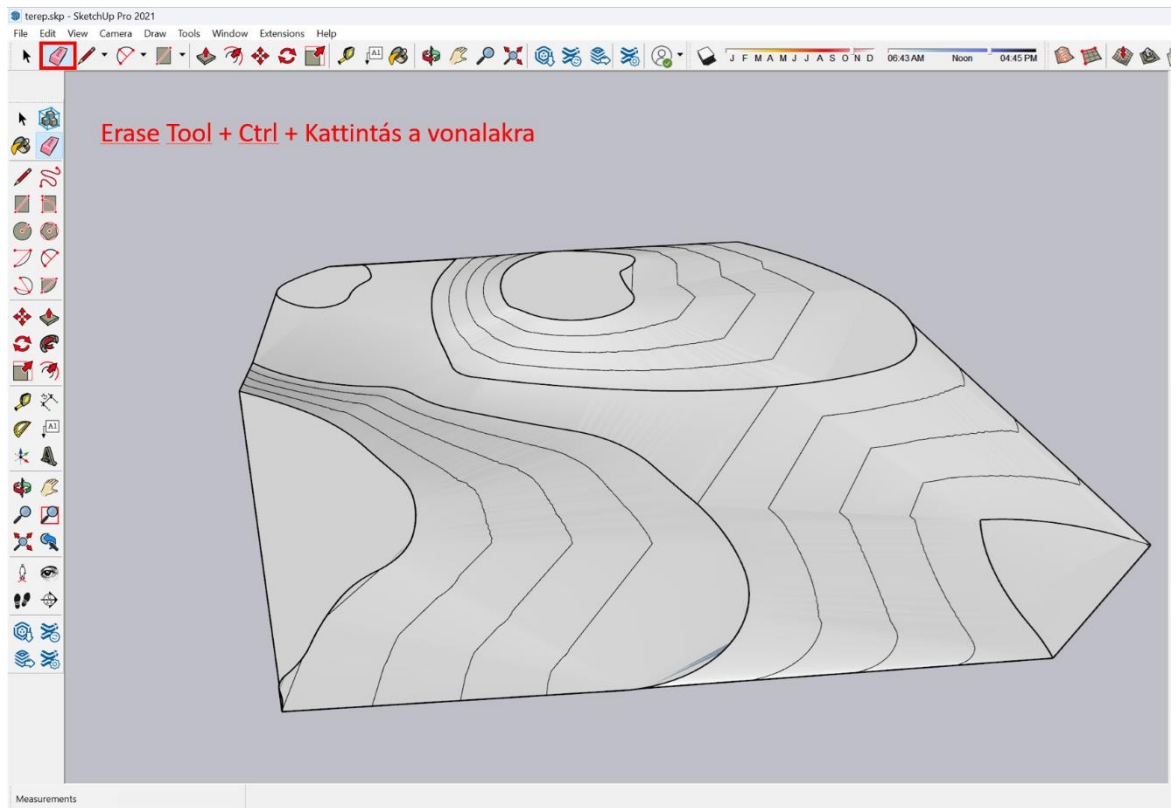
Az idáig zárolt ('Locked') modellről feloldottam a zárolást az 'Unlock'-ra kattintva, majd szétválasztottam elemeire a modellt az 'Explode' segítségével.



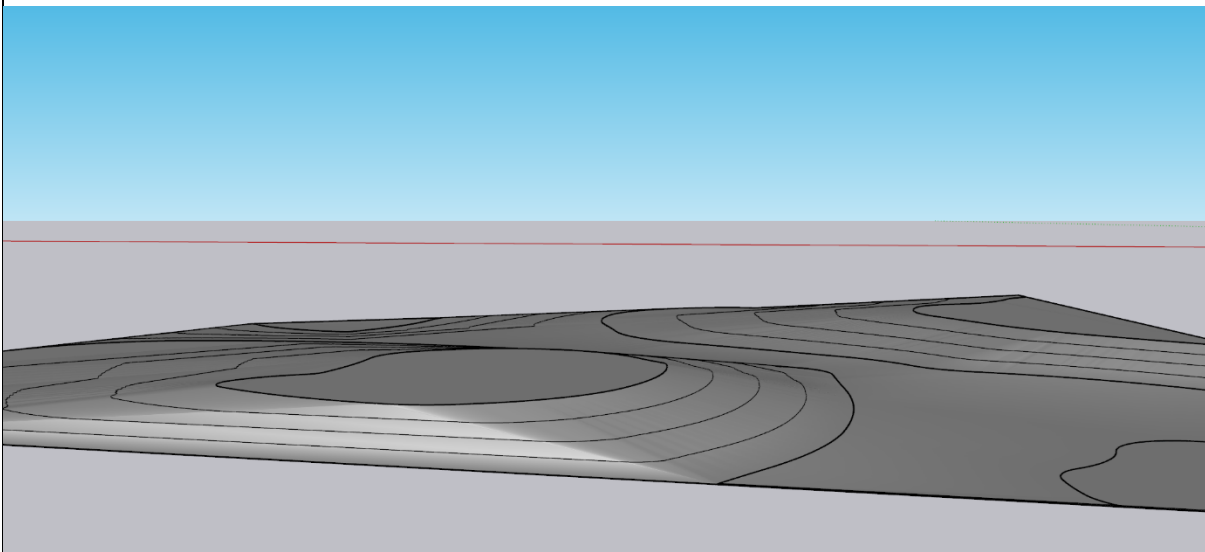
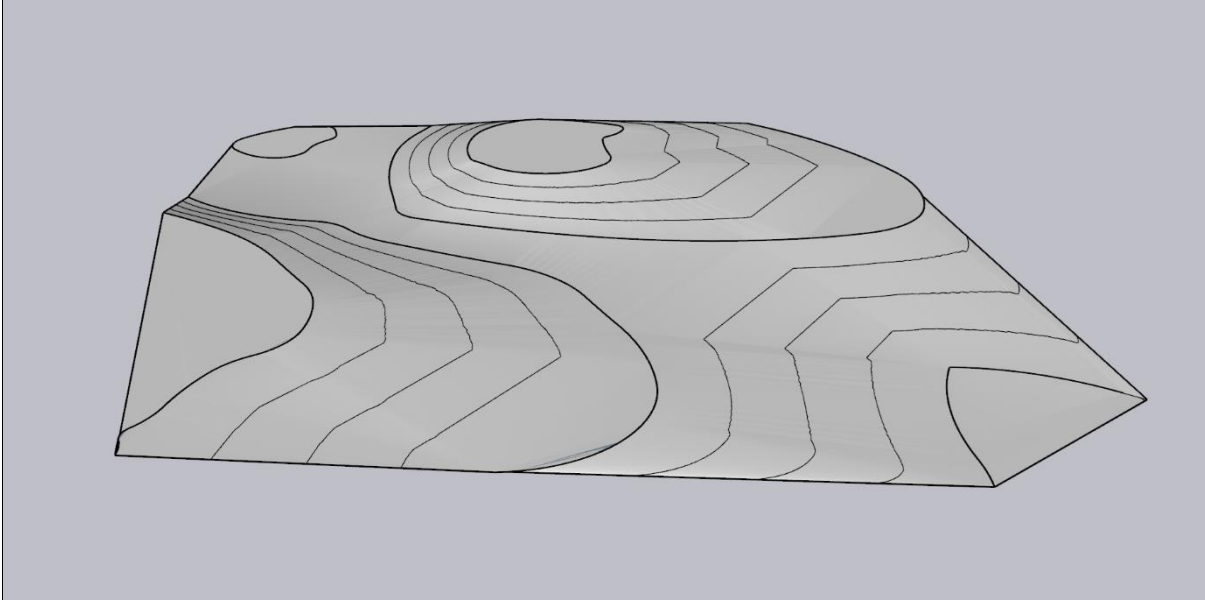
Az elrejtett felületeket újra láthatóvá tettem a Toolbaron lévő 'Edit' fül alatt lévő 'Unhide' parancssal, azon belül a 'Last' (legutóbbit) választottam ki.



Miután láthatóvá váltak az elrejtett felületek, kijelöltem őket, jobb kattintással 'Intersect faces'' 'With Model'-re kattintottam, majd újból elrejtettem őket ('Hide').

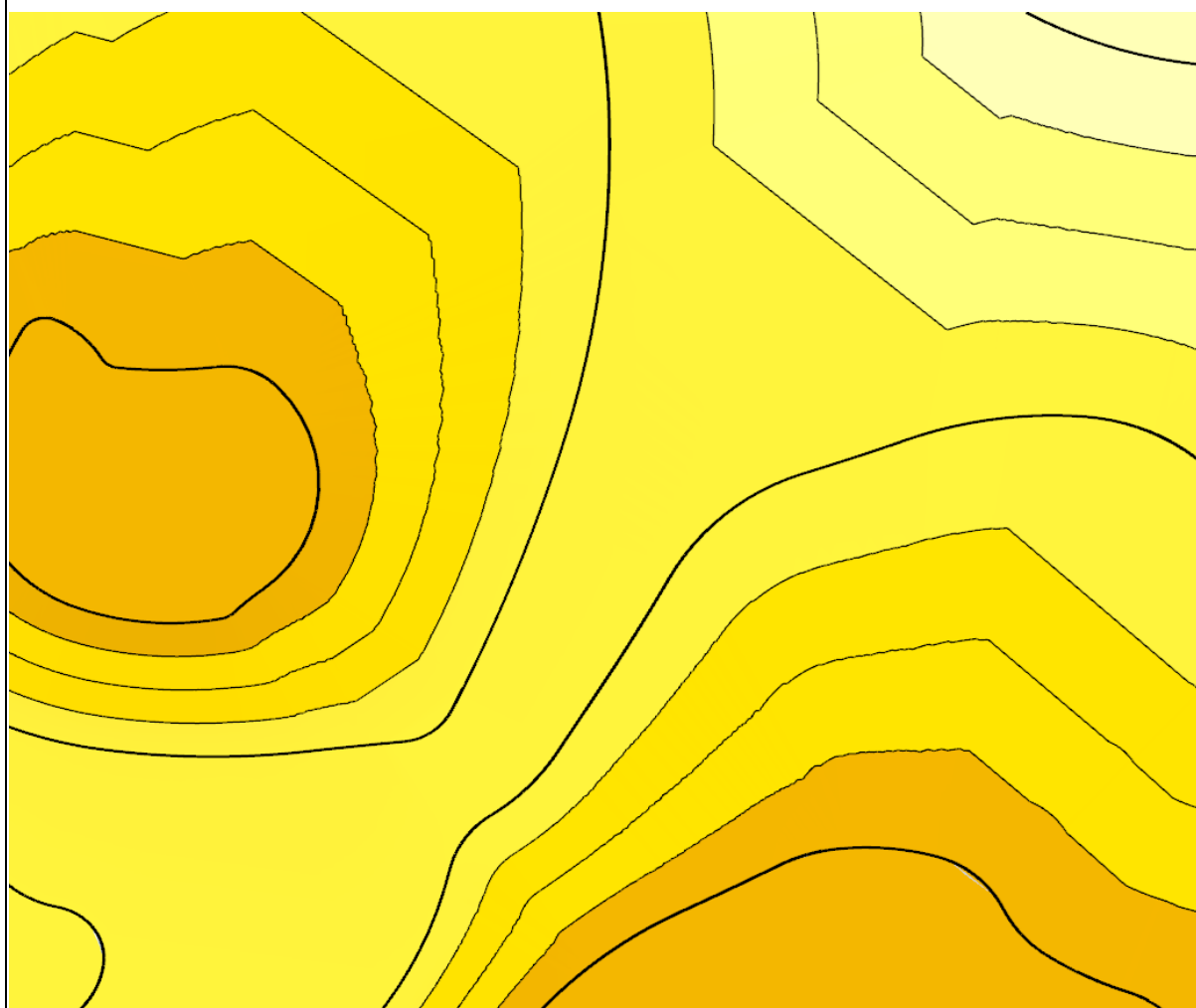
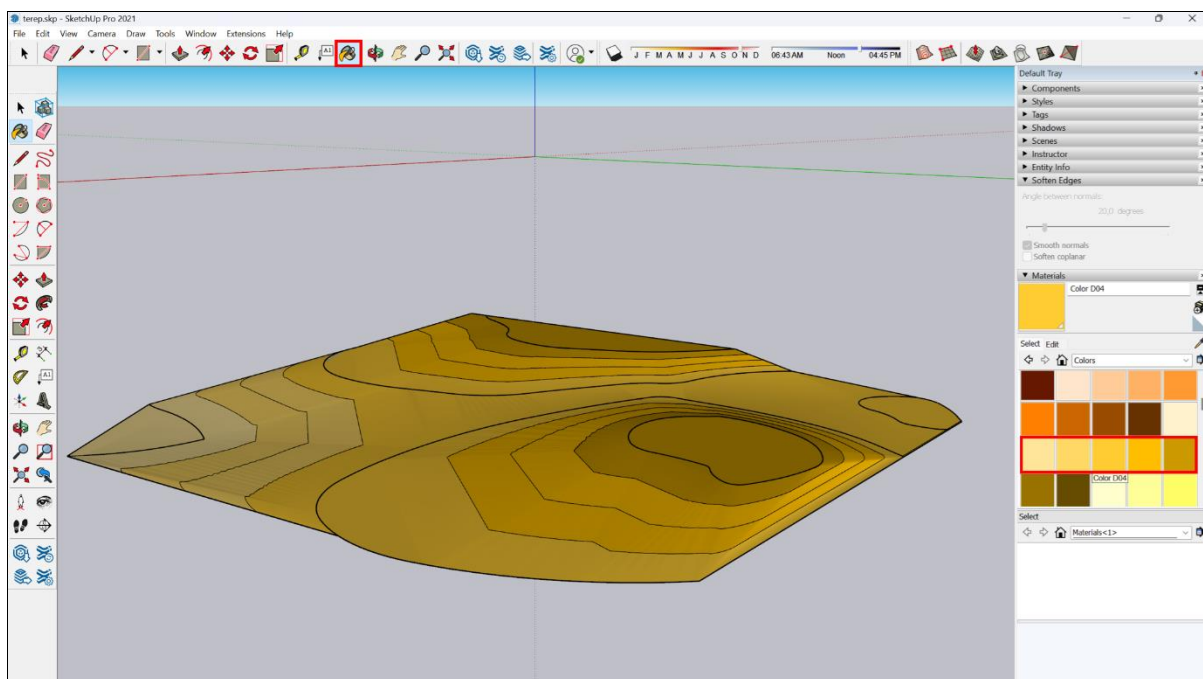


A szintvonalak soha nem keresztezik egymást vagy egyesülnek egymással. Ezért el kellett távolítanom az összes átfedő élt a modellből. Ehhez lenyomva tartottam a 'Ctrl' billentyűt, miközben az 'Erase Tool'-t (törlő eszközt) használtam. Az összes ilyen élt és vonalat el kellett távolítanom.



A terepmodellhez kategorizált színezést akartam hozzárendelni (minél sötétebb a szín annál magasabb a pont), kiválasztottam a 'Paint Bucket' eszközt, és a kívánt színeket.

A következő ábrán látható az eredmény, egy pontos terepmodell, 20 helyett 5 méteres szintvonal-intervallummal a Google Maps szintvonalai alapján. Akár 3D nyomtatáshoz is használható. A 3D modellező programok közül a SketchUp ilyen széles körben is alkalmazható a gyakorlatban.



8. Melléklet – Google térképes adatok alapján készült SketchUp domborzatmodell (forrás: Limbach Noémi 2024)

További renderképek:

1833:











1894:











9. Melléklet – Alcsúti arborétum 1833-as és 1894-es Lumionos renderképei (forrás: Limbach Noémi 2024)