



# Mesterséges Intelligenciával támogatott termékfejlesztés

---

## Product design supported by AI

Szerző: Fekete Marietta

Konzulens: Dr. Gotthard Viktor

Budapest, 2023. 11. 03.

## Tartalomjegyzék

1. Bevezetés .....	3
2. Feladat és MI fejlődésének bemutatása .....	5
2.1. Feladat és ötlet megszületése.....	5
2.2. MI fejlődése.....	6
3. MI felhasználása a tervezési folyamatban .....	11
3.1. Információgyűjtés.....	11
3.2. Ötletelés.....	11
3.3. Tervezés.....	12
3.4. Szimuláció, tesztelés.....	12
3.5. Design optimalizálása.....	12
3.6. Az MI által támogatott terméktervezési folyamat lépései .....	14
4. Az MI gyakorlati alkalmazása .....	17
4.1. Lexica .....	18
4.2. Fotor.....	20
4.3. Runway.....	21
4.4. Stable Diffusion XL Playground .....	22
4.5. Lexica példafeladat.....	26
4.6. Fotor példafeladat.....	30
5. Összefoglalás, a kapott eredmény bemutatása.....	32
6. Konklúzió.....	35
7. Hivatkozások.....	37
8. Mellékletek .....	39

## 1. Bevezetés

A folyamatosan fejlődő technikának köszönhetően egyre elterjedtebbé válik napjainkban a mesterséges intelligencia (MI, angolul Artificial Intelligence = AI). Szinte bárki hozzáférhet és használhatja. Milyen hatással lesz az MI a munka világára? Mennyit segít vagy éppen elveszi az emberi munkaerőt?

A mesterséges intelligencia használatának előnyei és hátrányai is vannak. Előnyei közé tartozik, hogy felgyorsítja a tervezés folyamatot, hiszen generál „saját” ötleteket, segít a legjobb termék kiválasztásában, hatalmas adathalmazt tud pillanatok alatt feldolgozni és elemezni és mindez hozzájárul ahhoz, hogy még hatékonyabb termék születhessen meg a tervezés végén.

Természetesen, a fenti felsorolásból adódnak a hátrányai. Hiszen, ha mindezt egy gép vagy algoritmus végzi el, akkor nem lesz szükség emberi erőre. Vagy lesz? Tényleg olyan jól dolgozik az MI? Tényleg teljes egészében tud helyettesíteni egy embert vagy esetleg többet? Ha mindent az MI csinál, akkor mégis miért kell majd az emberi tényező egy tervezési folyamatba? Lesz olyan kreatív és precíz, mint egy mérnök?

Remélhetőleg, a dolgozat végére a fent feltett kérdések mindegyikére megkapjuk a választ.

Kezdjük azzal az MI felhasználási lehetőségeinek vizsgálatát, hogy utánajárunk, milyen folyamatokban és hogyan segíthet nekünk a mesterséges intelligencia.

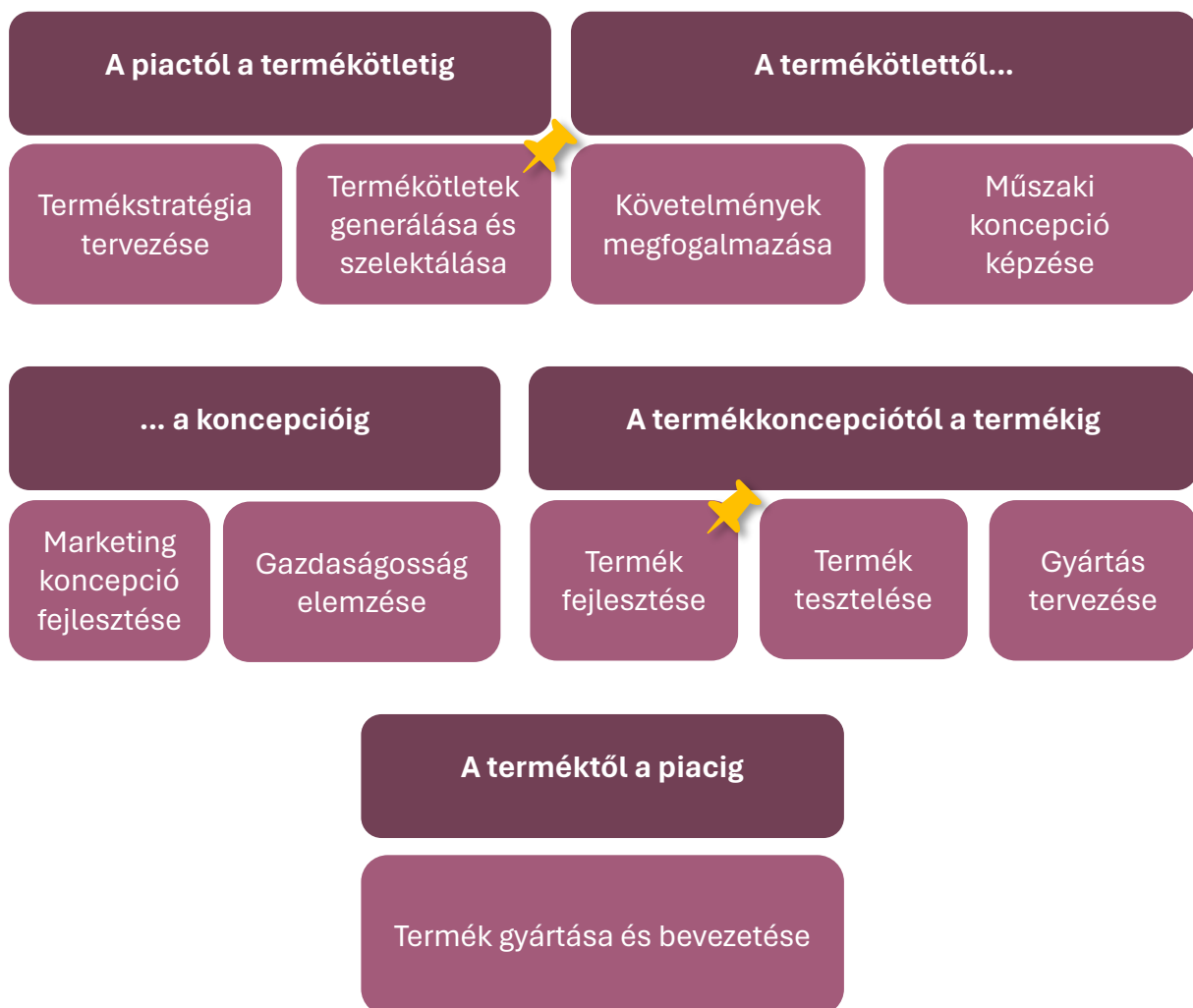
A kutatásom (jelen tudományos diákköri dolgozat, majd később diplomatervezés) elsődleges célja, hogy megvizsgáljam, hogy az MI hogyan és milyen minőségben tudja támogatni a termékfejlesztési folyamatot. Az első felhasználása az ötletelési folyamat során lesz, majd az ötletek kiválasztása után is számítok az MI segítségére az egyéb változatok generálásához. A termék egy 1 x 1 x 5 m-es nyomtatási térrel rendelkező nyomtatóval lesz kinyomtatva (a nyomtató fejlesztése egy párhuzamosan futó projekt), így a 3D nyomtatási technológiával, FDM technológiával és a lehetséges alapanyagokkal is meg kell ismerkedni a folyamat elején. A terméket úgy kell megtervezni, hogy az reflektáljon a gyártástechnológiára, vagyis figyelembe kell venni a 3D nyomtatás sajátosságait, nehézségeit is. Fontos a gyártástechnológiára való optimalás és a költséghatékonyság is.

Ahhoz, hogy a fent leírtakat a gyakorlatba átültessem és az MI használhatóságának működőképességét teszteljem, egy konkrét terméket kellett választanom. Az első lépés termékötlet keresés volt, amelynek során számos ötlet felmerült, de ezeket szűrve, 3D design függesztett lámpacsalád fejlesztésére esett a választásom. Az alap elképzelés az, hogy egy hosszúka, elsősorban tárgyalóba, recepció pult fölé, szállodai hallba tervezett függesztett

világítás, amely élő növényekkel, szórt vagy direkt fényt adó világítással, esetleg műnövényekkel kombinálva teljesíti az elvárt funkciókat.

A fejlesztési folyamatra az elképzelés, hogy az igénylő alapelvárásait valamilyen formátumban (interjú, kérdőív stb.) összegyűjtöm, majd feldolgozás után az MI által feldolgozható kritériumokat és elvárásokat fogalmazok meg. Esetleg hasonló mintapéldákat is felhasználok az MI támogatása érdekében. Ezután legeneráltatunk termékváltozatokat, amelyek közül a szűrés a saját tervezői feladatom, majd ezekből a szűkített termékcsalád további változatai is legeneráltathatóak. A nagy kérdés ennek a folyamatnak a működőképessége, hatékonysága, eredményessége és az iterációk száma. A kutatási munka célja, ezeknek a kérdéseknek a megválaszolása, egy konkrét termék tervezésének a szimulációjával.

Az alábbi képen az integrált terméktervezés referenciamodellje látható [1], amin jelöltem, hogy a tervezési folyamat mely részeiben látok esélyt arra, hogy az MI segíteni tudja majd a munkámat.

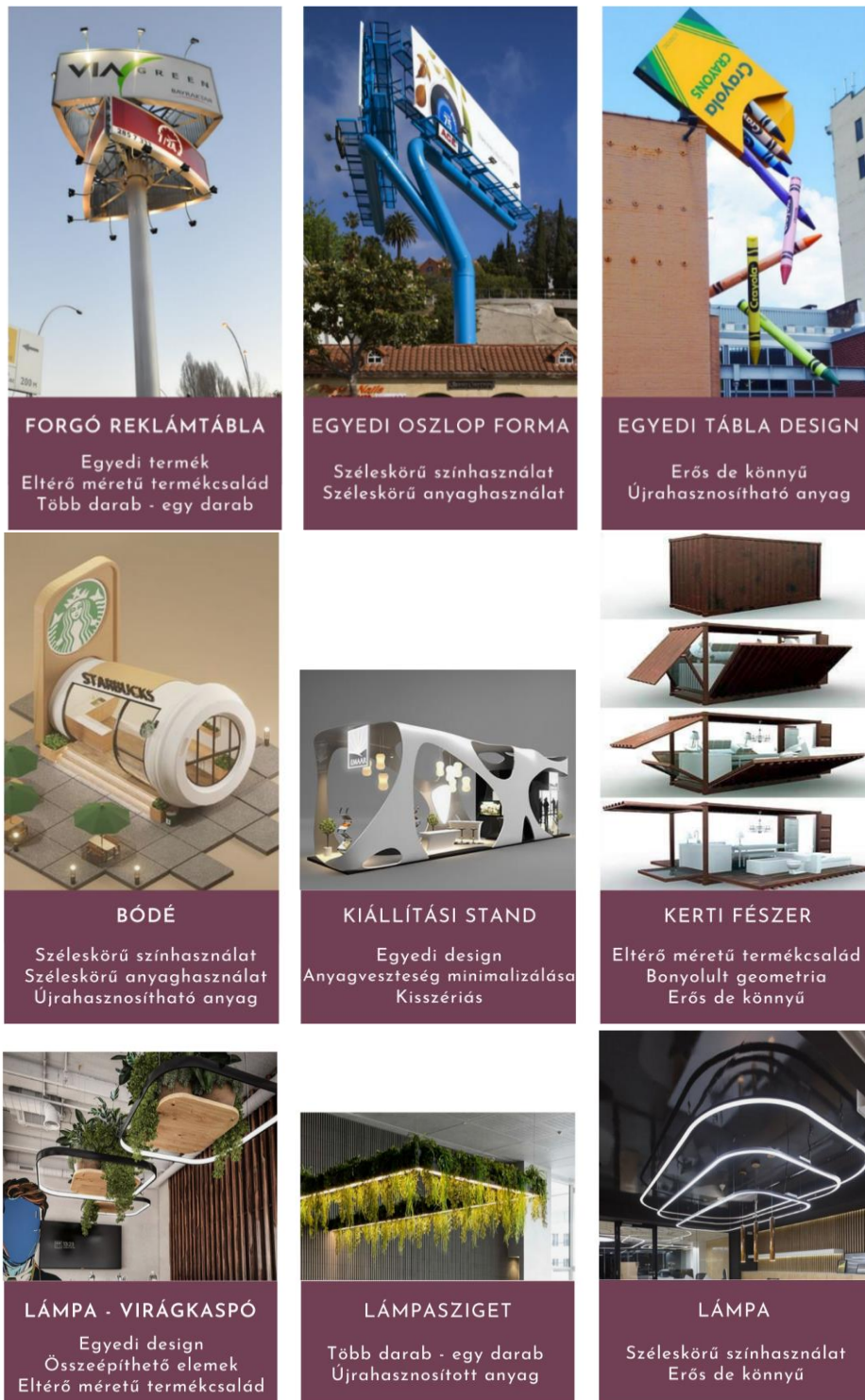


1. ábra: Integrált terméktervezés referenciamodellje [1]

## 2. Feladat és MI fejlődésének bemutatása

### 2.1. Feladat és ötlet megszületése

Korábbi előtanulmányaim során történt ötletelés a nagyméretű terméktervezés témájában. Többféle, szerteágazó termékvonalt is megfogalmazódott bennem, a 2. ábrán látható néhány inspirációként szolgáló termékötletek.



2. ábra: Inspiráló termékek ötletkeresés során [10-18]

A felsorolt termékvonalak mindegyikének erőssége a modularitás és az egyedi tervezés. Még abban az esetben is, ha kész termékcsaládot alakítunk ki, lesznek olyan elemek, részegységek, amelyeket a megrendelő ízlésére lehet szabni, így nem lenne teljesen ugyanolyan mindegyik termék – ez fontos kritérium a 3D-nyomtatott termékek estében. Mind a megrendelő igényére lenne szabva, akár geometria, akár szín, akár alapanyag területén.

Ahhoz, hogy indokolt legyen a nagyméretű nyomtatón való nyomtatása egy terméknek, meg kellett vizsgálnunk, hogy mitől lesz alkalmas erre a nyomtatásra. Mik azok a szempontok, amelyeknek teljesülnie kell (ha nem is mindennek, de soknak), hogy indokolt legyen azt a terméket 3D nyomtatóval előállítani.

Erre készült egy szempontokat bemutató mind-map, ami pont ezeket foglalja össze. Ez a mellékletben megtalálható, 1. számú melléklet néven.

Az ötletvonalak közül a lámpasziget termékcsalád megtervezésére esett a választás. Ehhez a folyamathoz hívom segítségül az MI-t. De először nézzük meg, hogy honnan is indult az MI és hova jutott.

## 2.2. MI fejlődése

Az MI, mint fogalom az 1950-es évekre nyúlik vissza. Ebben az időben az MI használatának célja az volt, hogy bizonyos emberi tevékenységeket géppel helyettesítsenek. [2] A 20. századra ugorva, Warren McCulloch és munkatársai nevéhez fűződik az ideghálózat első matematikai megközelítése. 1943-ban a Chicagói Egyetemen végzett kutatás során felismerték, hogy az idegrendszer működése „mindent vagy semmi” elven működik, ami azt jelentette, hogy matematikai modellel helyettesíthető, így létrehozva a mesterséges neuront. [3]

Az MI megszületéséhez olyan híres matematikusok neve fűződik, mint Erdős Pál, Rényi Alfréd, illetve Neumann János. Szintén kiemelkedő munkát végzett Alan Mathison Turing is, aki az 1930-as években megalkotta a programozható számítógép matematikai modelljét. Majd 20 évvel később, 1950-ben jelent meg egy tudományos összefoglaló, ami azt boncolgatja, hogy a gépek tudnak-e gondolkozni. [4] Abban az időben erre a kérdésre a válasz egyértelműen nem volt, viszont a technika fejlődését követően, nem árt újra elővenni a tesztet és megvizsgálni, hogy mai szemmel erre mit válaszolnánk.

Ezután került kidolgozásra a Turing-teszt, amelynek lényege, hogy egy bíráló kérdéseket tesz fel (billentyűzet és monitor segítségével) a két tesztalanyak, akiket nem lát. Az egyik egy ember, a másik pedig egy gép. A bírálónak a feladata, hogy 5 perc alatt eldöntse, hogy melyik választ melyik alany adta. Amennyiben a megadott idő alatt nem találja el a bíráló, hogy melyik válaszokat adta a gép, akkor a gép átment a teszten. Akkoriban még Turing sem

gondolta, hogy a gépek teljesíteni tudják a tesztet és igazából ez ma is így van. Turing a 2000-es évekre jóslta meg azt, hogy a tesztjét egy átlagos felhasználó 70%-os eséllyel tud különbséget tenni az ember által és a gép által adott válaszok között. [4]

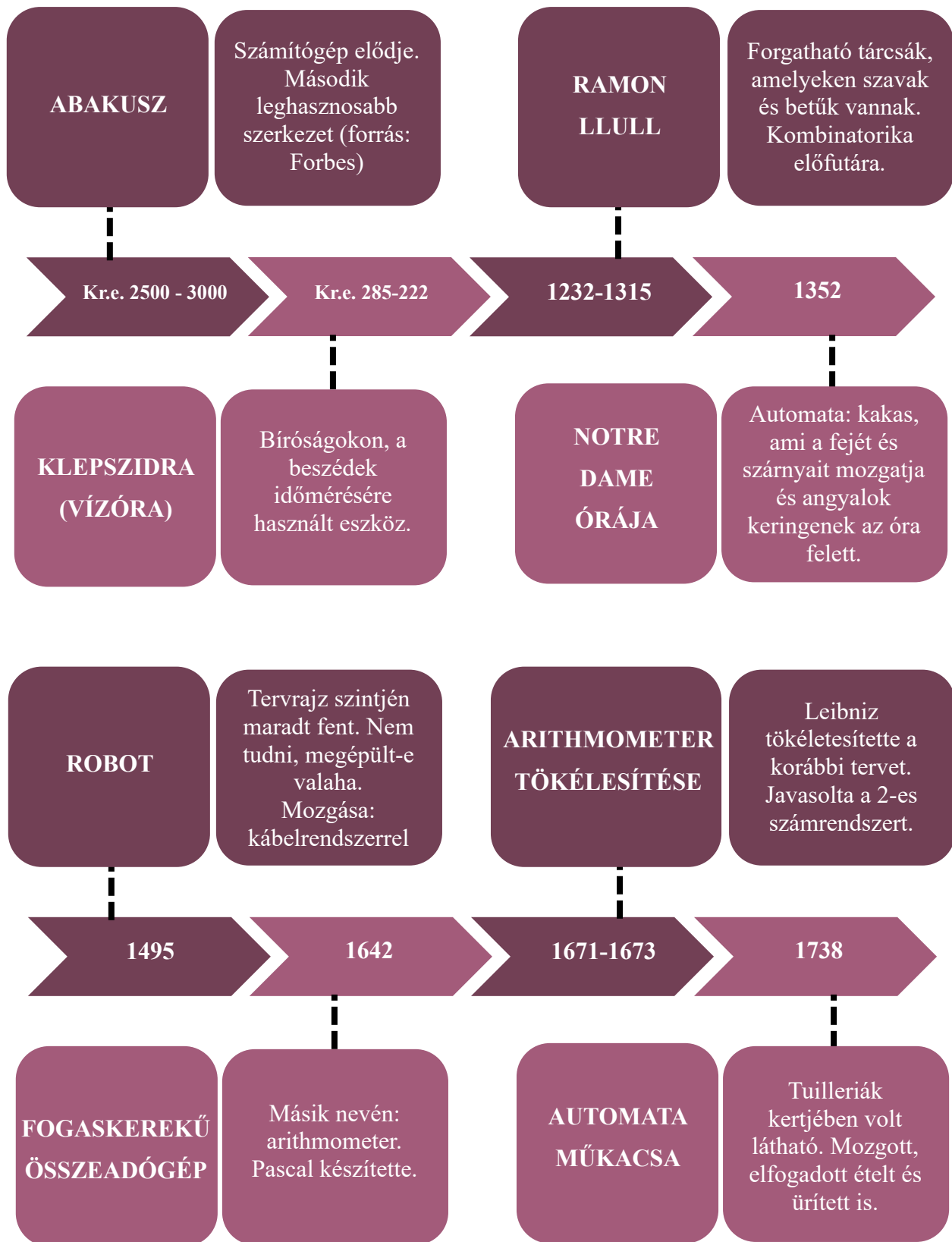
Szintén egy említésre méltó pont, Norbert Wiener matematikus munkássága, aki már 1948-ban jelent meg a Kibernetika című könyve, amiben arról nyilatkozott, hogy szerinte a kibernetika az ember és a gépek közötti kommunikáció tudománya, interdiszciplináris jellegű. A könyv nagy sikert hozott neki a tudományos körökben és egyre szélesebb kör ismerte meg a nevét. [5]

A napjainkban vett MI fogalmának megalkotója John McCarthy informatikus. Ő javasolta azt az 1956-os New Hampshire-i Dartmouth Egyetem konferenciáján, ahol a megjelent tudósok elfogadták javaslatát, miszerint az AI definíciója „Intelligence is the computational part of the ability to achieve goals in the world.” (John McCarthy: What is Artificial Intelligence? 2007. 2.o.) legyen. [6] [7]

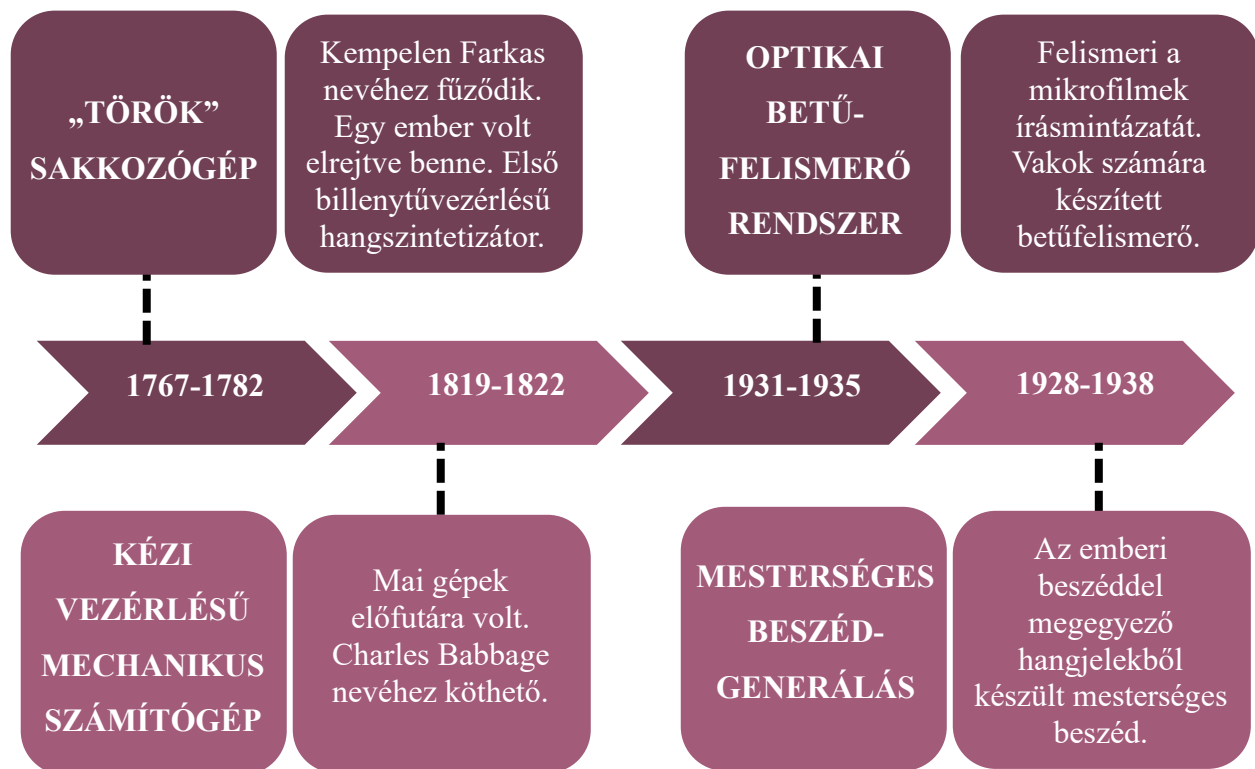
### **A mesterséges intelligenciának az évek során többféle változata is született: [8]**

- ~ Mesterséges Intelligencia = Olyan gép vagy berendezés vagy szerkezet, amely a kognitív emberi funkciókkal ekvivalens tulajdonságokkal rendelkezik. Ezáltal képes feladatmegoldásra és tanulásra.
- ~ Gépi tanulás = Nem előre programozott, bevitt adatokból automatikusan előállított algoritmusok mentén meghozott döntések.
- ~ Mélytanulás = Olyan többrétegű, neurális hálózati algoritmusokból álló rendszer, amely teljesen önállóan képes tanulni, majd gyakorlatok során önálló fejlődést is képest megvalósítani.
- ~ Konvolúciós neurális hálózat = Olyan mesterséges neurális hálózat, amely többrétegű és speciális rendszer és benne bemeneti és kimeneti rétegeknek köszönhetően képest döntést hozni, valamint képet felismerni.
- ~ Fuzzy (magyarul elmosódott halmaz) logika = Olyan folytonos és valóságértékekkel operáló logikai rendszer. Megjelent a mesterséges intelligencián kívül az informatikában, matematikában, de még a szemantikában is.

## MI legjelentősebb állomásainak összefoglalása az alábbi ábrán látható







3. ábra: Legjelentősebb történelmi események az MI kialakulása folyamán [2]

Az alábbi táblázat összefoglalja az MI ágakat funkcionalitás és feladatok alapján.

<b>MI alkalmazások</b>	<b>Leírás, ismertetés</b>	<b>Szoftver példa</b>
<b>Szövegeneráció</b>	szöveget hoz létre, szöveget terjeszt ki	GPT-3
<b>Képgeneráció</b>	generatív hálózatok segítségével generál képet szöveg vagy másik kép alapján	DeepDream StyleGAN
<b>Számítógépi látás</b>	arc- és objektumfelismerésre képes szoftverek	YOLO
<b>Hangfeldolgozás</b>	hangokat elemez és értelmez, beszédgenerációra képes	Google Speech-To-Text
<b>Chatbotok és virtuális asszisztensek</b>	emberi kérdésekre válaszokat tud adni	Dialogflow
<b>Reinforcement learning (RL)</b>	egy ügynök tanulja meg az optimális döntéseket egy környezetben történő ismételt interakciók során	OpenAI Gym
<b>Weak AI</b>	specifikus feladatokra készített AI rendszerek pl.: gépi fordítók	Amazon Alexa
<b>Strong AI</b>	tudatosságot célzó AI szoftverek	IBM Watson
<b>Automatizált gépi tanulás (AutoML)</b>	gépi tanulással történő automatizálás	Google AutoML
<b>Robotika</b>	tervezés és irányítás	Automata drónok Ipari robotok

1. táblázat: MI összefoglalása funkciók szerint [9]

### 3. MI felhasználása a tervezési folyamatban

Az első feladatunk, hogy tisztázzuk, mégis milyen folyamatokban tudjuk felhasználni és segítségül hívni egy terméktervezési folyamatban valamelyik design AI-t. Ezek olyan szoftverek és szolgáltatások, amelyek segítséget nyújtanak a tervezőknek a kreatív folyamatokban, mint például a terméktervezés vagy a grafikai tervezés. Ebben a fejezetben ezeket a fázisokat és az MI támogatási lehetőségeket mutatom be, majd foglalom össze az 2. táblázatban.

#### 3.1. Információgyűjtés

A terméktervezési folyamat egyik első lépése az, hogy a feladatunk témájáról információt gyűjtünk. Ennek az egyik ága, a konkurens termékek vizsgálata. Megvizsgáljuk, hogy a piacon, tervezendő termékünknek, milyen konkurenciái vannak, azok miket tudnak (funkciók, alapanyagok, ár-érték arány stb.). Ez egy elég mélyreható elemzés szokott lenni, hiszen minél több adat segít a saját termékünk tervezésében és minél jobban ismerjük a piacot, annál észszerűbben tudjuk a saját termékünket elhelyezni benne.

Ebbe a szakaszba tartozik a kereskedelmi termékek vizsgálata, a lehetséges alapanyagok vizsgálata (utókezelések, festékek stb.). Fontos információt szereznünk a témával kapcsolatos előírásokról, törvényekről, szabványokról, amiket a tervezés során figyelembe kell vennünk. Kifizetődő az is, ha irodalomkutatást végzünk a szükséges és számunkra kérdéses szakterületen, például a diplomatervben szükséges lesz utánajárnom a 3D nyomtatási technológiáknak, azon belül is az FDM technológiának és az alapanyagoknak. Ezekről rengeteg megbízható tanulmány érhető el az interneten is akár, így azokat célszerű felhasználni és levonni belőlük a tanulságokat.

Szükséges meghatározni és megvizsgálni a célközönséget és a felhasználási környezetet. Az MI pedig pont ezen internetes keresésben tud nagy segítséget nyújtani, hiszen pillanatok alatt összegyűjti a legfontosabb és legrelevánsabb információkat, amikre szükségünk lehet. Ezzel rengeteg idő kerül megtakarításra, hiszen a fent említett feladatok elvégzése, feladattól függően, heteket vagy hónapokat is igénybe vehet.

#### 3.2. Ötletelés

A folyamat, amelyben kézi skiccek segítségével megelevenednek a tervező első ötletei a termékkel kapcsolatban. Ahhoz, hogy minél több és kreatívabb ötlet készüljön, időre van szükség. Szintén lecsökkentheti ezt az időt az AI, hiszen, egy tervezőhöz hasonlóan, a szoftver is tud termékötleteket generálni. Ehhez meg kell adni egy rövidebb leírást, ami által a szoftver

legenerál meglehetősen sok termékötlet-változatot, akár több 100-at is. Még akár generatív tervezési feladatokhoz is segítségül lehet hívni a design AI-kat.

### 3.3. Tervezés

Ebben a szakaszban is nagy segítséget tud nyújtani az MI, ugyanis léteznek olyan szoftverek, amelyek CAD szoftverek által generált modellekre textúrát és a háttérbe a kiválasztott környezetet is el tudják készíteni. Aminek eredménye egy fotórealisztikus, renderelt kép a termékről. Ez a folyamat is időigényes, illetve bizonyos modellek esetén a renderelés egy igen időigényes és gépigényes folyamat.

### 3.4. Szimuláció, tesztelés

Ha már renderelés, a szimulációk futtatása is hasonló idő- és gépigényes folyamat. De ezen a területen is akadnak olyan MI vezérelt szoftverek, amik megkönnyítik a tervezők dolgát. Be tudják mutatni, hogy hogyan is működni a termék és elemzik azt. Egy termék virtuális környezetben való tesztelése (akkor is, ha nem MI vezérelt szoftverrel történik) jelentős költségeket és időt takarít meg a tervezés alatt, hiszen elháríthatóak olyan tervezési hibák, amelyek így nem okoznak gondot a jövőben.

### 3.5. Design optimalizálása

Ez már a végleges terv finomra hangolása, amikor készen vagyunk a „nehezével” és „már csak” a design egyedivé varázslása, ergonomikussá alakítása hiányzik. Meglepő, de ebben is tud segíteni néhány MI szoftver. Ezekben a terméktervezők optimalizálhatják a modelljeiket olyan paraméterek szerint, mint a tömeg, méret, anyagmennyiség, alak, költség és teljesítmény. Példa erre, egy táska alapanyagának meghatározása úgy, hogy az minél könnyebb legyen.

A 2. táblázat egy összefoglalót ad a fent említett folyamatokhoz használható szoftverekről.

<b>Tervezési szakaszok</b>	<b>MI szoftver fajta</b>	<b>MI szoftver</b>	<b>Konkrét használat</b>
<b>Információgyűjtés, irodalomkutatás</b>	Szöveggenerátor Chatbot és virtuális asszisztens	GPT-3 Dialogflow	Információk összegyűjtése, azok elemzése, legfontosabbak kigyűjtése
<b>Ötletelés</b>	Képgeneráció	DeepDream Lexica Fotor Runway Midjourney	Ötletek generálása többféle stílusban, eltérő design variációk generálása
<b>Tervezés</b>			Kiválasztott kép további verzióinak generálás, eltérő környezet hozzáadása, különböző színváltozatok készítése
<b>Szimuláció / tesztelés</b>	Weak AI Strong AI	Gazebo AnyLogic AirSlim	Egy területre koncentrált szimuláció elvégzése pl.: robotikai és drónszimuláció
<b>Termék optimalás</b>	Képgenerálás	Toggle.3D	Optimálást képes végezni egy termékre a megadott paraméterek mentén

2. táblázat: MI használata a tervezési folyamatok lépéseiben [9]

### 3.6. Az MI által támogatott terméktervezési folyamat lépései

A dolgozatom témája egy termékcsalád tervezése, ebben a folyamatban a design AI szoftvereket az ötletelési szakaszban és a tervezési szakaszban használtam. Mivel a tervezési folyamatot támogató eszközöként használtam a képgenerálást, ezért fontosnak gondoltam bemutatni az így kialakult, nem szokványos tervezési fázisok pontjai, amit a 3. táblázat foglal össze.

<b>Tervezési folyamat lépései</b>	<b>Kinek a feladata?</b>	<b>Megjegyzés / eredmény</b>
<b>Feladat értelmezése, specifikációk megfogalmazása</b>	tervező	Követelményjegyzék
<b>Kulcsszavak megfogalmazása</b>	tervező	Felhasználhatóak képgeneráláshoz: Prompt vagy negatív prompt
<b>Első körös termékötlet generálás</b>	MI	Egymástól eltérő design változatok
<b>Szűrés a továbbfejlesztési fázishoz</b>	tervező	Lehet: <ul style="list-style-type: none"> <li>- nem megfelelő</li> <li>- megfelel, de nem ezt akarom</li> <li>- megfelel és tetszik</li> </ul>
<b>Szűkítés a megfelel és tetszik képek közül a továbbfejlesztési fázishoz</b>	megrendelő vagy tervező	Szubjektíven leszűrt 3-5 db termékötlet
<b>Második körös termékötletek generálása</b>	MI	A kiválasztott ötletekből újabb változatok generálása pl.: felhasználói környezethez igazított termékváltozat, színváltozatok generálása stb.

<b>Tervezési folyamat lépései</b>	<b>Kinek a feladata?</b>	<b>Megjegyzés / eredmény</b>
<b>Továbbfejlesztés utáni változatok elemzése</b>	tervező	A tervező kontrollálja a folyamatot, követelményjegyzékek pontjainak való megfelelés vizsgálata
<b>Döntési folyamat</b>	tervező és/vagy megbízó	A végleges termékkonceptió kiválasztása és kidolgozása
<b>Termékkonceptió részletes megtervezés és kidolgozása</b>	tervező	Modell készítés, szimulációk elvégzése, optimalás, műszaki dokumentáció készítése, gyártástervezés, csomagolás tervezés, újrahasznosítás stb.

3. táblázat: Tervezési folyamatban betöltött szerepek

Fontos megjegyezni, hogy iterálás is lehetséges, amennyiben a kapott képek nem felelnek meg az elvárásainknak vagy a megrendelő elvárásainak. Valamint azt se feledjük, hogy a csomagolás készítéshez is használhatunk MI-t.

Ahhoz, hogy segítségül tudjam hívni az MI-t, definiálnom kellett a követelményeket és a kulcsszavakat, amelyek fontos alapot adtak a képgenerálásokhoz.

#### **Követelmények:**

- ~ 1 x 1 x 5 m-es nyomtatási térben nyomtatható legyen
- ~ lámpacsalád tervezése
  - alap termék: függesztett, hosszúkás lámpa, amelyben növények helyezhetőek el
  - változat: függőlámpa növény nélkül, függőlámpa hangulatvilágítással
  - moduláris elemek: a függesztett lámpa több, hosszúkás moduláris elem többféle kombinálásából is létrehozható
  - termékcsalád tagjai: falra rögzíthető vagy állólámpa akár növényekkel tarkítva, akár azok nélkül, hangulatvilágítás lehetősége adott legyen ebben az esetben is
- ~ kihívó, érdekes design kialakítás, ami nem csak lámpaként, de a helyiség díszeként is megállja a helyét

- ~ 3D nyomtatással előállítható design, más gyártástechnológia ne is jöhessen szóba
- ~ elsősorban irodai környezetbe, tárgyalókba esetleg szállodai váróba tervezett kivitelű lámpa

**Kulcsszavak (mivel az AI-ok angolul működnek, így angolul határoztam meg őket):**

- ~ pendant lamp / chandelier / ceiling lamp
- ~ RGB light
- ~ plant, plant pots with plants
- ~ 3D printing
- ~ long design
- ~ photorealistic render / picture
- ~ meeting room / conference room

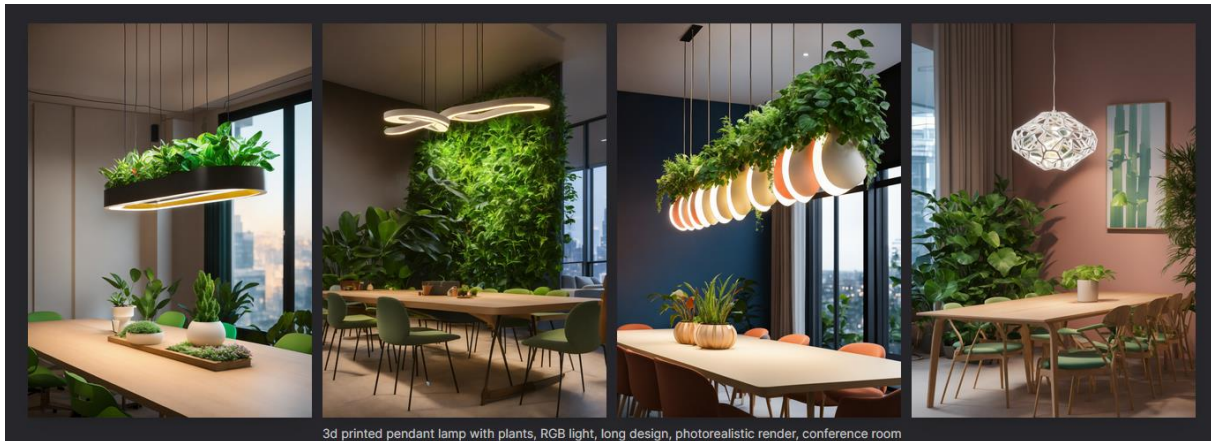
Ezen szavak mentén indultam el a képgenerálás kezdetén. Volt, amikor túl kevés szót adtam meg leírásnak, és olyan is volt, amikor kifejezetten sok paramétert szabtam meg az MI-nek, hogy megnézzem, melyik módszer hoz jobb eredményt. Mennyire fog megfelelni a generált kép a sok paraméternek, mennyit képes teljesíteni belőle.

Ahogy a 4. és 5. ábra összevetése is jól mutatja, minél pontosabban adjuk meg az elképzelésünket, annál jobb képet kapunk, annál jobban közelít az elképzelésünkhöz az eredmény. Viszont itt is látszik, hogy van 1-1 olyan változat, aminek nem sok köze van a paraméterek mindegyikéhez. Az alsó sor utolsó képe kifejezetten kilóg a sorból, de az is látszik, hogy több generált ötlet is teljesen passzol az elvárásokhoz. A termékfejlesztés hozzáadott értéke ezután a kapott ötletek áttekintése, szűrés és döntéshozatal. Van, ami egyből elfogadható van, ami módosítás után jó lehet és van, ami elvetendő, mert nagyon nem felel meg az elvárásoknak.



4. ábra: MI által generált termékötletek





5. ábra: MI által generált lámpa termékötletek

A generálási folyamat tehát jól működik, kifejezetten sikeres akkor, ha konkrét és fix paramétereket definiálunk a szoftvernek.

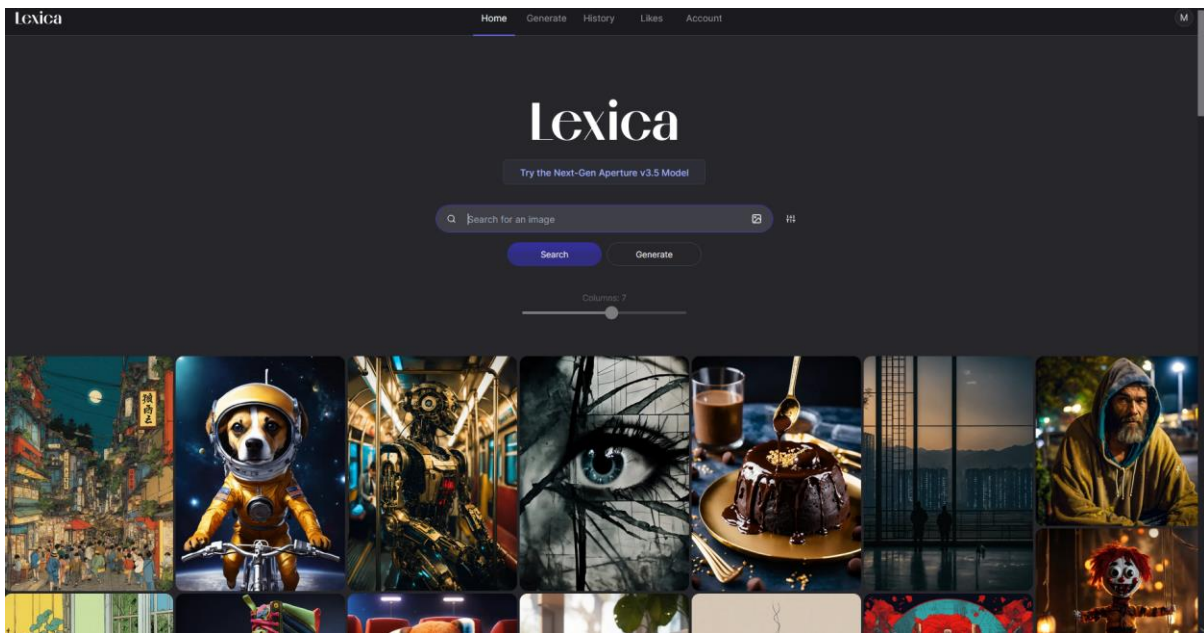
Az irodalomkutatás alapján azt várom, hogy a tervezési folyamat egésze során segíteni tudja a tervező munkáját, hiszen a megfontolt és helyesen használt alkalmazása nagyon sok időt, energiát és költségeket tud megspórolni a tervező számára. Az, hogy ezt tényleg teljesíti-e, az MI a tesztek során kiderül.

#### 4. Az MI gyakorlati alkalmazása

Ebben a fejezetben először is bemutatom azokat a képgeneráló, design AI szoftvereket, amelyeket a kutatásom során kipróbáltam. Összegyűjtöttem a tapasztalataimat róluk, így tudtam kettő szoftvert választani, amiket párhuzamosan, mélyrehatóbban használtam folyamatosan a termékfejlesztésem során.

Ezután pedig részletesebben bemutatom a kiválasztott két design AI-jal készült tesztjeimet és a kapott eredményeket.

## 4.1. Lexica



6. ábra: Lexica kezdőképernyő [19]

Az oldalon kétféle funkciót tudunk használni. Az első a képgenerálás, amit a tervezési folyamat elején használtam, amikor megfogalmaztam egy angol leírást azzal kapcsolatban, hogy milyen jellegű terméket szeretnék kapni. A „Describe your image” részbe került ez a leírás és amennyiben szükséges kizárni valamilyen pl.: paramétert, azt a „Negative prompt” részben lehet feltüntetni. Az oldal a generálás gombra való kattintás után, másodperceken belül, minden esetben 4 képet generál a leíráshoz. Ezeket a képeket a Lexica generálja, nem az interneten keres a leírásnak megfelelő képet. Az oldal úgy működik, hogy a leírásban szereplő szavakra feldob szinonimákat, ezzel segítve és gyorsítva a munkát. A 3.0-s verzióban minden generált kép felett megjelent egy gomb „Generate variations” felirattal. Amennyiben erre kattintottam, a kiválasztott képhez további nagyon hasonló képeket generált. A kép egyes részleteit változtatta meg és generált hasonló eredményeket. Sajnos, ez a funkció a 3.5 verziónál eltűnt, így ennél nem tudtam alkalmazni ezt a lehetőséget. De erről részletesebben a dolgozat 4.5. fejezetében még szó lesz.

De itt jön szóba a másik funkció. Ugyanis tudunk meglévő képekből is dolgozni. Ebben az esetben, keresni tudunk, az általunk feltöltött képhez hasonló képeket. Sajnos arra nem találtam információt, hogy ebben az esetben is generálást végez-e az oldal vagy meglévő képekből dolgozik-e. Mindenesetre, ezt a képkeresési funkciót is lehet használni, viszont ez sokrétű, az eredeti képtől igen eltérő verziókat, hasonló képeket is feldob. Úgyhogy ezen

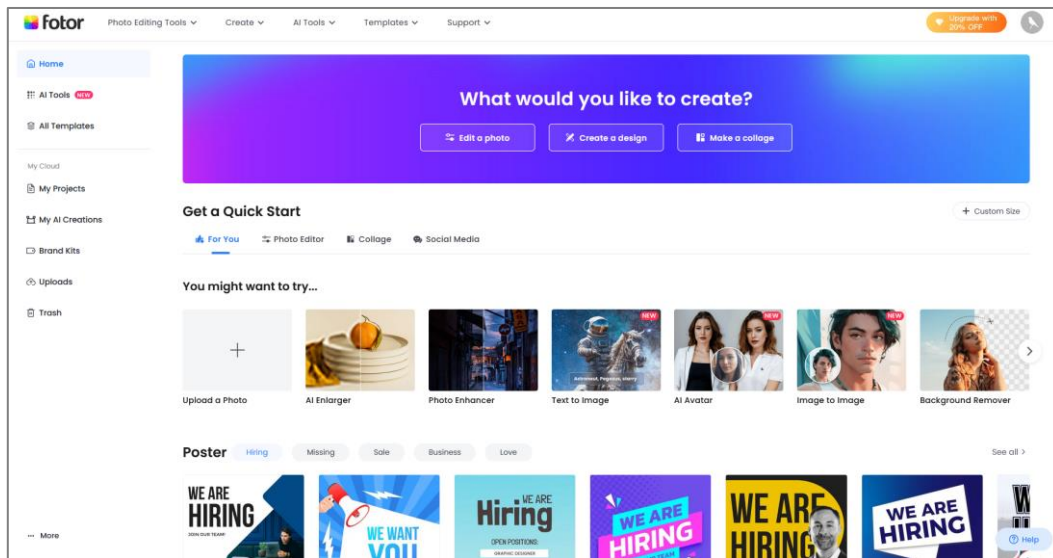
funkció leginkább az ötletelés során lehet hasznos. Néhány Lexica MI-vel generált kép látható a 7. ábrán.



7. ábra: Lexica által generált termékötletek

Az oldal előfizetéssel vehető igénybe. Van havi és éves előfizetés is, illetve tartalmaz ingyenes próbaidőszakot, amely feljogosít négyszeri képgenerálásra.

## 4.2. Fotor



8. ábra: Fotor képernyőkép [20]

A generálás ugyanúgy történik, mint az előbb, annyi különbséggel, hogy ez az oldal nem ajánl fel a leírás készítésekor szinonimákat. A képkeresés része is máshogyan működik. A feltöltött kép alapján hasonlókat generál, amely a Lexica „Generate variations” gombjával egyezik meg. Az oldal annyi képet generál, amennyit megadunk neki (1-6 között), illetve amennyi Credittel rendelkezünk.

A Fotor-nak több AI szoftvere van, lehet segítségül hívni képszerkesztéshez, képek háttérének eltávolításához és generáláshoz is.

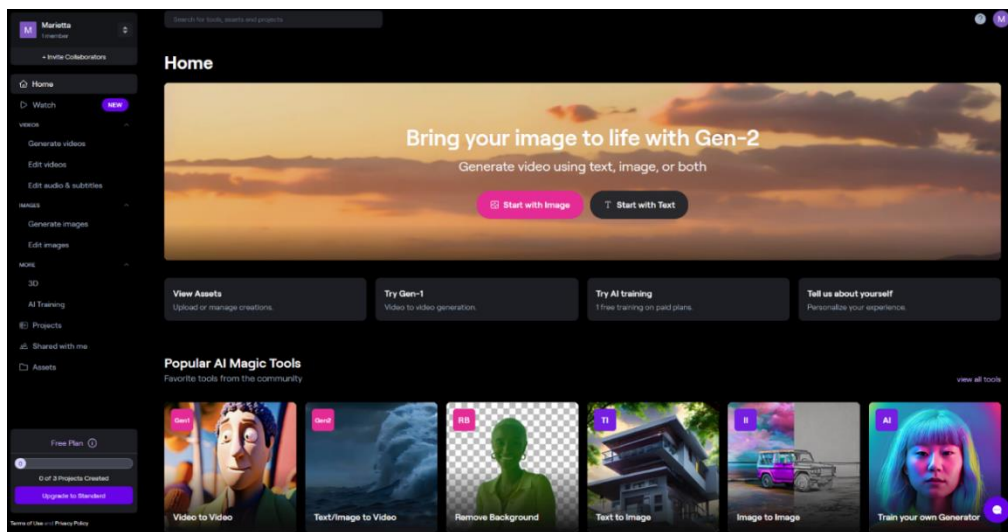


9. ábra: Fotor által generált képek

Az oldal szintén fizetős, de itt nem előfizetést kell kötni, hanem úgynevezett Credit-eket kell vásárolni. Egy Credit egy kép generálása. Így szabadon, bármikor használható, nem idő függvénye, illetve annyi képet készíthetünk, amennyiért fizetünk. 5 kép generálása ingyenes.

### 4.3. Runway

A Runway szintén több lábon áll. Tud sima képet generálni, tud videót generálni (képből vagy szövegből) és szintén lehet képet szerkeszteni (pl.: háttért eltávolítani).



10. ábra: Runway kezdőlap [21]

A képgenerálás szöveg alapján nagyon hasonlóan működik, mint a már bemutatott esetekben. Itt is választható a generált képek száma (1-4). Gyorsan elkészülnek a képek, amik letölthetőek (mint mindegyiknél). Minőségi és valósághű képeket készít.

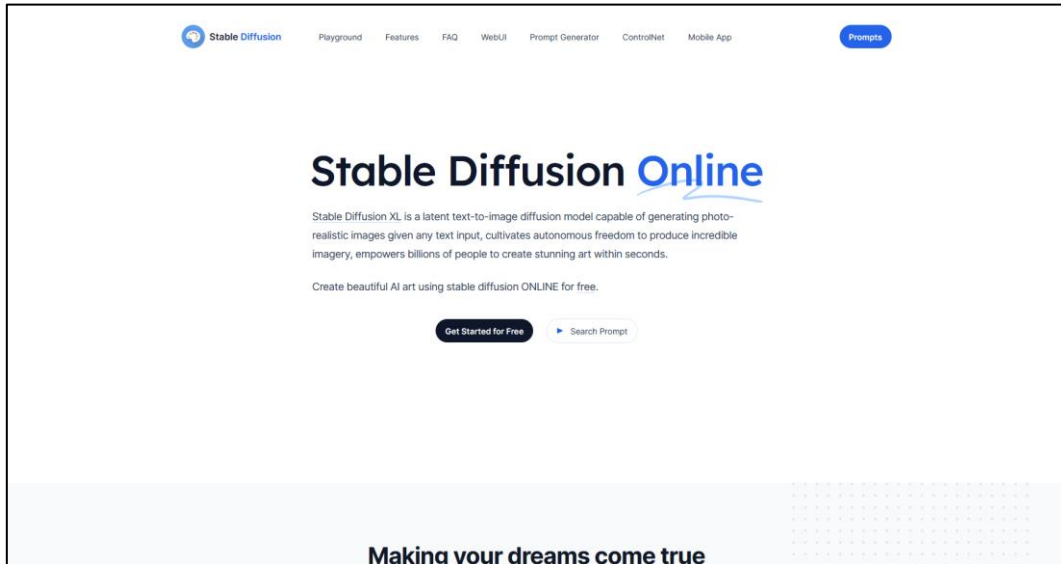


11. ábra: Runway által generált termékek

Ez az oldal is Credit-ekkel működik, viszont a Credit-eket előfizetésként lehet megvásárolni, csomagban egy hónapra, esetleg egy évre. Ingyenes próbaverzióval is használható.

#### 4.4. Stable Diffusion XL Playground

Ezen az oldalon a képgenerálás teljesen ingyenes, viszont teljesítményben jóval elmarad a korábban említett társaitól. Egy képet kapok eredményül, és ezen az oldalon kellett a legtöbb időt várni a kép elkészültére. A végeredmény szintén elmarad a korábbi példákéhoz képest.





12. ábra: Stable Diffusion XL Playground kezdőlap [22]




Némelyik képet nemigen lehetett értelmezni, furcsán futottak a vonalak és nem tűnt valódinak. Lásd 13. képen, alább.






13. ábra: Stable Diffusion képgenerálás eredménye

A design AI szoftverek elsődleges tesztjei alatt készült képeket az alábbi táblázat foglalja össze. A képek generálása szövegből történt, a táblázat 3. oszlopa tartalmazza a megadott leírást, amely alapján az MI legenerálta a képeket.

Legenerált kép	Használt szoftver	Beírt szöveg
 <p data-bbox="327 1043 740 1081"><i>14. ábra: Lexica generált kép 1.</i></p>	<p data-bbox="890 593 1045 790">Lexica Aperture v3 2023.07.24.</p>	<p data-bbox="1086 647 1343 734">Huge hanging lamp with plants</p>
 <p data-bbox="327 1872 740 1910"><i>15. ábra: Lexica gerneált kép 2.</i></p>	<p data-bbox="890 1404 1045 1601">Lexica Aperture v3 2023.08.23.</p>	<p data-bbox="1075 1350 1356 1659">Create a 5-meter- long, one-meter-wide hanging lamp with integrated planter boxes and rgb led lighting.</p>

Legenerált kép	Használt szoftver	Beírt szöveg
 <p data-bbox="331 792 735 831"><i>16. ábra: Fotor generált kép 1.</i></p>	<p data-bbox="890 524 1043 607">Fotor 2023.09.25.</p>	<p data-bbox="1094 412 1337 719">5 meters long, 1 meter wide and 1 meter high curved pendant lamp with LED lighting with plants</p>
 <p data-bbox="331 1341 735 1379"><i>17. ábra: Fotor generált kép 2.</i></p>	<p data-bbox="890 1072 1043 1155">Fotor 2023.09.25.</p>	<p data-bbox="1094 960 1337 1267">5 meters long, 1 meter wide and 1 meter high curved pendant lamp with LED lighting with plants</p>
 <p data-bbox="319 1980 748 2018"><i>18. ábra: Runway generált kép 1.</i></p>	<p data-bbox="890 1666 1043 1749">Runway 2023.10.04.</p>	<p data-bbox="1094 1554 1337 1861">5 meters long, 1 meter wide and 1 meter high curved pendant lamp with LED lighting with plants</p>



Legenerált kép	Használt szoftver	Beírt szöveg
 <p data-bbox="316 831 750 869">19. ábra: Runway generált kép 2.</p>	<p data-bbox="890 539 1046 629">Runway 2023.10.04.</p>	<p data-bbox="1094 432 1337 741">5 meters long, 1 meter wide and 1 meter high curved pendant lamp with LED lighting with plants</p>
 <p data-bbox="263 1391 801 1429">20. ábra: Stable Diffusion generált kép 1.</p>	<p data-bbox="890 1028 1046 1283">Stable Diffusion XL Playground 2023.09.25.</p>	<p data-bbox="1094 1001 1337 1310">5 meters long, 1 meter wide and 1 meter high curved pendant lamp with LED lighting with plants</p>
 <p data-bbox="263 1951 801 1989">21. ábra: Stable Diffusion generált kép 2.</p>	<p data-bbox="890 1588 1046 1843">Stable Diffusion XL Playground 2023.09.27.</p>	<p data-bbox="1094 1615 1347 1816">a long, 3d printed lamp with plant pots and plants in a meeting room</p>

4. táblázat: Példák az MI által generált termékötletekre

A fent említett négy design AI többhetes próbálgatásai során több, mint 200 képet generáltam a szoftverek segítségével. A szoftverek közül a Stable Diffusion XL maradt el társaitól, így először ezt hagytam el és további próbákat és teszteket végeztem a maradék három szoftveren. Ezek közül a Lexica és a Fotor oldalak voltak a megbízhatóbbak és gyorsabbak. Minőségi és sokrétű képeket generáltak, így a dolgozatomban végül ennek a kettő oldalnak a használatát és eredményeit fogom részletesen bemutatni.

#### 4.5. Lexica példafeladat

A kiválasztott design AI segítségével végeztem el a tervezési folyamatot. A következőkben ezen feladat eredményeit mutatom be.

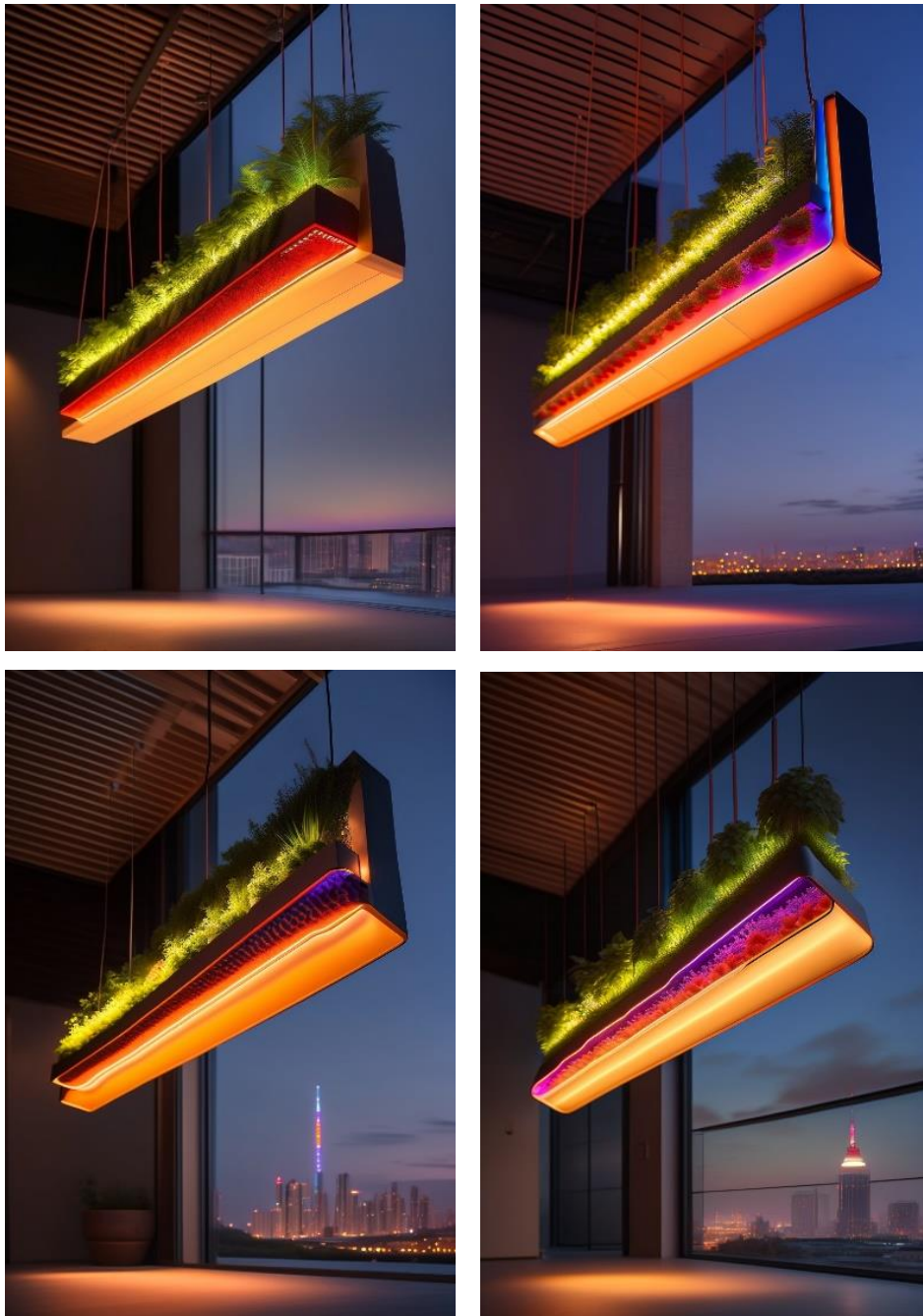
Az első ötletgenerálások során kaptam olyan verziókat, amik kifejezetten megfeleltek az elvárásoknak és design tekintetében is tetszetősek voltak. Az összes képhez tartozó leírás, szoftververzió és generálási dátum a 2. számú mellékletben megtalálható a dolgozat végén.



22. ábra: Lexica-val generált termékek

A 22. ábrán látható képek igen jól tükrözik azt a koncepciót, amit én is elképzelttem, mint hosszú, növényekkel teli, mennyezeti lámpa, amely inkább hangulatvilágítást ad és a tér díszítőeleme. Különleges, kissé futurisztikus kinézetével csodálkozásra készíti az embert. A fenti négy kép ugyanazon szöveg alapján, egyidőben generálódott.

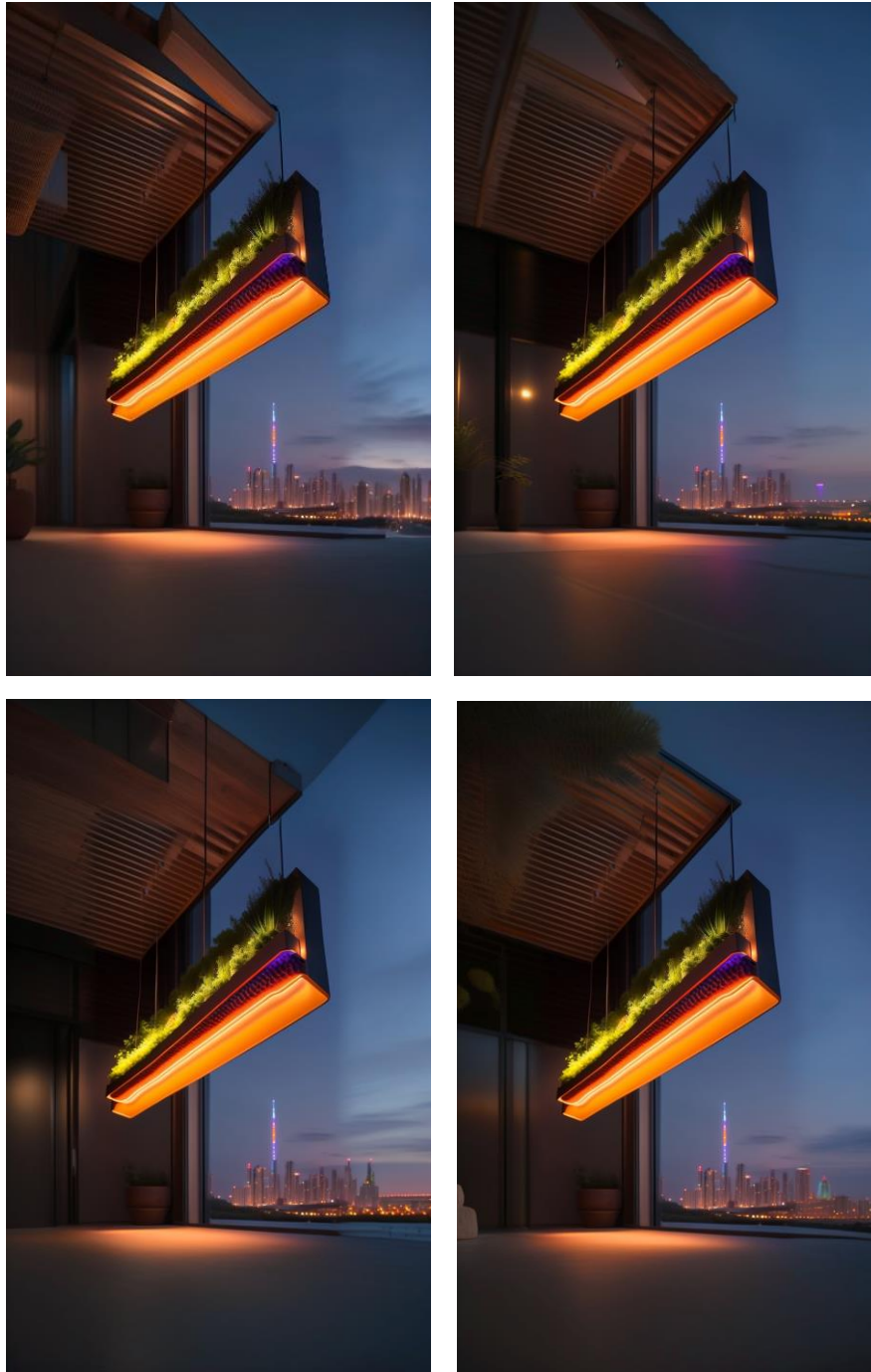
Ezek közül, balról a második kép tetszett a leginkább, így kíváncsi voltam, hogy milyen változatokat generál róla. Ha a Lexica v3 verziójában kiválasztottuk a képet, feljött egy „Generate variations” megnevezésű gomb. Ezt használtam a következő képnégyes generálásakor, aminek eredményét a 23. ábra mutatja be.



23. ábra: Lexica-val generált variációk - első körös

Jól látszik, hogy az első körös variáció generálás egészen jól működött. Meghagyta a fő geometriai formát. Változtatást a növények fajtáján és elhelyezkedésén, a megvilágításon, a rögzítő drótokon és a háttéren végzett. Én ilyesmi változtatokat vártam a szoftvertől. Kisebb változtatások, de azok látványosak és eltérőek egymástól. Ez a folyamat abszolút megfelelt az elvárásomnak, szerintem jól működött.

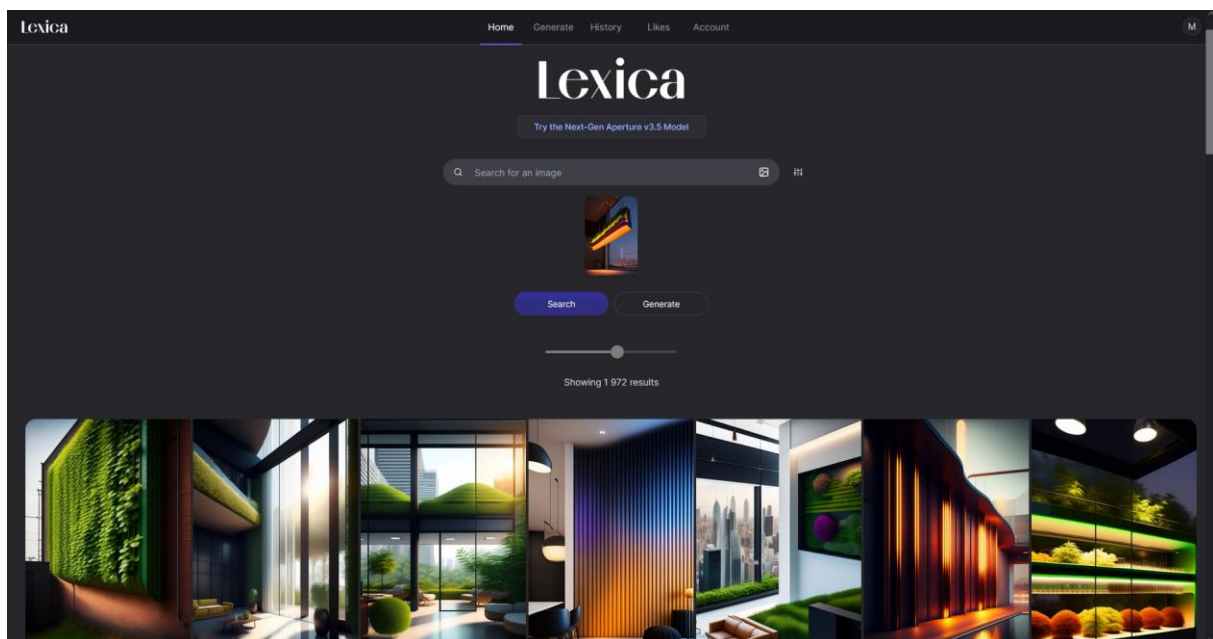
Ezután ebből a négyből is választottam egyet, aminek újabb variációt generáltattam a szoftverrel. Az így kapott képek a 24. ábrán láthatóak.



24. ábra: Lexica-val generált variációk – második körös

Ahogy az a lámpa kialakításán látszik, a korábbi négyesből a harmadik számú képet választottam. Viszont a második körös termékváltozat generálás nem sikerült olyan jól, mint az első. Jól látható, hogy ebben az esetben nem változtatott a lámpán, maradt minden eleme a korábbi. Itt a képek között csupán a háttéren lehet némi különbségeket felfedezni és azok sem annyira szembetűnőek. A háttér bal oldala fix, míg a jobb oldala, ami a kép jobb széle, egy világosabb sávként jelenik meg és változik a négy képen. Így ez a generálás, nem a korábban megtapasztalt módon működött. Közel nem végzett jó munkát ebben az esetben a Lexica.

A Lexica kezdőoldalán találunk még egy lehetőséget, a képkeresést. Ebben az esetben bármilyen képet fel lehet tölteni, és ahhoz hasonló, korábban elkészített AI képeket dob fel eredményül. Én a korábban is kiválasztott lámpaverziót adtam meg neki kiindulási képként.



25. ábra: Lexica képkereső

Látható, hogy az eredeti képtől merőben eltérő képeket kaptam eredményül. Ez igazán az ötletelés során lehet hasznos funkció, hiszen még több változat és design ötlet érhető el. A tervezési folyamatban, amikor van egy kiválasztott képem, aminek bizonyos elemeit meg akarom tartani és csak változatokat generálni róla, abban az esetben ez nem jó megoldás. Ekkor csakis a variációgenerálás hoz elvárt eredményeket. Mindenesetre ez a funkció is érdekes és remek ötleteket tud adni tervezéshez.

#### 4.6. Fotor példafeladat

A Fotor AI szoftverben is a korábban levezetett folyamatot végeztem el. Itt az első generálásom alkalmával két képet készítettem a szoftverrel.



26. ábra: Fotor által generált termékek

A két kép közül a jobb oldali felet meg jobban az elvárásoknak – bár az 5-méteres hossz korántsem teljesül - mégis azt választottam további verziók generálásához.

Itt fontos megjegyezni, hogy negatív prompt-ként beírtam, hogy az asztalon ne legyen növény, de nem sikerült levenni a képről őket. Vagyis ez nem működött. Ki tudtam választani a generálás előtt, hogy milyen stílusú képet szeretnék kapni (pl.: anime, old style stb.), valamint a „Similarity” -t is. Ezt direkt 90%-ra állítottam, hiszen a képem nagy része tetszik, így nem nagy eltérést szerettem volna elérni.



27. ábra: Fotor termékgenerálás 90%-os similarity-vel

Mielőtt valaki azt hiszi, ugyan azt a képet raktam be kétszer, hát nem! A különbség a két kép között mindössze annyi, hogy némi kontrasztot és fényt változtatott a falon a sarokban, valamint a két kaspón. De ezek annyira „láthatatlanok”, hogy teljesen egyformának tűnnek. Mivel ezt a kis eltérést, gondoltam, a magas Similarity okozza, így készítettem egy újabb változatgenerálást, aminél 65%-ra csökkentettem a korábbi 90%-os értéket. A két kép között így sem igen láttam változásokat, viszont ebben az esetben az eredeti képhez képest nagyobb a kép stílusa közötti eltérés. Míg az első esetben fotorealisztikus képeket kaptam, a második generálás esetén, ennél jóval elmosódottabb és nem realiztikus a végeredmény. Így, hogy gyanúmat beigazoljam, generáltattam olyan képeket, amiknél a Similarity értékét 10%-nak adtam meg.



29. ábra: Fotor termékgenerálás 65%-os similarity-vel



28. ábra: Fotor termékgenerálás 10%-os similarity-vel

És hát látszik, hogy a kezdeti kép csak nyomokban fellelhető ezeknél a változatoknál. Vagyis a Similarity parancs ebben az esetben nem azt szabja meg, hogy a generált képek változatai között mekkora hasonlóság legyen (ami nekem alapvetően logikus lenne), hanem a kezdeti képhez képest mekkora hasonlósággal generálja le az összes verziót. Minél kisebb ez az érték, annál kevésbé valószínű képet kapunk eredményül, annak ellenére is, hogy Promptként szerepel a fotórealisztikus szó a leírásban.

Mivel a Similarity mindössze a kép megjelenésének stílusára van hatással, így ügyefogyottá válik a stílus kiválasztása ebben a folyamatban. Ezen parancsnak, szerintem, értelmesebb funkciót is lehetne adni. Mondjuk ezzel lehetne megszabni, hogy a leggenerált képek között mekkora legyen a hasonlóság, vagyis mennyi mindent változtasson a változatok között.

## 5. Összefoglalás, a kapott eredmény bemutatása

Az előző fejezetben bemutatott képek inkább az MI működését mutatják be, nem kifejezetten az én fejemben kitalált és körvonalazódott lámpához hasonlítanak. A diplomatervemhez a jövőben is fognak még termékötletek készülni és még több generált kép fogja segíteni a munkámat. De szerencsére, ezen dolgozat megírása alatt is sikerült olyan termékötleket generálnom, amelyek közel állnak az elképzelésemhez és megfelelnek a követelményeknek is – már amennyire egy látványtervről ezt meg lehet ítélni. Ezekről ebben a fejezetben ejtek néhány szót. A teljesség igénye nélkül, bemutatok olyan ötleteket, amelyek ígéretes terméknek ítélek és/vagy a jövőben inspirációként fel tudok használni a tervezéshez.





30. ábra: Követelményjegyzéknek és az elvárásoknak is megfelelő termékötletek

Mind a négy kiválasztott képen dominál a hosszúkás design, a növényzet és a világítás is. A legnagyobb gond ezekkel az ötletekkel, hogy jelenleg 3D nyomtatással való gyártásuk nem költséghatékony. Jóval egyszerűbb más gyártástechnológiával és egyéb, nem polimer alapanyagból elkészíteni. Éppen ezért ezen ötletek abszolút tovább-gondolásra és -tervezésre várnak, hiszen a legfontosabb követelményeknek megfelelnek és az elképzelésemhez is közel állnak. De nekem az elsődleges célom, egy olyan design megalkotása, ami annyira szabálytalan, íves és kecses, amely igazán alkalmassá teszi a terméket a 3D nyomtatásra. Mind a négy ötletbe plusz íveket kell bevinni, plusz design elemekkel tarkítani a lámpát, hogy még különlegesebbé váljon az emberek számára.

Készült néhány olyan ötlet is, amelyek önmagukban nem feleltek meg a követelményeknek, vagy nem nyerték el a tetszést teljes egészében, viszont kiemelendő rajtuk néhány kisebb-nagyobb elem, amelyek remek ötletek és jól jöhetnek az általam tervezni kívánt lámpához.



31. ábra: Nem felel meg minden követelménynek, de használható elemeket tartalmazó termékötletek

A bal felső képen a kétszintes kialakítás tetszik igazán, valamint az, hogy RGB fény is megjelenik rajta. A bal alsó „egyszerű” lámpabúra design-ja fogott meg, kifejezetten könnyű ehhez hasonló minták nyomtatása és rendkívül látványos, mikor a fény átvilágítja azt. A jobb felső képen, a kör kialakítású mennyezeti lámpa esetében, az összhatás ragadott meg. Nem lámpaként, hanem sokkal inkább a szoba díszeként látom a terméket, és nekem is ez a célom. A jobb alsó képen lévő kacskaringós lámpa szintén egy olyan design, amit 3D nyomtatással roppant egyszerű legyártani, és nem melleleg különleges díszként hat.

A felsorolt lámpák, illetve azok elemeit akár teljes egészében, akár átdolgozva, fel tudom használni a tervezésben. Természetesen, ezek kizárólag a külső megjelenéshez adnak ötleteket, a teljes szerkezet kialakítása még kérdéses és tervezésre vár. Ebben a részben jelenik meg majd az én szerepem. Modell készítése, termékcsaláddá bővítés és teljes műszaki dokumentáció minden része a tervező, jelen esetben majd az én feladatom lesz.

## 6. Konklúzió

Mindkét használt design AI szoftver teljes mértékben megfelelt a korábban feltételezett elvárásoknak. Természetesen, voltak olyan eredmények, amik nem használhatóak, de finomhangolással ezek javíthatóak. Vagy megfelelő tervezői szemlélet következtében elhagyandók. Itt látszik ugyanis, hogy az rendben van, hogy pillanatok alatt szinte bárki tud generáltatni képeket az MI-vel, de azok közül csak szakértelemmel rendelkező személy tudja kiválasztani a megfelelő, gyártható termékeket. Ugyanis kiderült a tesztek során, hogy több olyan kép is készült, amik esetében nem lehet megmondani, hogy hogyan lehet azt legyártani. Így, ha egy „laikus” kezébe kerülnek a képek, könnyen válaszhat olyan megoldást, amit nem lehet abban a formában legyártani. Úgyhogy az MI szoftverek ötletelés szintjén remekül segítik a tervezők munkáját, de minőségi, átgondolt termékek generálása nem igazán megy (még) nekik. Vagyis mindenképp elengedhetetlen egy tervező, aki kordában tartja az elrugaszkodott és a megvalósítható termékötleteket.

Mivel az MI még csak most kezdett beférkőzni a mindennapokba, így még nem kiforrott rendszer. Minél többen fogják, eltérő háttérrel használni, annál több visszajelzés érkezik a szoftverek készítőihez és annál jobban fogják finomítani a szoftvereket. Mi sem mutatja jobban ezt a folyamatot, mint az, hogy a Lexica-nak idén augusztusában még a v3 verziója volt elérhető, most már v3.5 verziója használható. A korábbi verzióhoz képest kivettek egy funkciót, amiről korábban szó volt (a képvariációk generálása). A funkció maga egy remek ötlet és egy generáláskor jól is működött, reméljük a közeljövőben visszakerül a funkció javított verziója.

Ez a fajta fejlődés mindegyik szoftverre igaz és kíváncsian várom, hogy mit hoz a jövő ezen a területen. Egy következtetés azonban biztosan levonhatunk. Mindenképp szükséges ember a tervezéshez, teljesen nem fog kiváltani egy tervezőt az MI, segíteni és gyorsítani tudja a munkát. A modellezés még mindig a tervező dolga, valamint a megfelelő termékek kiválasztása és a döntéshozás is. Ezt nem lehet automatizálni. Legalábbis még.

## 7. Hivatkozások

- [1] Dr. Bercesy Tibor, Dr. Horák Péter: Terméktervezés módszertana BME, GSZI 2007.03.27., 17. fólia
- [2] Central European Journal of Gastroenterology and Hepatology Volume 7, Issue 3 / October 2021., 121-127. oldal [http://real.mtak.hu/133491/7/Gastro\\_2021\\_03\\_Buz%C3%A1s.pdf](http://real.mtak.hu/133491/7/Gastro_2021_03_Buz%C3%A1s.pdf) (elérés: 2023.10.12.)
- [3] Warren McCulloch, Walter Pitts: A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity, Bulletin of Mathematical Biophysics, 5. 1943., 115–133 oldal
- [4] A Turing-teszt az e-társadalom napi gyakorlata (Turing-test is an everyday practice in the e-society) eVilág, I. évfolyam 9.szám, 2002/december  
[http://www.titoktan.hu/\\_raktar/\\_e\\_vilagi\\_gondolatok/6.GondolTuringteszt.htm](http://www.titoktan.hu/_raktar/_e_vilagi_gondolatok/6.GondolTuringteszt.htm) (elérés:2023.10.12.)
- [5] Norbert Wiener munkássága - <https://www.britannica.com/biography/Norbert-Wiener> (elérés: 2023.10.20.)
- [6] Artificial Intelligence Coined at Dartmouth: <https://home.dartmouth.edu/about/artificial-intelligence-ai-coined-dartmouth> (elérés: 2023.10.12.)
- [7] John McCarthy: What is Artificial Intelligence?, Computer Science Department Stanford University, Stanford, 2007., 2. oldal
- [8] Clifford A. Pickover: Artificial Intelligence: An Illustrated History: From Medieval Robots to Neural Networks. Sterling, New York. 2019.
- [9] <https://chat.openai.com/c/f239100e-043c-438f-a75f-8dc0896e6416> (elérés: 2023.10.25.)

### Képek forrásai:

#### Reklámtáblák:

- [10] <https://sankoreklam.com/tabela-urun-detayi/tabela-tabela-66totem-tabela-fiyatlari-totem-tabela-totem-tabela-modelleri> (elérés: 2023.09.10.)
- [11] <https://architizer.com/projects/sunset-billboard/> (elérés: 2023.09.10.)
- [12] <https://rs.locationshub.com/Home/Mosaic?rsLocationId=043-10083774> (elérés: 2023.09.10.)

#### Standok:

- [13] <https://www.behance.net/gallery/148383471/Starbucks/modules/838177281> (elérés: 2023.09.10.)
- [14] <https://www.behance.net/gallery/27536981/Exhibition-stand> (elérés: 2023.09.10.)

[15] [https://en.wikiarquitectura.com/aprovechamiento\\_30\\_mts2-2/](https://en.wikiarquitectura.com/aprovechamiento_30_mts2-2/) (elérés: 2023.09.10.)

*Lámpák:*

[16] <https://officesnapshots.com/2019/11/13/huckletree-offices-london/> (elérés: 2023.09.10.)

[17] <https://www.greenair.co.nz/projects> (elérés: 2023.09.10.)

[18] <https://hkenrich.en.made-in-china.com/product/qZQAPaUCXhkX/China-Dali-Dimmable-Oval-Style-LED-Pendant-Lighting-Modern-Design-Different-Shell-Colors.html>  
(elérés: 2023.09.10.)

[19] Lexica kezdőoldal - <https://lexica.art/> (elérés: 2023.10.04.)

[20] Fotor kezdőoldal - <https://www.fotor.com/> (elérés: 2023.10.04.)

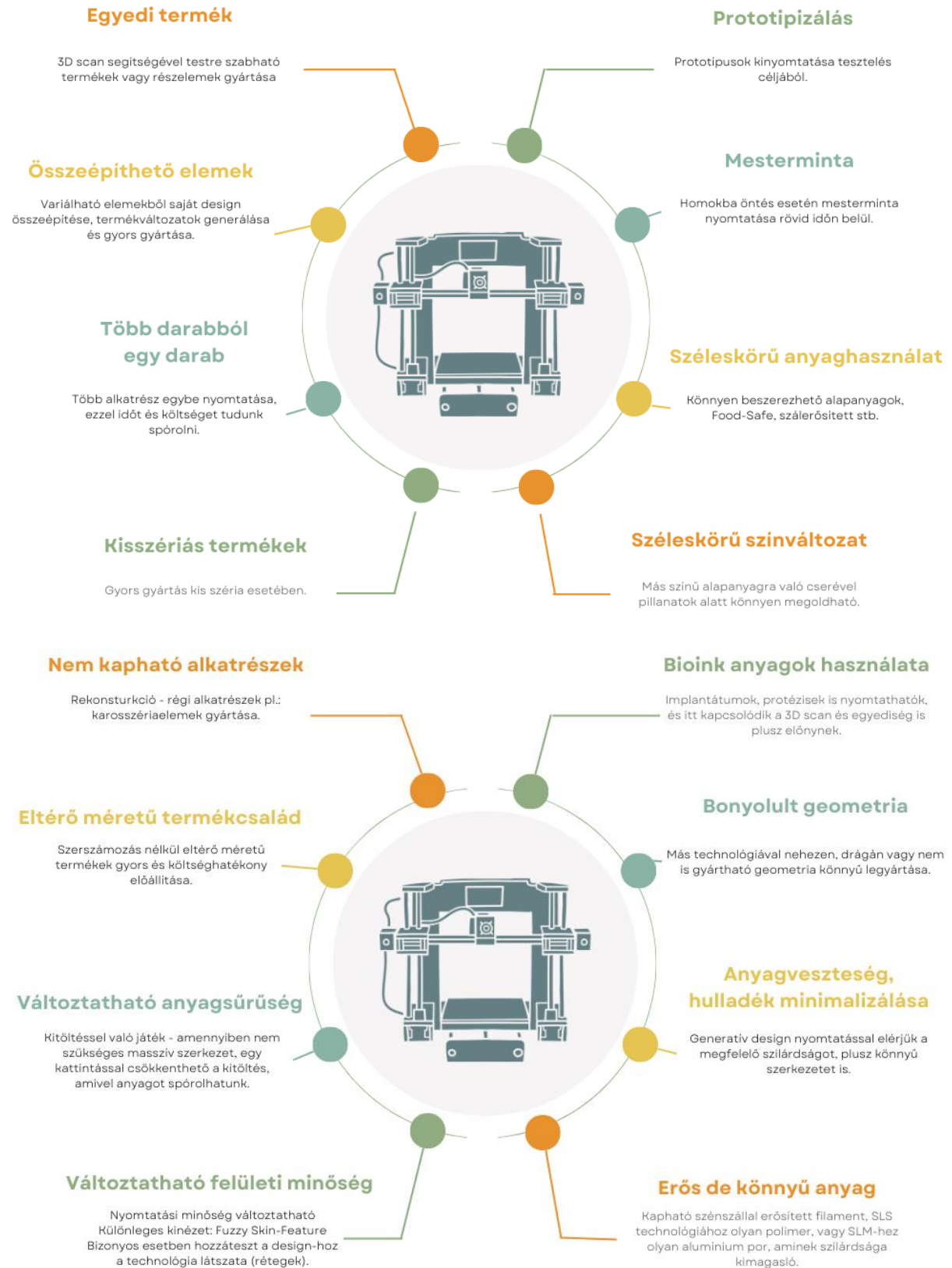
[21] Runway kezdőoldal - <https://runwayml.com/> (elérés: 2023.10.04.)

[22] Stable Diffusion kezdőoldal - <https://stablediffusionweb.com/> (elérés: 2023.10.04.)

## 8. Mellékletek

### 1. számú melléklet – 3D nyomtathatóság szempontjai Mind-map-en összefoglalva

# 3D nyomtatás előnyei



## Újrahasznosítható alapanyag

Újrahasznosítható alapanyagokkal tudunk dolgozni, a termék is újrahasznosítható.

### Költségcsökkentés

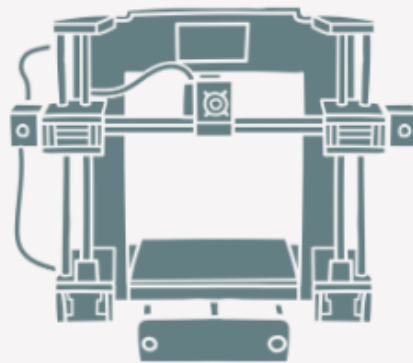
Szerszámozás nélküli, egyedi, kiszériás termékek gyártása esetében.

### Gyártási sebesség lecsökkenhet

Nem kell fröccsöntő szerszámot gyártani, így rövidül a termék elkészítési ideje.

### Változtatható keménység (Sh)

TPU, ABS, PLA, PETG stb. akár egy terméken belül 2 db extruder esetében megoldható az együtt nyomtatásuk.





## 2. számú melléklet – AI által generált képek leírásai, szoftververziók és generálási dátumok

Kép megnevezése	Leírása	Szoftver	Dátum
4. ábra	3d printed pendant lamp with plants	Lexica Aperture v 3.5	2023.10.30.
5. ábra	3d printed pendant lamp with plants, RGB light, long design, photorealistic render, conference room	Lexica Aperture v 3.5	2023.10.30.
7. ábra	pendant lamp, made by 3D printed technology, have spot lights, have plant pots, meeting room, long design with curves	Lexica Aperture v 3.5	2023.10.17.
7. ábra	pendant lamp, made by 3D printed technology, have spot lights, have plant pots on the lamp, conference room, long design	Lexica Aperture v 3.5	2023.10.17.
7. ábra	In a sketch style draw a long hanging lamp	Lexica Aperture v 3.5	2023.09.20.
7. ábra	5 meter long ceiling light, collage art style	Lexica Aperture v 3.5	2023.09.20.
9. ábra	5 meters long, 1 meter wide and 1 meter high curved pendant lamp with LED lighting with plants	Fotor	2023.09.25.
9. ábra	Pendant lamp, with plant pots and plants, 3D printed technology, in a meeting room	Fotor	2023.10.26.

<b>Kép megnevezése</b>	<b>Leírása</b>	<b>Szoftver</b>	<b>Dátum</b>
<b>11. ábra</b>	3D printed curved chandelier with LED lighting, 5-meter long, decorated with plants, for the office	Runway	2023.10.04.
<b>13. ábra</b>	a long, pendant lamp with plant pots and plants in a meeting room	Stable Diffusion XL Playground	2023.09.27.
<b>22. ábra</b>	Create a 5-meter-long, one-meter-wide hanging lamp with built-in plant pots and rgb led lighting.	Lexica Aperture v3	2023.08.23.
<b>23. ábra</b>	A kiválasztott kép további variációinak generálása (Create a 5-meter-long, one-meter-wide hanging lamp with built-in plant pots and rgb led lighting.)	Lexica Aperture v3	2023.08.23.
<b>24. ábra</b>	A kiválasztott kép további variációinak generálása (Create a 5-meter-long, one-meter-wide hanging lamp with built-in plant pots and rgb led lighting.)	Lexica Aperture v3	2023.08.23.
<b>26. ábra</b>	Pendant lamp, with plant pots and plants, 3D printed technology, in a meeting room	Fotor	2023.10.26.
<b>27. ábra</b>	A kiválasztott kép további változata, old style és 90os similarity, negative prompt: plants on	Fotor	2023.10.26.

Kép megnevezése	Leírása	Szoftver	Dátum
	table, plusz szöveg: bigger lamp design		
<b>28. ábra</b>	A kiválasztott kép további változata, old style és 65os similarity, negative prompt: plants on table, plusz szöveg: bigger lamp design	Fotor	2023.10.26.
<b>29. ábra</b>	A korábban kiválasztott kép további változata; negative prompt: no plant on table, 10os similarity, prompts: 3D printed, photorealistic	Fotor	2023.10.26.
<b>30. ábra</b>	pendant lamp, made by 3D printed technology, have spot lights, have plant pots on the lamp, conference room, long design	Lexica Aperture v3.5	2023.10.17
<b>30. ábra</b>	3D printed curved chandelier with LED lighting, 5-meter long, decorated with plants, for the office	Runway	2023.10.04.
<b>30. ábra</b>	5 meters long, 1 meter wide and 1 meter high curved pendant lamp with LED lighting with plants	Fotor	2023.09.25.
<b>30. ábra</b>	pendant lamp, made by 3D printed technology, have spot lights, have plant pots on the lamp, conference room, long design	Lexica Aperture v3.5	2023.10.17

---

<b>Kép megnevezése</b>	<b>Leírása</b>	<b>Szoftver</b>	<b>Dátum</b>
<b>31. ábra</b>	Create a 5-meter-long, one-meter-wide hanging lamp with built-in plant pots and rgb led lighting.	Lexica Aperture v3	2023.08.23.
<b>31. ábra</b>	3D printed curved chandelier with LED lighting, 5-meter long, decorated with plants, for the office	Runway	2023.10.04.
<b>31. ábra</b>	3D printed pendant light, industrial style, plants, black, rosegold, realistic	Lexica Aperture v3.5	2023.10.18.
<b>31. ábra</b>	modern ceiling light	Lexica Aperture v3.5	2023.10.18.