Grafikus Rendszerek Projektmunka

Mechanikus Billentyűzet modellezés és animáció

Készítette: Pataki Dávid Ferenc

*Debrecen, 2024*

Tartalomjegyzék

[Élképzelés 3](#_Toc167981217)

[Blender 4](#_Toc167981218)

[Modellek és Textúrák 4](#_Toc167981219)

[Billentyűzet 4](#_Toc167981220)

[Billentyű (Keycap) 4](#_Toc167981221)

[Billentyű Textúra 5](#_Toc167981222)

[Switch 6](#_Toc167981223)

[PCB 7](#_Toc167981224)

[PCB Textúra 8](#_Toc167981225)

[Billentyűzetház 9](#_Toc167981226)

[Súly 10](#_Toc167981227)

[Hátlap 10](#_Toc167981228)

[Szivacsok 10](#_Toc167981229)

[Egyéb modellek a jelenetben 10](#_Toc167981230)

[Asztal 11](#_Toc167981231)

[Asztalalátét 11](#_Toc167981232)

[Képernyő 11](#_Toc167981233)

[Képernyő Tartó 11](#_Toc167981234)

[Képernyő szöveg 11](#_Toc167981235)

[3rd party modellek 12](#_Toc167981236)

[Bögre pozicionálása 12](#_Toc167981237)

[Kábel 12](#_Toc167981238)

[Scripting 13](#_Toc167981239)

[SetMesh.py 13](#_Toc167981240)

[AssignAnimation.py 13](#_Toc167981241)

[AssignTextAnimation.py 13](#_Toc167981242)

[Animáció 15](#_Toc167981243)

[Render + Végső lépések 17](#_Toc167981244)

[Irodalomjegyzék 18](#_Toc167981245)

[Források: 18](#_Toc167981246)

# Élképzelés

Modellezés előtt el kellet döntenem, hogy mi is legyen az animáció tárgya.  
Organikus élőlényt nem szerettem volna modellezni, mert ahhoz, hogy az jól is nézzen ki, több művészeti tehetség kell, mint ami nekem van. Ezért valamiféle precízebb tárgyra kellet fokuszálnom, amelynek méretei pontosan vannak dokumentálva. Ekkor jött az ötlet, ha már nincs annyi pénzem, hogy vegyek egy mechanikus billentyűzetet, akkor miért ne modelleznék le egyet.

A projektem főpontja egy mechanikus billentyűzet összerakása és annak „használata”.  
A billentyűzet maga a [Polaris V1](https://ai03.com/projects/polaris/) modellen alapul, amelynek az összerakását és alkatrészeinek kinézetét a honlapon lévő dokumentációból és az alábbi videók alapján modelleztem le.

* [Polaris Build Stream By Taeha Types](https://youtu.be/sjHS8r55wiE)
* [Timelapse : Polaris Mechanical Keyboard Build with Novelkeys Creams by TaeKeyboards](https://youtu.be/PERTVJFSgRg)

Modell nem tökéletes másolata a képeken látható billentyűzetnek, csavarok például teljesen ki vannak hagyva a modellezésből, de az összerakott billentyűzet eléggé hasonlít a valódihoz.

Amennyiben a videó nem fut le, a [YouTube](https://youtu.be/ZfcU8RDO-fY)-on is elérhető (gyengébb minőségben).  
Egész projekt, egyéb képek és .docx dokumentáció elérhető [Github](https://github.com/GitDevla/uni/tree/main/Blender)-on.

|  |  |
| --- | --- |
| 1 referencia | 2 saját modell |
| 3 referencia | 4 saját modell |

# Blender

Dokumentáció és képek főbbként a teljes projekt elkészítése után készült, mert elég nehéz úgy dokumentálni valamit, hogy még te se vagy biztos a végeredményben. Ezért valamennyi részletet lehet elhagyok, de próbálom minél pontosabban dokumentálni azt.

Auto-Smooth szinte az összes objektumon van különböző él beállításokkal ezt nem fogom mindenhol dokumentálni.  
Ahol egy egyszerű szín van textúrának megadva azt se fogom részletesen dokumentálni.

## Modellek és Textúrák

Csak a modellek és textúrázással kapcsolatos információk. Amennyiben egy objektum pl. csontozva van animálás miatt az [Animáció](#_Animáció) fejlécben lesz részletesen leírva.

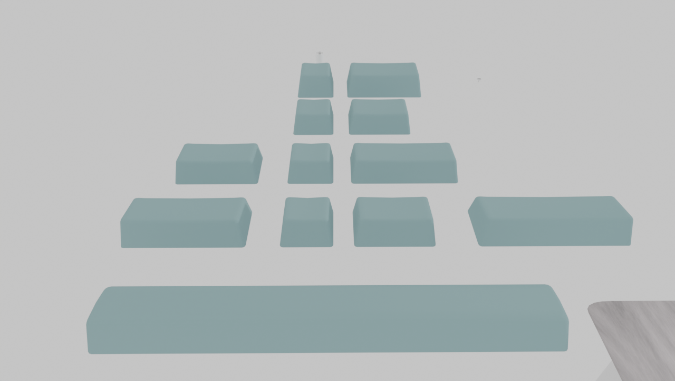
Modellezés során próbáltam minél pontosabban betartani a valós méretezéseket, ezt nagyrészt meg is valósítottam, de párszor elcsúsznak a dolgok.  
Főbb elemeknél figyeltem a modell topológiájára, a N-gon csökkentésére és az oldalak normál irányára.

### Billentyűzet

#### Billentyű (Keycap)

A billentyűket a Cherry Profil alapján készítettem.

|  |  |
| --- | --- |
| 5 Billentyű referencia 1 | 6 Billentyű referencia 2 |

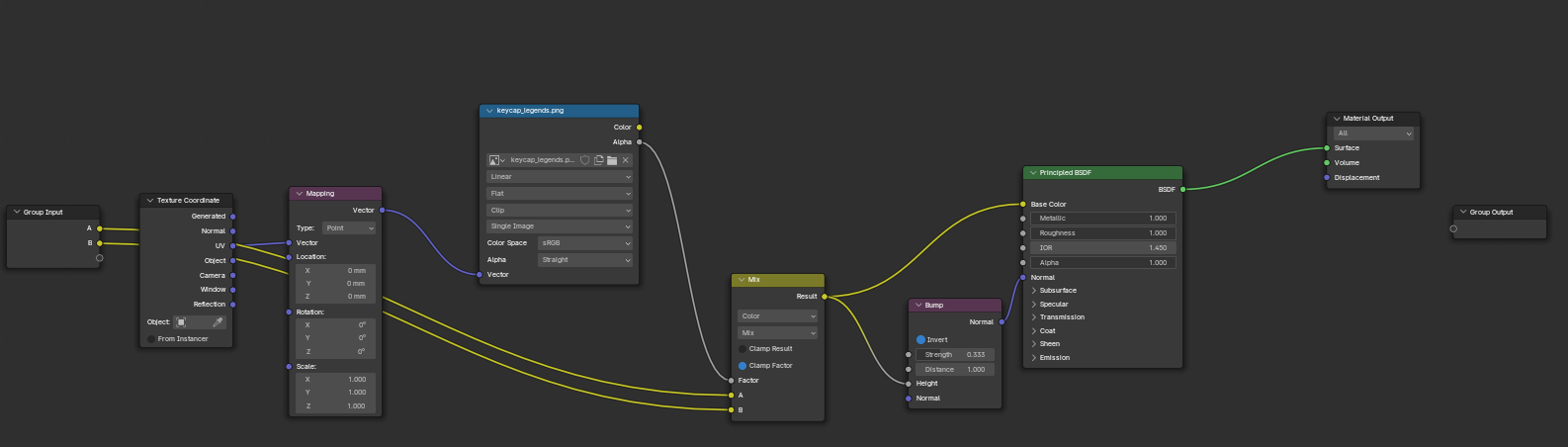
  
A modell egy egyszerű kocka objektummal kezdődődött, aminek sarkait a megadott kép alapján pozícionáltam. Solidify módosítóval adtam neki vastagságot (1.2mm), majd az alját levágtam.  
Billentyű tetején található völgy eléréséhez, 3 részre osztottam a modellt Loop Cut segítségével, majd Proportional editing-el lentebb toltam 0.5mm el.  
Ezután az oldalsó és felső oldal éleit elsimítottam 1.3mm-el.  
Az elején törölt alsó oldal helyett a megfelelő éleket összekötöttem.

7 Billentyű modell textúra nélkül

Legvégül egy 60° Auto smooth-l lekerekítettem az éleket.  
Alján található „törzs” egy egyszerű henger objektum, aminek a két oldallapjára egy-egy téglalap segítségével kivágtam a megfelelő „+” csatlakozást, majd a kapott objektumot Selection to Cursor és Snap To Edge beállításokkal megfelelő helyre igazítottam.

##### Billentyű Textúra

A projektben található 3 különböző szín eléréséhez készítettem egy generikus, képen látható, textúra csoportot. Ennek két szín bemenete van, amellyel lehet változtatni a billentyű háttérszínét és szöveg színét.



8 Billentyű generikus textúra

A generikus textúrához [Paint.net](https://www.getpaint.net/)-ben létrehoztam egy saját textúrát. A billentyűk körvonalát UV map Project from view gombbal kiszedtem, fölösleges részeket kihúztam a projekcióból majd, manuálisan ráírtam a megfelelő angol és japán hiragana betűket, azért japán mert betölti az elpazarolt helyet és érdekesebbé/egyedibbé teszi a modellt.

|  |  |
| --- | --- |
| 9 Billentyű felírat paint.net-ben (piros vonalak az egyenesség betartásához van) | 10 Billentyű modellek rendezve és textúrázva |

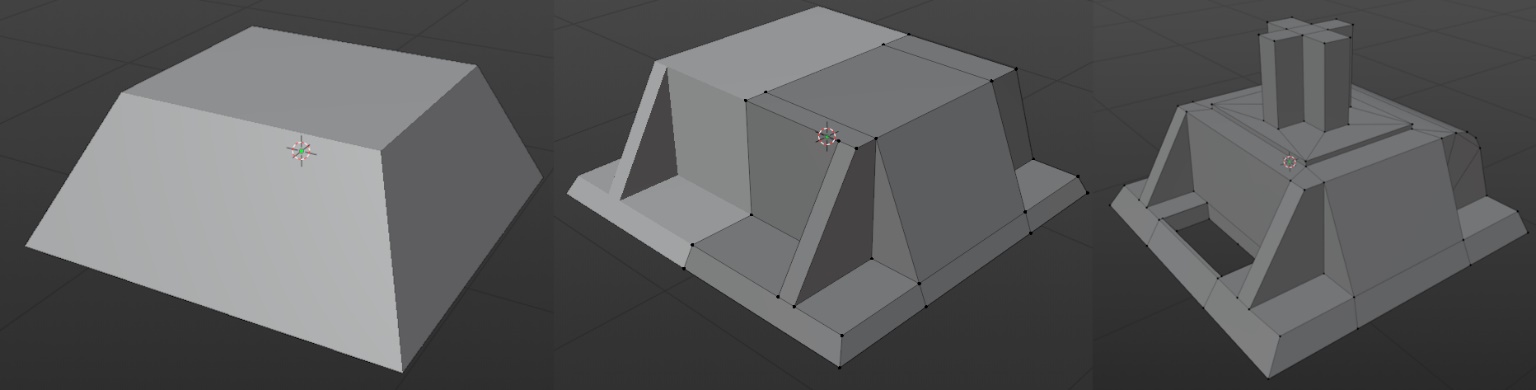
Ezután a képből kinyert színekből egy Mix node-al és egy Bump node-al „ráégetem” a betűket a billentyűkre.

#### Switch

11 Switch modell

Switch, magyar nevén kapcsoló, lényege lenyomás esetén a PCB-n lévő áramkör bezárása, ezzel kinyerve a megnyomott gomb „betűjét”.

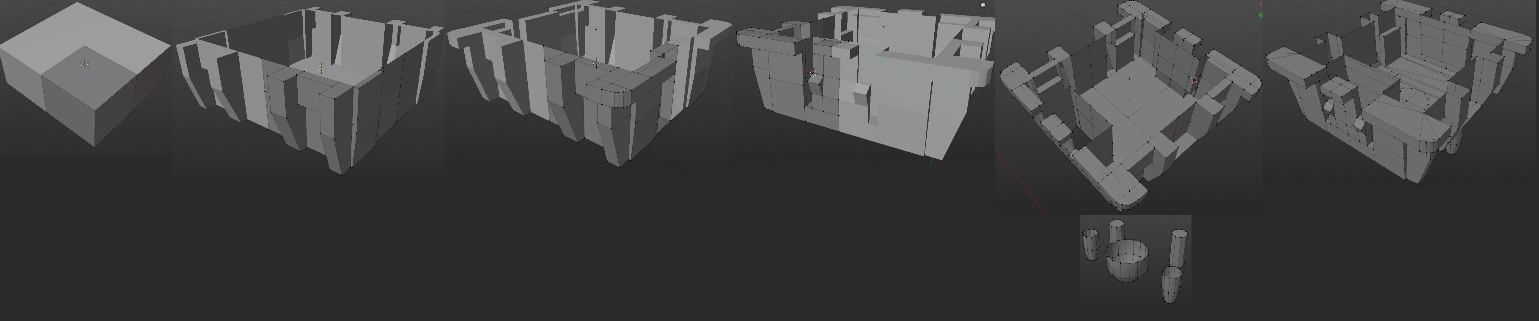
A modellt 2 külön részben modelleztem, teteje és az alja.  
Teteje egy kocka amire Mirror módosítóval csak a felét modellezem.  
A kiinduló objektum egy kocka, aminek a tetejét bentebb húztam.  
Ezután Loop Cutt-al elvágtam alul és az oszlopok helyén, a Loop Cut pontjait Snap To és Edge Slide-al egyenesbe és megfelelő helyre pozícionáltam.  
A vájatok eléréséhet megfelelő oldalakat kivágtam és Duplicate Verticies, Snap to és Create Face-el létrehoztam a köztes oldalakat.  
A megfelelő sarkát lekerekítettem. A tükör módosítót elfogadtattam.  
Tetején az illeszkedési pont az a [Billentyű (Keycap)](#_Billentyű_(Keycap))-ből kivágott „+” -ból készült, csak most kivágás helyett, az inverzét húztam és kötögettem össze.  
Ezután manuálisan javítottam a topológián. Az egyik oldalán lévő kivágás később jött a modellezés során, amely egy Insert Face után létrejött oldal kitörlése és azután a modellben lévő lyukak kijavításából állt.



12 Switch felső részének modellezése

Az alja egy picikét komplikáltabb.  
Itt inkább egy sima kockából kifele építettem, kockát Mirror módosítóval letükröztem 3 fele, hogy könnyebb legyen a modellezés.   
Ezután a kiállásokat kezdtem el modellezni, ahol Loop Cut, Subdivide, Extrude, Edge Slide és Move műveletekkel az adott oldalakon kihoztam a geometriát. A tetején lévő platformhoz a kiálló oszlopok megfelelő oldalakat felosztottam és kintebb húztam, majd a sarkára adtam egy kerekítést.   
Oldalán lévő kampók szintúgy ilyen módon készült, csak ott még volt oldal, amit bentebb Extrude-oltam és a fölösleges oldalakat töröltem.   
Ezután alkalmaztam a módosítót és az egyik oldalán lévő mélyedést kibővítettem, alsó lapját töröltem. Az alján lévő kapcsolódások sima henger/téglalap, aminek az alsó oldala összébb van húzva.

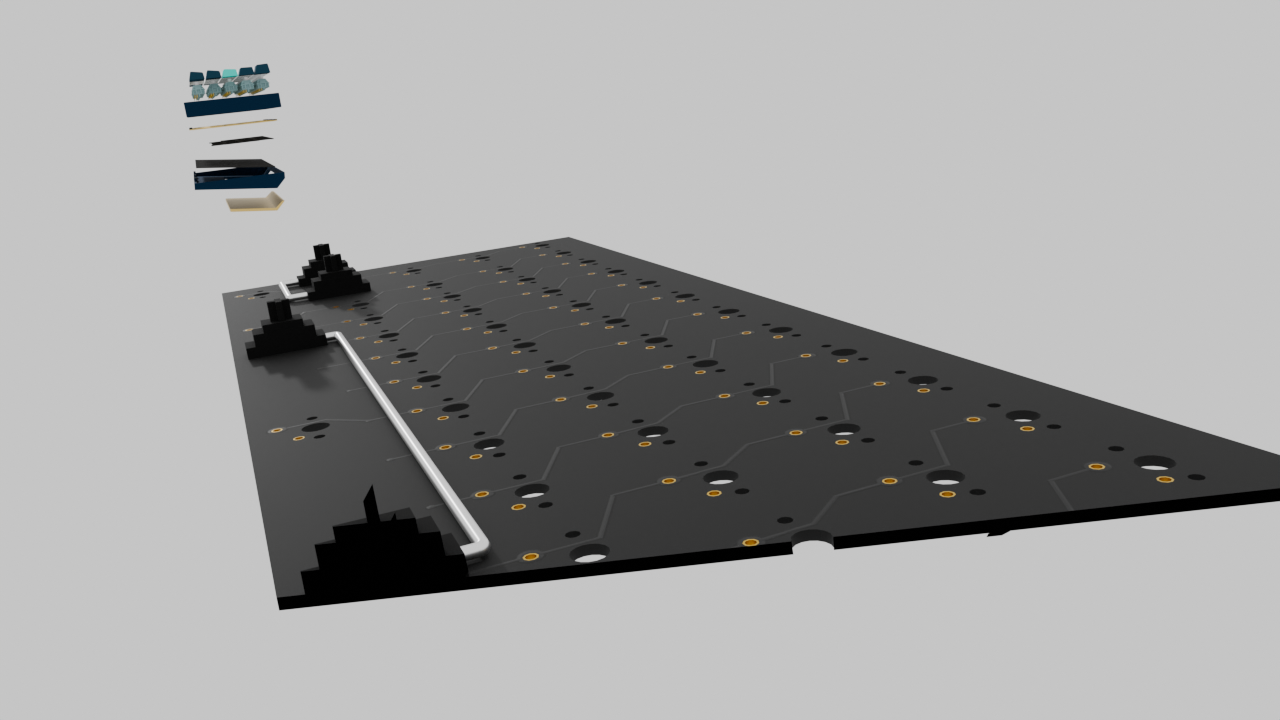
Ahogy a képen is látható a jelenlegi felállás topológiája borzalom, de egy könnyen módosítható modell, szóval ezt manuálisan javítottam Subdivide-al, megfelelő pontok összekötögetésével és a Ctrl+T és Alt+J billentyű kombinaciókkal. Eközben a modell arányait folyamatosan javítgattam.

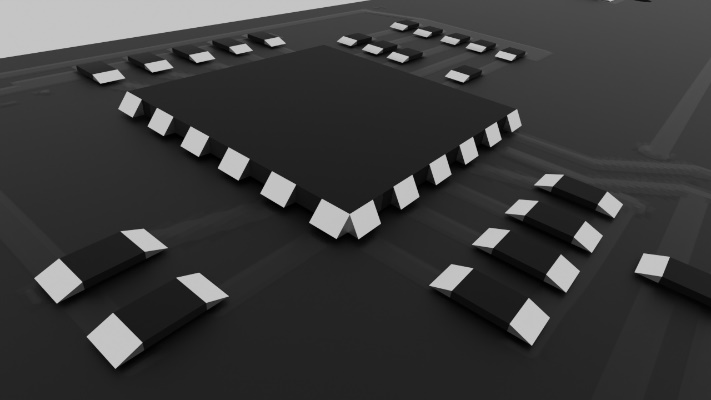


13 Switch alsó részének modellezése

Ezután a két oldalt összeraktam és egy objektumként összefűztem.  
Textúrája 3 egyszerű műanyag és arany szín.

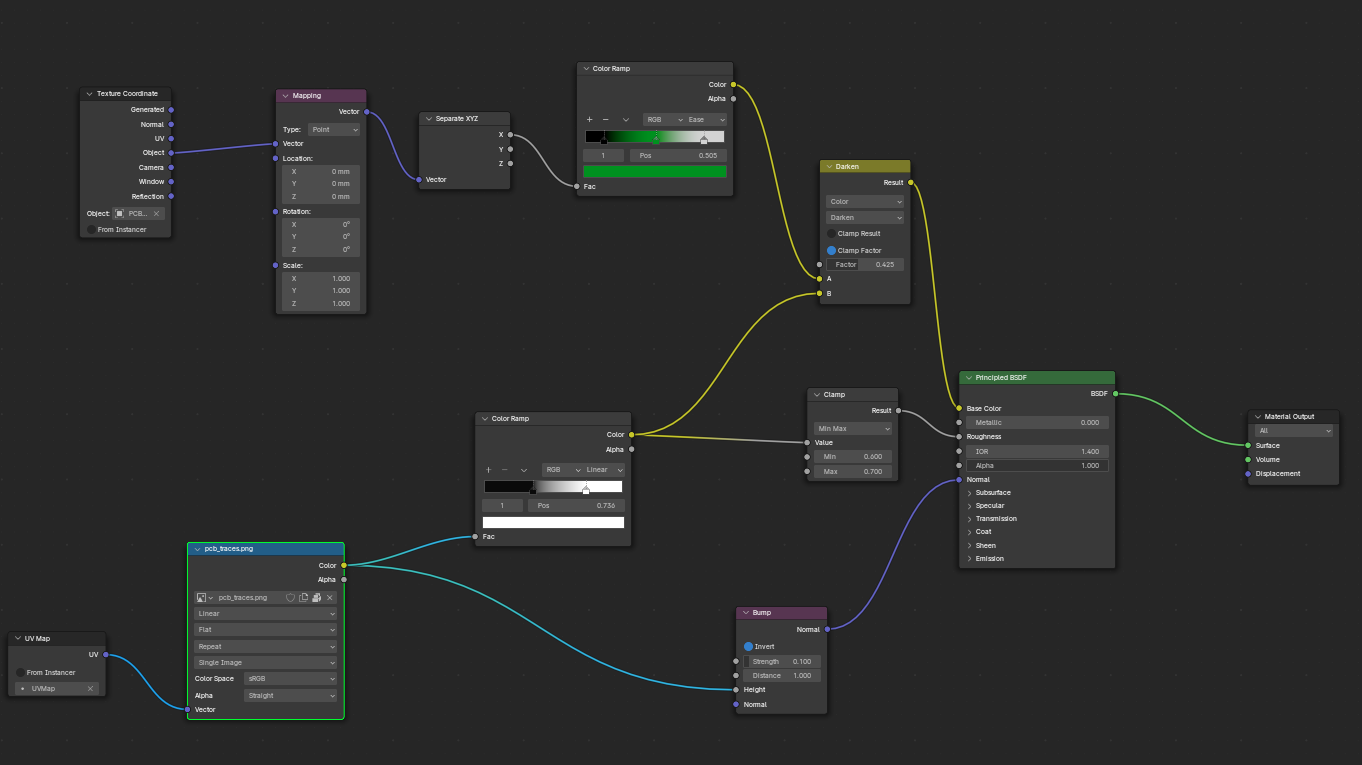
#### PCB



Referencia kép nincs.  
Egyszerű téglatest, lyukak eléréséhet a [Switch](#_Switch) objektumnak levágtam az alját és kiegészítettem úgy, hogy az érintkezési pontok kör alakúak legyenek. Ezután azokat a sorbarendezett billentyűk alá helyeztem és egy objektum ként kezelve Boolean módosító segítségével kivágtam a téglatestből. Az N-Gon csökkentése érdekében Ctrl+T majd Alt+J billentyűkombinációkkal N-Gon-ból, háromszöget, majd négyszögeket csináltam.   
Ezután az érintkezési pontokhoz Insert Face-el extra részletet adtam a későbbi textúrázás miatt.  
A PCB felszínére készítettem egyszerű „ellenálót” (resistor) és minden lyuk mellé be duplikáltam azt. Ez csak egy téglatest, aminek két oldalán van egy-egy háromszög. Létezik pár más chip is a modellen, ez mind ugyanaz a koncepció csak több duplikált háromszöggel, csatlakozási ponttal. *Csak távolról kell jól kinéznie*.  
Type-C csatlakozó egy téglatest, amelynek két oldalsó oldala 50% le van kerekítve, Insert Face-el és Extend-el kivágtam a közepét. Végül a közepére helyeztem még egy téglatestet.

14 Chippek a PCB-n

##### PCB Textúra



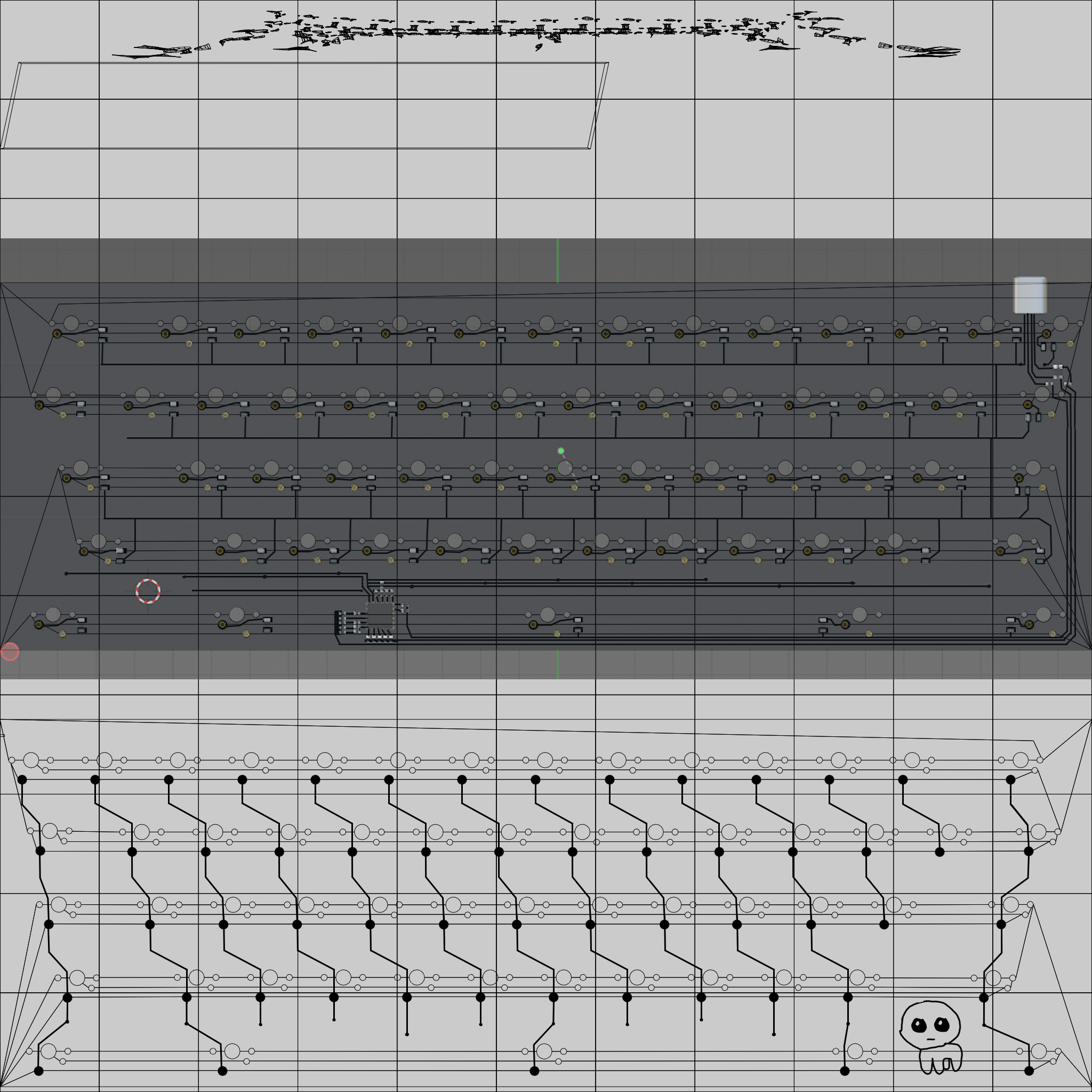
Ahogy a képen lehet látni a textúra két nagy részre van osztva, a felső, amely animáció szempontjából fontos és az alsó, amely általános kinézet.

Felső részben létezik egy téglalap („PCB color control”) objektum, amely mozgatásával változik a modell alapszíne. Ezzel egy egyenletes színátmenetet tudunk változtatni Fehér, Zöld és Fekete alaplap szín között.

Alsó részben megint egy saját textúrát alkalmaztam, amelyben a PCB-re rárajzoltam egy áramkört, majd Bump node-al, Color Ramp-el és PCB-alapszínénével egy Mix Color/Darken Node-al hamis mélységet, sötétebb színt és egy kis csillogást adtam az áramkörnek.

Az áramkör, vonalai nem valósághű, nem vagyok alaplap tervező se elektronikus, úgy rajzoltam rá, hogy jól nézzen ki.

Még létezik három szín a modellen, egy egyszerű fekete a chippeknek, egy ezüstös a chippek csatlakozóinak és a Type-C csatlakónak és egy arany szín a Switch-ek csatlakozási pontjainál.



15 PCB Trace paint.net-ben

|  |  |
| --- | --- |
| 16 Kész PCB eleje | 17 Kész PCB hátulja |

#### Billentyűzetház

18 Billentyűztház modell

Teteje egy üres téglalap, amit megvastagítottam lefele és alkalmaztam rajta egy Solidify módosítót.  
Belső lépcsős geometriához kettő Loop Cut-ot alkalmaztam, egyiket Edge Slide-al belehúztam a másikba, majd fel skáláztam.  
Kiálló lapokat a megfelelő oldal felszeletelésével és Extrude-olásával értem el  
A hátulján lévő kivágás pedig egy Boolean módosító egy kerekített kockával.  
Végül megfelelő oldalalkat lekerekítettem.

Alja hasonló módon készült, itt egy téglalap oldalait Extrude-oltam a test körvonalára és arra alkalmaztam a Solidify-t.

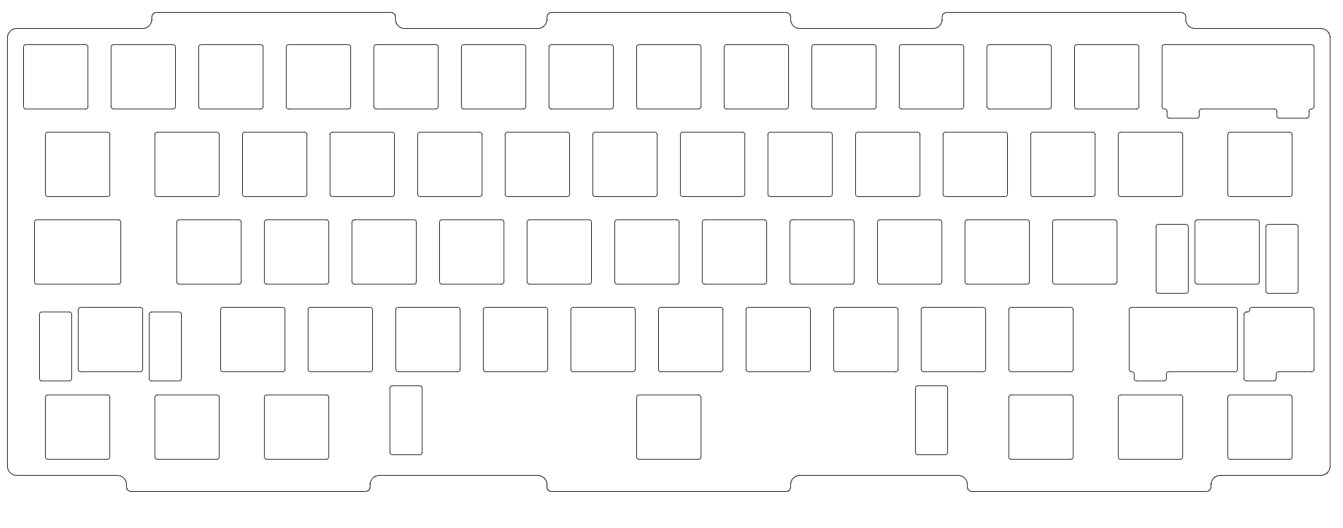
Textúrája egy Csiszolt alumínium-nak kezdődött el, de végül inkább valami matt textúra lett. Ezt egy Musgrave Texture elnyújtásával értem el amit Bump map-ként használok.

#### Súly

A súly alapból az alsó ház része volt, ahol, amikor még nem alkalmaztam a Solidify módosítót, Subdivide-okkal kivágtam a megfelelő formát sarkát lekerekítettem. Módosító alkalmazása után szeparáltam a két objektumot egymástól és alkalmaztam rajta a módosítót.

Textújára egyszerű aranyszín.

#### Hátlap

Az eredeti billentyűzet [honlapján](https://ai03.com/uploads/Polaris_Plate_Data_Public20200607_186cf1c9da.zip) található egy körvonal, ez megkönnyítette ennek az objektumnak a modellezését.

19 Hátlap referencia

Ugyanazt a trükköt alkalmaztam, mint a [PCB](#_PCB) létrehozásánál, csak most egyszerű kockákat (aminek sarkai le voltak kerekítve) vágtam ki a téglatestből.  
Miután ez meg volt, manuálisan javítanom kellet a kivágásokon, mert a Boolean módosító itt nem mindenhol kötötte össze a téglatest tetejét az aljával.  
Az oldalán lévő kivágásokat az oldalak Subdivide-olásával majd a megfelelő lapok Extrude-olásával értem-el.

Textúrája sima réz/aranyszín, az oldalán lévő szürkeség pedig szivacs, amiről a következő fejlécbe beszélek.

#### Szivacsok

A jelentben két hangtompító „szivacs” van jelen. Ezeknek a lényege a való világban a hang akusztika változtatására van.

Az alsó az egy sima téglalap.  
Felső pedig igazából a [Hátlap](#_Hátlap) amelyből Knife Tool-al levágtam egy kis részt.

Textúrája egy sűrű zaj, amellyel sötétítem a szürke alapot fekete pontokkal, sajnos ez a részlet a végső Render-en nem jön át, mert a zajtalanításnak pont ez a lényege.

### Egyéb modellek a jelenetben

Modellek, amelyek nem konkrétan része a billentyűzetnek.

#### Asztal

Téglatest, amely alsó lapja le van skálázva, négy sarka lekerekítve.  
A láb az egy henger, amelyet Loop Cut és Skálázással tetején és alján változtattam. Mirror módosítóval asz asztal négy sarkára pozícionáltam.

Asztalon látható textura fehér fát ábrázolna, amelyet egy Noise Textúra megnyújtásával és az ebből kinyert adat szín módosításával és a Bump Node hamis magasság adásával értem el.

#### Asztalalátét

Téglalap, amelynek hosszabb oldala Subdivide-olva van későbbi animáció miatt. Insert Face-el adtam keretet neki, majd Extrude-oltam lefele egy kis mélység eléréséért. Végül sarkait és éleit lekerekítettem.

Textúraként felhasználtam, a netről szedett, [Fabric 039](https://3dtextures.me/2022/06/20/fabric-039/)-et, majd a modell tetejét UV Unwrap-eltem és [Reddit](https://www.reddit.com/r/WidescreenWallpaper/comments/1c4m090/glowfi_3440x1440/?utm_source=share&utm_medium=web3x&utm_name=web3xcss&utm_term=1&utm_content=share_button)-ről szedett háttérképet használom fel kinézetre.

#### Képernyő

Téglatest, amely Insert face és Extrude kombinációval létrehoztam a kijelzőt. Ezután adtam alul neki egy kis vastagságot és az egész objektumot Proportional Editting-el, két oldalán, elgörbítettem.

Textúrája kívül egy sima fekete műanyag. A képernyő pedig kettő kép, ami között Mix Node-al tudok majd az animálás során váltani. Adtam neki egy Emission beállítást, hogy majd az animáció végén megvilágítsa a jelenetet.

20 Kijelző textúra

#### Képernyő Tartó

Én is ilyet használok való életben, az alapján modelleztem.

Egy sima henger, aminek az alját Loop Cut-tal megvastagíottam, hátulján lévő pár pontot töröltem és összekötöttem, hogy egyenes legyen majd vastagítással létrehoztam a talpakat. Csak azt a rész modelleztem le, ami látszik is.

#### Képernyő szöveg

Ez az objektum teljesen videó alapján készült mert Geometry Node használatán kívül más lehetőséget nem találtam.

Videó: [Typewriter Effect Animation with Geometry Nodes | Blender Tutorial](https://www.youtube.com/watch?v=iRwGWrfb7oY)

Valamiért ilyen megoldással más Módosítók már nem működnek szóval nem tudtam Shrink Wrap-elni a monitorhoz, ezért próbáltam minél pontosabban beforgatni azt, hogy ez ne legyen észrevehető a végső animációban.

### 3rd party modellek

* [Coffee Mug By JamesDmodels](https://www.turbosquid.com/3d-models/coffee-cup-model-1576213)
* [Logitech G603 by Juxius](https://www.turbosquid.com/3d-models/3d-logitech-g603-1720616)

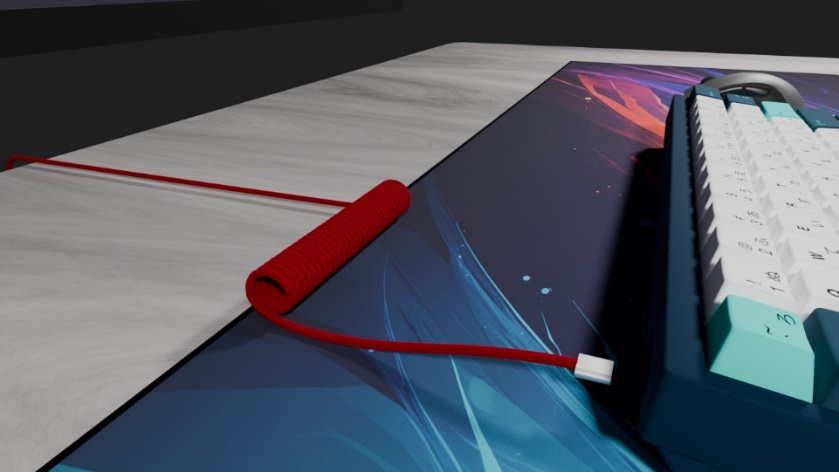
**Miért használtam mások modeljeit?**  
~~Mert se időm, se kedvem nincs megtöbbet modellezgetni.~~  
Mert a felhasznált modellek csak háttér elemekként szolgálnak és nem része a jelenet fő hangsúlyának.

#### Bögre pozicionálása

21 Referencia

A bögre fölé beduplikáltam pár [Switch](#_Switch_1) objektumot és adtam nekik Active Rigid Body fizikát Box Collision Shape-el, a bögrét magát pedig beállítottam Passive Active Body-ra Mesh Collsion Shape-re. Mind két objektumon beállítottam a Collsion Sensitivity-t 1mm-re. Miután belesett az összes Switch, elforgattam a bögrét, hogy az asztalon legyen, végül kiégettem az animációt és Ctrl+A Apply Visual Transform-al kiszedtem az utolsó képkockát, ezután már törölhettem a fizikát minden objektumról. Ötlet a [r/MechanicalKeyboards/](https://www.reddit.com/r/MechanicalKeyboards/) subredditről jött (eredeti postot törölték).

#### Kábel

Sajnos ez az objektum nem jelenik meg a végső animációban, mert nem tudtam rendesen leanimálni, hogy jól is nézzen ki az animáció többi részével.

22 Kábel modell

Beépített Blender kiegészítések közül bekapcsoltam az Add Curve: Curve Tools és az Add Curve: Extra Objects-et. Ezzel a két kiegészítővel létre lehet hozni egy Logaritmikus görbét, ami spirálozik valamilyen irányba. Ezután manuálisan meghosszabbítottam a két végét és görbe beállításoknál adtam neki Bevel-lel vastagságot.  
Csatlakozó a végén az a [PCB](#_PCB) csatlakozó leskálázva. És adtam neki egy Follow Path kényszerítést, aminek a Offset factor-át beállítottam 1-re. Ezzel elérve, hogy akárhogy mozgatjuk a görbe végét, a csatlakozó mindig a görbe végén marad.

Textúrája megegyezik a [Asztalalátéttel](#_Asztalalátét) csak nem adtam neki háttérképet, hanem csak egy egyszerű színt és a Fabric textúrát felhasználtam a Bump Node mellett még egy Mix Color/Darken Node-al is, amivel adtam neki plusz textúrát.

## Scripting

Első kettő kód inkább a modellezés megkönnyítésére van, utolsó viszont dinamikusan használható az animáció végén lévő gépelés szekció megváltoztatására.

### SetMesh.py

Egyszerű script, amellyel (megfelelő kommentek kiszedése esetén), egy bizonyos collection vagy kiválasztott objektumok mesh adatát újra- vagy szétválaszthatjuk.

Polygon szám csökkentése érdekében X: -1101 mm Y: 87 mm Z: 3 mm környékén található az eredeti objektumok, miután elhelyeztem a [Switch](#_Switch)-eket megfelelő helyükre ezt a scriptet alkalmazva, 35625 csúcsot megspóroltam a jelenetből. Ha Blender-ben lehetne lehetőség Instance-eket (Objektum, aminek ugyanaz a mesh adata, mint egy másiknak) különböző módon textúrázni, akkor a [Billentyűk](#_Billentyű_(Keycap))-en is ezt használtam volna, megspórolva 9918 csúcsot, de sajnos erre nincs lehetőség, ezért van a scriptben olyan sor, amely egyedivé teszi a Mesh-t.

### AssignAnimation.py

A ~235 képkockánál látható Switch-ek gyors megjelenítése sorban különböző időközönként.

A Switch Collection objektumait sorbarendezem X és Y koordináták alapján és 1 képkockás eltéréssel, beállítom, hogy látható legyen-e a végső Render-ben.

### AssignTextAnimation.py

A legkomplexebb script a projektben.  
Lényege, hogy a megadott paraméterek alapján a képernyőn megjelenített szöveg szinkronizálva és animálva legyen a billentyű gombok lenyomásával.

**Működése:**  
Paraméterek (majdnem) tetszés szerint állíthatóak. Miután megszerezzük a megfelelő értékeket a Blender objektumokból, a képernyőn látható szöveget beállítjuk és a megjelenített hosszúságát 0-ra állítjuk, hogy még ne látszódjon semmi.  
Ezután az előző animációkat töröljük a billentyűkről és mindegyikre rárakunk egy üres animációt.  
**A megjelenített szövegen manuálisan kell kitörölnünk az animációt mert maga az animáció nem az objektumon, hanem a** Geometry Node **egyik értékén van és erre nem találtam erre megfelelő metódust. Szóval kiválasztjuk a „ConsoleText” objektumot és a képernyő alján található Timeline-ban kitöröljük a megfelelő keyframeket.**

A projectbe létezik 3 darab egyszerű kocka animációkkal rajta, teljes gomb lenyomás, csak lenyomás, csak felengedés.

Ezután minden betűn végig megyünk, ha speciális (csak négyet raktam be, de egyszerűen kiegészíthető) vagy nagy betű akkor a Bal Shift gombot is animáljuk.

**Lépések:**

* ha speciális karakter vagy nagy betű akkor shift le + karakter lenyom + shift fel sorozatot animálunk
* megfelelő animációt lemásoljuk és offsetAction-al minden képkockáját eltoljuk az adott képkockára
* az animált objektumra appendAction-nel hozzáfűzzük az animációt  
  ezt úgy érjük el, hogy a hozzáadott animáció összes képkockájának az adatait egyesével hozzá adjuk a másik objektum animációjához
* ezután a megjelenített szöveg látható hosszúságát megnöveljük egyel és képkockát rendelünk hozzá

Az appendAction függvény erősen, de nem teljesen, [ChatGPT](https://chatgpt.com/) generált, mert valahogy én vagyok az első, aki ilyen problémába ütközne és mindenki a Non Lienear Animation panellel akarja ezt megoldani, amihez még jobban nem értek.  
Az eredeti generált kód itt látható.



23 prompt:"Bpy combining two actions into one without NLA"

Ahogy látható a második ciklus az nagyon hasonlít az enyémre, de a kód többi része az saját gondolataimból és az [Irodalomjegyzék](#_Irodalomjegyzék)-ben megjelölt oldalakról jött.

## Animáció

Minden objektumot próbáltam csak akkor megjeleníteni a Show in Renders opcióval amikor már láthatónak kéne lennie.

A Képkocka az Keyframe-t jelentené, a Insert Location pedig Insert Location and Rotation-t.

Animáció egy [Asztalalátét](#_Asztalalátét) legöngyölésével kezdődik.  
Magát az asztalalátétet kigöngyölését egy görbével értem el, ami egy Logaritmikus befelé gördülő görbe („Deskmat Control”), aminek egyik vége meg van nyújtva. Ezután magára az alátétre raktam egy Curve módosítót (nem ajánlom, változtatja a modell méretét és kínlódás beállítani). Miután ez megvan, a görbe mozgatásával elérjük, hogy modell kövesse a görbe görbületét.  
A kamerát úgy animáljuk, hogy rárakunk egy Limit distance kényszerítést, miután már nem akarjuk tovább követni azt animálás közbe, berakunk egy Insert Keyframe by Visual Location-t és a kényszerítésnek beállítjuk az Influence opcióját 0-ra. Ezután a kamerát Insert Location képkockákkal mozgatjuk a megfelelő pozícióba.

Következő animáció a [PCB](#_PCB) körüli forgást.  
Maga a PCB lehozása egy sima Location Keyframe.  
A kamera itt egy Empty („Camera Control”) objektumnak a gyermeke, ami inheritálja a szülő transzformációit, ez a PCB közepére van pozícionálva. Ennek forgatásával a kamera az objektum a PCB körül forog.  
A színváltozását egy másik Empty („PCB Color Control”) objektummal érem el, amely az X koordinátája alapján és a texturázás szabályai szerint változtatja a PCB színét.  
Végül a PCB-t lehelyezzük az asztalra és a kamerát is megfelelően pozícionáljuk.

Ezután a [Szivacsot](#_Szivacsok) és a [Hátlapot](#_Hátlap) animáljuk.  
A szivacsnak adtam egy csontozást, (Curve módosítóval akartam elsőnek, de ahogy írtam ez az opció rémálom), manuálisan adtam neki egy görbületet és ahogy Insert Location mozdulat közbe mozog lefele, a csontokat is egyenesbe rakom.  
A Hátlapot megfelelő helyre mozgatjuk és ugyanazt a trükköt használjuk mint a PCB kamera körüli forgatásnál, azaz létrehozunk egy gyerek/szülő kapcsolatot egy Empty („Backplate Control”) objektummal amit a hátlap sarkára pozícionálunk és ezt forgatjuk és mozgatjuk.

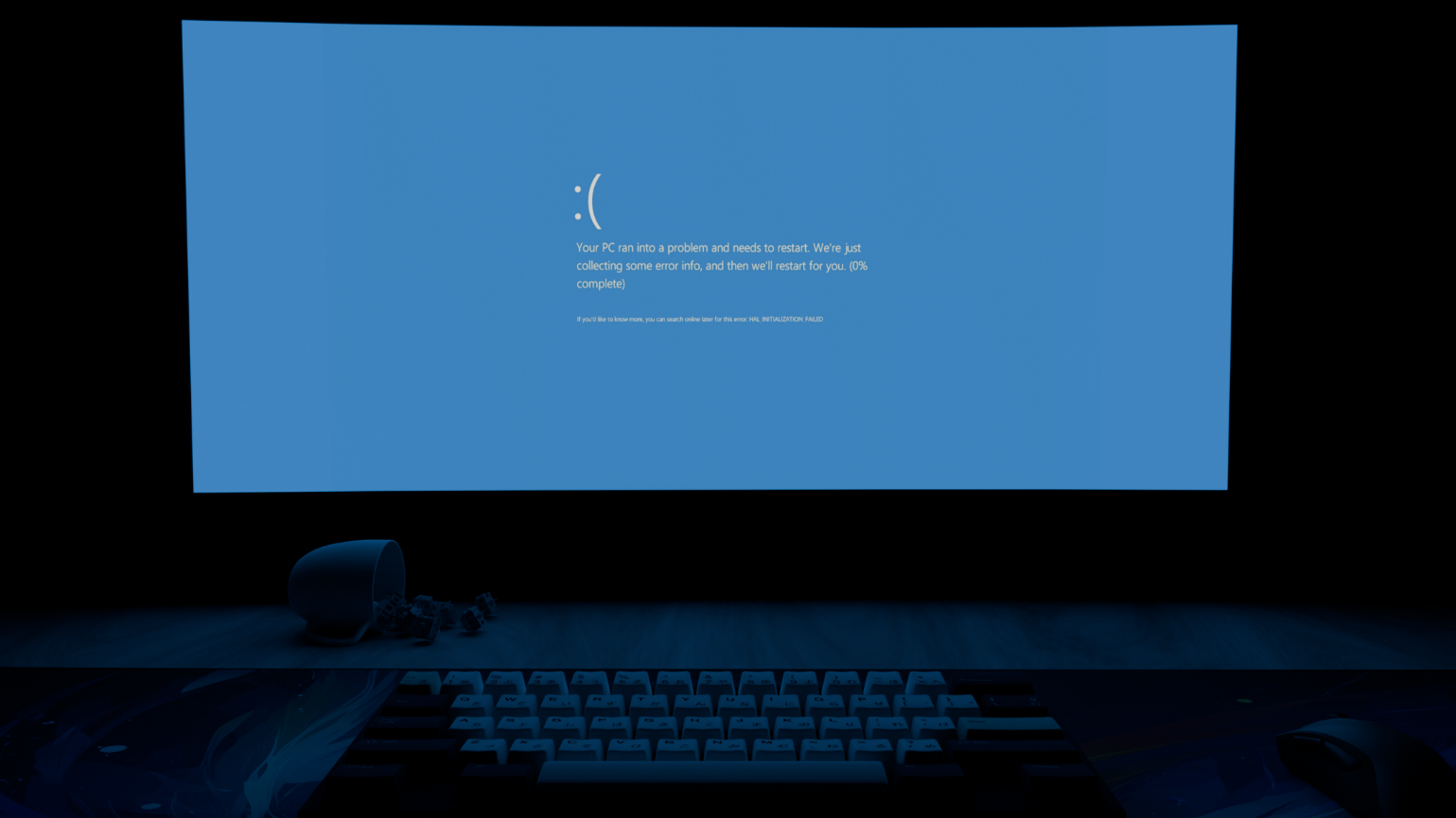
Maga a belső felépítés utolsó lépese a [Switchek](#_Switch_1) berakása.  
Itt egy darab Switchet manuálisan Insert Location-nel leanimálunk, hogy a nézőnek egy gondolata a következő gyors sorozatban történő eseményekről.  
Ezután a [AssignAnimation.py](#_AssignAnimation.py) Script lefuttatásával a Show in Renders opciót kapcsolgatom. Ezzel egy gyors, kígyózó animációt hozunk létre ahogy megjelennek az objektumok.

Ideje belerakni a [Billentyűzetházba](#_Billentyűzetház).  
Itt maga a ház mozgatását egyszerű Insert Location képkockák sorba rakásával érem el.  
Maga a belső szerkezet megint a Kamera/Hátlap animációs trükkön alapul, Empty („Assembled PCB Control”) objektum, amihez hozzá van rendelve minden és ezt mozgatjuk és forgatjuk.  
A szivacs mozgatása szintúgy egy már használt technika, ugyanaz, mint a másik szivacsnál, csak most a csontozás az objektum közepéről indul és kifele megy.  
Ház alját és majd később az egész billentyűzet, billentyűk nélküli, mozgatásához ismételten hozzá rendelek egy Empty objektumot. („Case Bottom Control” és „Keyb Without Keys Control”)

Már csak a [Billentyűket](#_Billentyű_(Keycap)) kell berakni a megfelelő helyükre.  
Itt létezik egy síkfelület („Wave animation”) a jelenet fölött, amely Subdivide-olva van a következő lépések miatt. Ezen az objektumon van egy Wave módosító, ami csak egyszer fut le és ad egy hullámzás effektet. Ezután a billentyűket hozzárendelem ehhez a felülethez Vertex módban, ezzel azt érjük el, hogy nem az egész objektumhoz és annak mozgásához rendeli hozza a gyerekeit, hanem a mesh pontjaihoz és annak helyéhez. Ezzel elértük, hogy magán a Billentyűken legyen ez a hullámzás animáció, animáció közben Insert Position-nel berakjuk a megfelelő magasságra.

Ezután a kamerát fentebb emeljük és közbe beállítjuk, hogy lehessen látni a végső renderben az Egeret, monitort és a tartóját.

Utolsó előtti animáció a Kiírtatás, ezt ahogy a [AssignTextAnimation.py](#_AssignTextAnimation.py) fejrészben leírtam, teljesen kód készíti. Eközben az egész jelenet háttérszínének az erőssége folyamatosan csökken a következő „probléma” miatt…

Kékhalál.  
A [Képernyő](#_Képernyő) Textúráján lévő Mix node értékét átállítom, hogy csak a második kép jelenjen meg, ami egy Windows-os kékhalál képernyő kép. A szöveget eltüntetem a renderből és a jelenet fényeit el sötétítem teljesen.

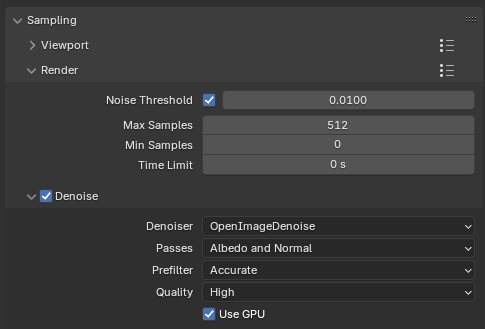
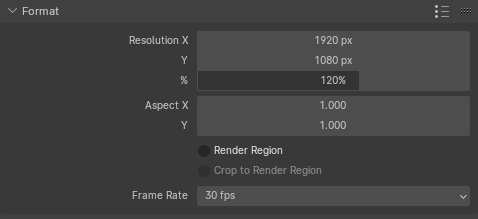
## Render + Végső lépések

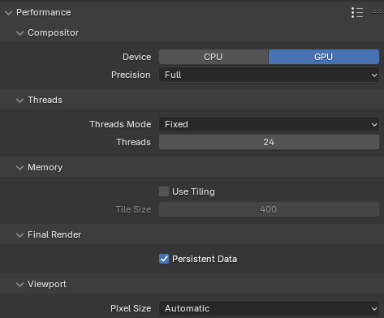
A 3 Render motort párhuzamosan használtam.

* „Workspace”: Animáció és annak sebessége ellenőrzésére.
* „EEVEE”: Fényezés + Textúrák változása animálás közben.
* „Cycles”: Pillanatképek textúra ellenőrzésére vagy egész animáció tesztelése nagyon alacsony mintavételi rátával és felbontással

Végső videót nem én Rendereltem ki, mert szegény i5-3470 + GTX 1050 kombinációmnak, a képen látható, képkockát 3 perc 11 másodpercbe tellett megcsinálni, vannak könnyebb jelentek, ahol 1 perc 9 másodpercbe telik ki-Renderelni.   
Viszont szeretném másra is használni a gépem, mint egy szoba melegítő 13-41 órán keresztül.   
Igaz, lentebb vehettem volna a minőséget vagy EEVEE-t is használhattam volna, de annyi időt töltöttem a projektbe, hogy szeretném is látni a végleges maximum minőségi eredményt.



Szóval megkértem középiskolás barátomat, hogy Renderelje ki nekem. Az ő (i7-8700K + RTX 3060) gépe 40 perc alatt megette az egész projektemet, az alábbi beállításokkal.



# Irodalomjegyzék

* <https://docs.blender.org/api/current/index.html>
* <https://docs.blender.org/manual/en/latest/>
* <https://devtalk.blender.org/>
* <https://blenderartists.org/>
* <https://blender.stackexchange.com/>

## Források:

* <https://ai03.com/projects/polaris/>
* <https://www.turbosquid.com/>: 3D modellek
* <https://3dtextures.me/>: szövet textúra
* <https://chatgpt.com/>: kód generálás