Tangentbord för mac användare

Examensarbete industridesign 15hp

Samuel Lidén 2022

Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

Tangentbord för mac användare

Examensarbete industridesign 15hp

Samuel Lidén 2022

Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

Sammanfattning

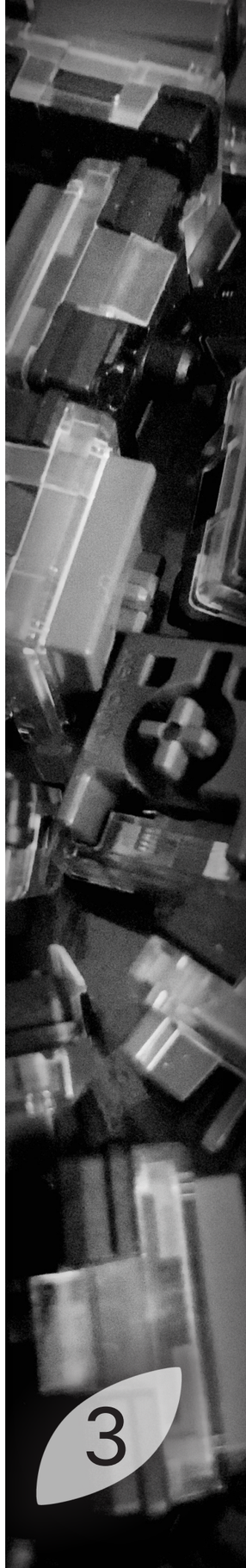
Projektet kommer undersöka och utforma ett mekaniskt tangentbord som är gaming grade och riktat mot high-end Apple-användare.

Designen ska spegla Mionix värdeord som funktion, prestanda, ergonomi och minimalistisk skandinavisk design och samtidigt platsa bland Apples egna produkter.

Designarbetet är en avgränsad del i det större designprojektet "The missing piece" som ämnar att bringa gaming grade produkter till high-end Apple-användare för remote work/traveling/work from home samt
home entertainment (gaming/videostreaming).

Med projektet vill Mionix fylla den tomma luckan bland Apples produkter och föra in nya produkter som inte enbart är ämnade för produktivitet utan även ska vara byggd av gaming grade top of the line komponenter och uppfylla alla krav som kan sättas på en dators kringutrustning vilket Apple i dagsläget inte erbjuder.

Under projektets gång skall marknadsanalys, funktionsanalys, skissering och prototypframtagning utföras och dokumenteras för att slutligen resultera i en datormodellerad och renderad samt fysisk prototyp.



Innehållsförteckning

Inledning s.6-9

Bakgrund 6
Problemformulering 7
Mål 7
Målgrupp 8
Sammarbetspartners 9
Avgränsningar 9

Metod s.10,11

Genomförande
Analytisk fas
Kreativ fas
Presentationsfas

Process s.12-65

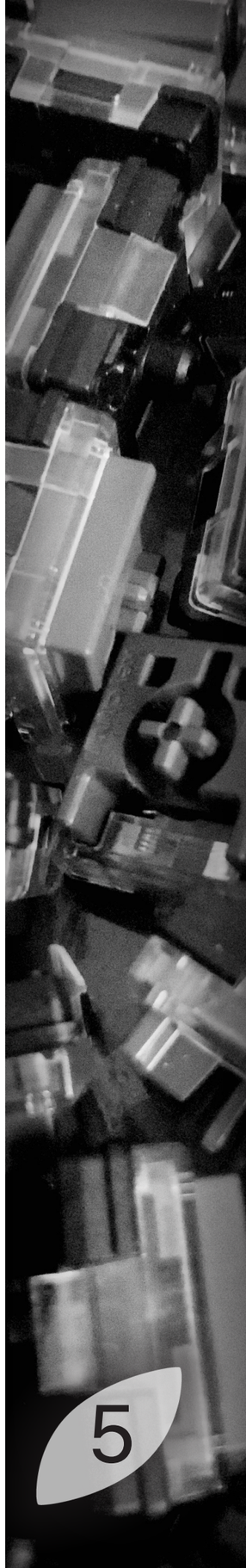
Företagsanalys 12-29
Marknadsundersökning 30-33
Funktionsanalys och kravspecifikation 34,35
Enkät 36,37
Besök av företag 38-41
Moodboard 42,43
Idéskisser 44,45
Layout för tangentbordet 46,47
3D modellering och digital modell 48-57
3D printing 58,59
Användartest 60,61
Modellarbete 62,63
Renderingsarbete 64,65

Resultat s.66-81

Slutmodell 66-71
Digital slutmodell 72-81

Diskussion s.82,83

Källförteckning s.84,85



Inledning

Bakgrund

Bakgrunden till projektet och problemet idag är att tangentborden som Apple producerar inte lämpar sig ergonomiskt eller tekniskt för längre användning.

Produkterna är av låg profil och erbjuder varken handledsstöd eller möjlighet att justera lutning utan tillköp av olika accessoarer.
Tangentborden saknar bakbelysning vilket kan medföra svårigheter för användare i sämre ljusförhållanden eller i mörker.

Dagens Mac-tangentbord består enbart av lågprofil chiclet-style tangenter utan bakbelysning i ett tunt aluminiumchassi som saknar lutningsjustering och handledsstöd.

Formen är mjuk och tangentbordens material ger känslan av kvalité men till följd av det minimalistiskt estetiska uttrycket förlorar produkterna i ergonomiaspekten.

Resultatet av projektet strävar att uppnå en design av ett tangentbord som erbjuder ergonomiska förbättringar utan att påverka det estetiska uttrycket som förväntas i Apples ekosystem.
Designen kommer erbjuda tangenter med mekaniska switches och bakbelysta tangenter i ergonomisk formprofil, lutningsjusterbarhet, anpassningsbara tangentlayouts och eventuellt touch-sensor-modul från Neonode.

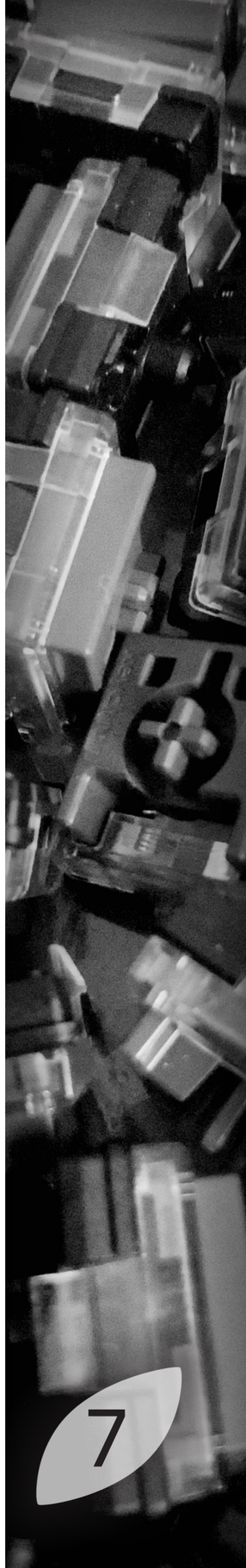
Problemformulering

Hur designar man ett tangentbord som erbjuder de ergonomiska fördelarna av ett mekaniskt tangentbord samtidigt som det uppfyller de estetiska kraven och den låga profilen som förväntas av ett apple tangentbord och speglar Mionix värdeord; (Funktion, prestanda, ergonomi och skandinavisk minimalistisk design).

Mål

Målet för projektet är att med hjälp av designmetodiken utveckla och formge ett koncept av ett tangentbord som förbättrar de ergonomiska aspekterna för mac användare samtidigt som designen respekterar de estetiska kraven som förväntas från ett Apple tangentbord.

Visionen är att det nya tangentbordet ska vara ett naturlig mellanting mellan ett lågprofil tangentbord och ett helt mekaniskt tangentbord som passar de flesta.



Inledning

Målgrupp

Den tänkta målgruppen är pro-Apple-användare som förväntas använda produkten i vardagliga användningssituationer samt för produktivitet på jobbet.

Visionen är att produkten ska vara lämpad för alla sammanhang, proffesionellt samt vardaglig användning.

Sammarbetspartners

Projektet genomförs tillsammans med företaget Mionix från Växjö som specialicerar sig på design av ergonomiska datortillbehör för gaming.

Kontakten och stödet från Mionix har vart till stor hjälp vid behov och alla frågor/efterfrågor har bemöts med stor expertis och bred kunskap.

Från företaget har jag haft kontakt med;
Simon Gustavsson, Peter Nygren och Anders Börjesson.

Avgränsningar

Projektet kommer avgränsas till formgivning av tangentbordets visuella och ergonomiska kvalitéer och kommer inte resultera i en fungerande modell.

Metod

Genomförande

Projektet genomförs efter en projektorienterad designmetodik uppdelad i tre faser

Fas 1 Analysfas

-Företagsanalys
-Marknadsundersökning
-Funktionsanalys
-Kravspecfikation
-Enkät
-Besök av företag

Under analysfasen samlas fakta för projektet genom analyser, undersökningar enkäter, research och intervjuer, informationen används därefter för att skapa en kravspecifikation inför den kommande kreativa fasen.

Fas 2 Kreativ fas

-Moodboard
-Idéskisser
-3D modellering
-3D printing
-Konceptförslag
-Testmodell

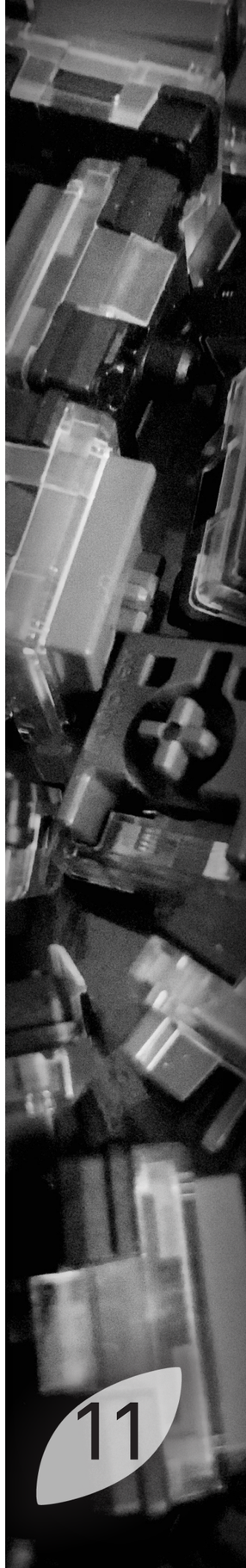
Under den kreativa fasen utforskas olika möjligheter att lösa problemen som stadgats i kravspecen och funktionsanalysen genom idéskisser, 3Dprinting, och modellering.

Fas 3 Verkställande fas

-Digital modell
-Modellarbete
-Digital slutmodell
-Digitalt modellarbete

Under den verkställande fasen så utformas och revideras den slutgiltiga modellen genom CAD-modellering, modellarbete och rendering.

Den verkställande fasen avslutas med en presentation där resultaten visas upp.



Process

Företagsanalys

MIONIX

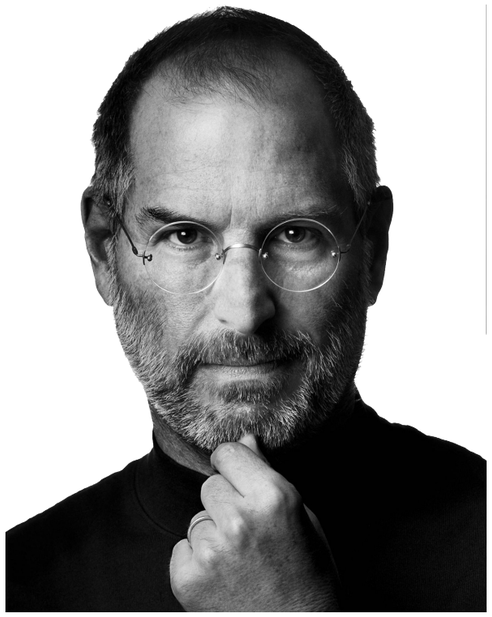
Mionix är ett företag som tillverkar ergonomiska pc-gamingtillbehör så som datormöss, tangent-bord, musmattor och accessoarer.

Mionix design är av minimalistisk skandinavisk design med ergonomi och funktion som värdeord.

Mionix grundades år 2007 av Peter Nygren och har fått fler än 400 utmärkelser.

Process

Företagsanalys



Apple är ett företag som tillverkar hemelektronikprodukter så som telefoner, datorer, laptops, datormöss, tangentbord och accessoarer. men de tillverkar även mjukvara, grafiska typsnitt och operativsystem.

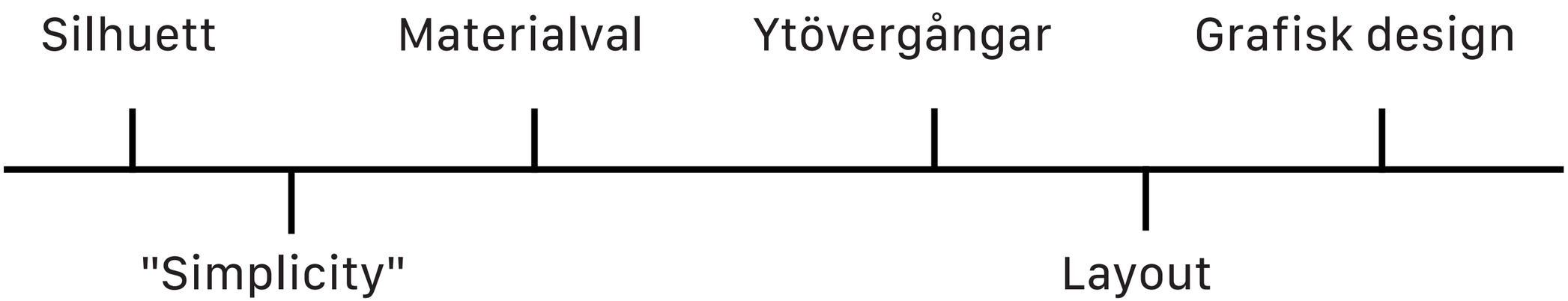
Apples designspråk kännetecknas av sin moderna minimalistiska stilrenhet, produktkvalité och omsorgsfullt detaljerade produkter.

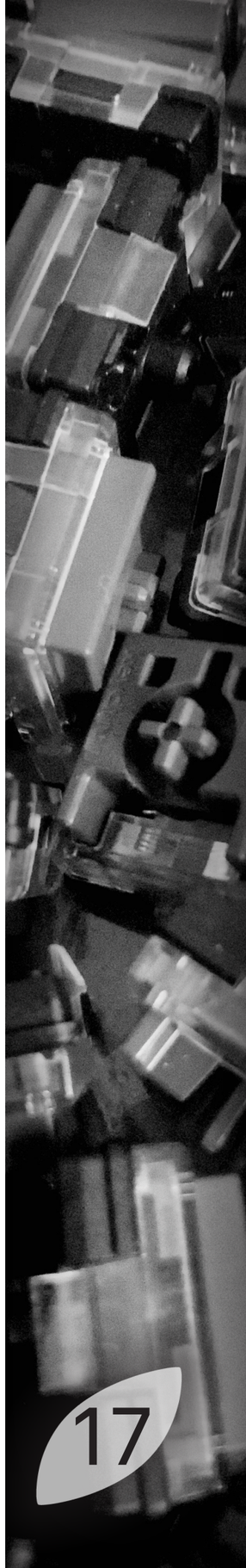
Apple grundades år 1976 av Steve Jobs och företaget är bland de största företagen inom hemelektronik.

Process

Design analys: Apple

För att designa en produkt som sömlöst plattsar bland Apples egna produkter så krävs det en djupare förståelse för de små



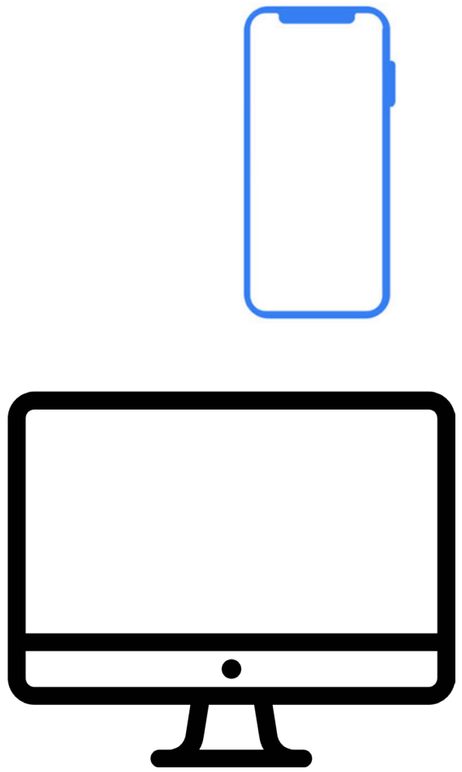


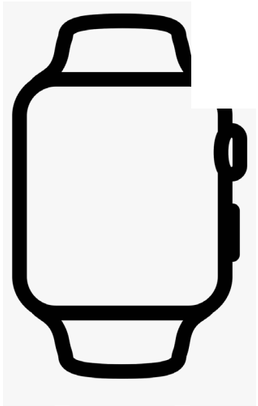
Process

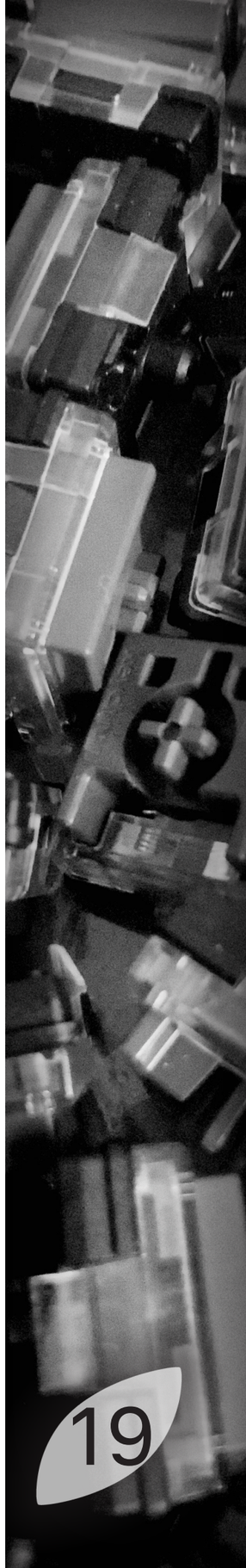
Silhuett

Apples produkter designas för att främja en lättläst silhuett där silhuetten nästan kan läsas som en icon i sig själv.

Apples design är definitiv och inget lämnas till slumpen så snarare än att försöka dölja en detalj som kan uppfattas som kontroversiell eller dold av Apples konkurenter så väljer Apple att främja dessa detaljer och nyttja dem för sin brand identity, Apples "Notch" på deras Iphone är ett tydligt exempel på detta, Detaljer som dessa återfinns i alla Apples produkter.





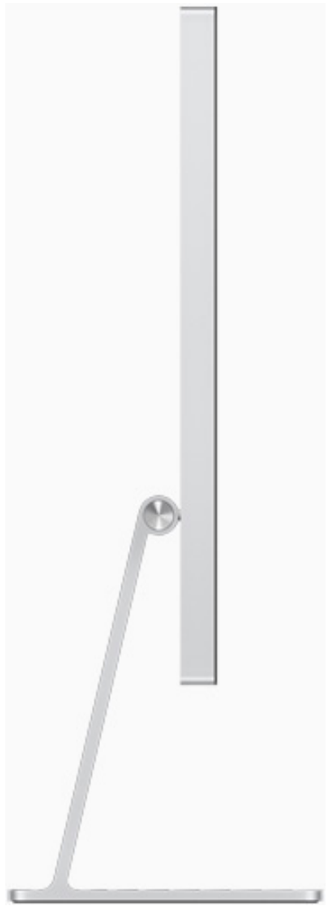


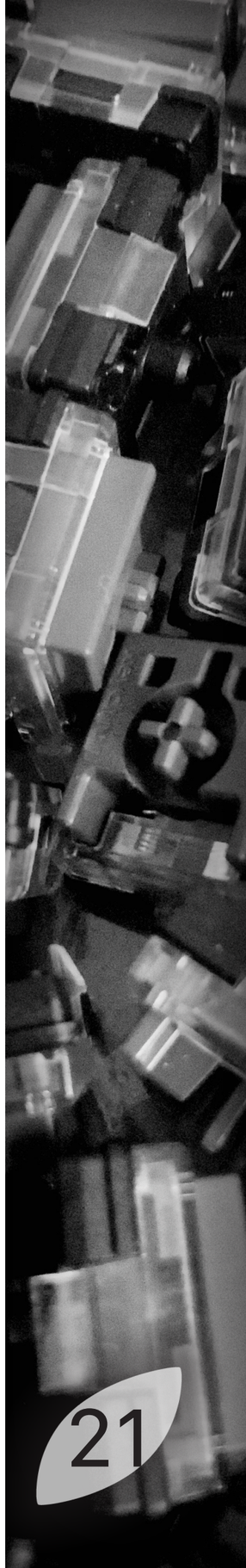
Process

Simplicity

Enkelheten i Apples design går hand i hand med silhuetten och Apple tar djärva designbeslut för att göra produkterna så enkla som möjligt och bevara lättläsligheten hos produkten.

Exempel på detta är de nyare Iphone modellerna som inte längre har aux portar eller magic mouse som har laddporten på undersidan av musen.





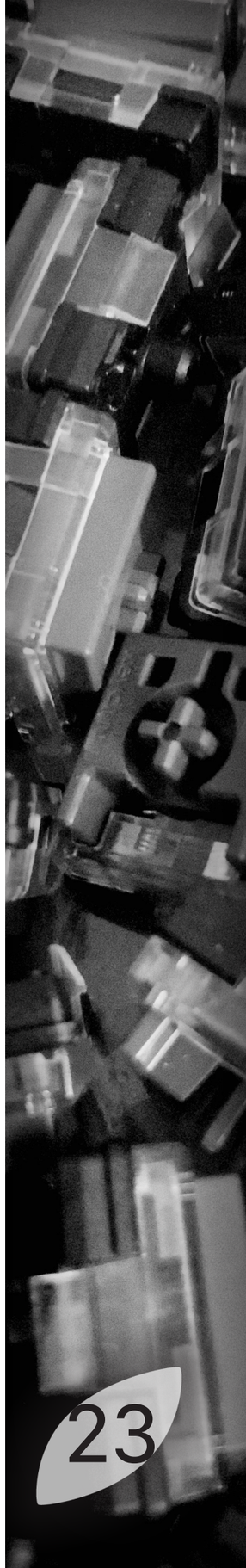
Process

Materialval

Apple designar sina produkter med material i stor kontrast till varandra för att ytterligare förtydliga silhouetten.

Materialen kontrastar inte bara varandra i färg utan även i ytfinish.

Ett material som ofta förekommer är aluminium.



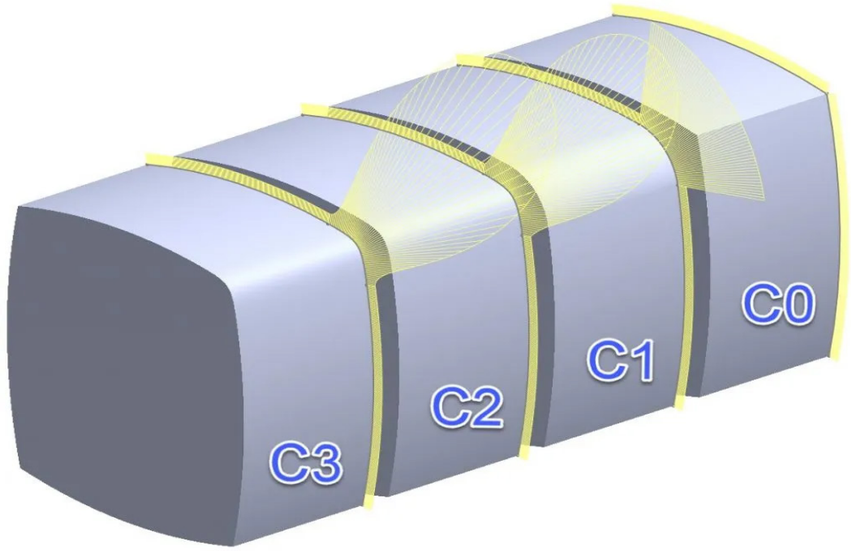
Process

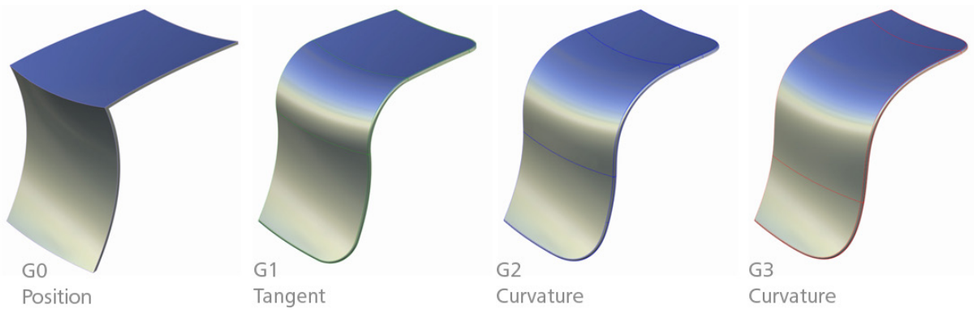
Ytövergångar

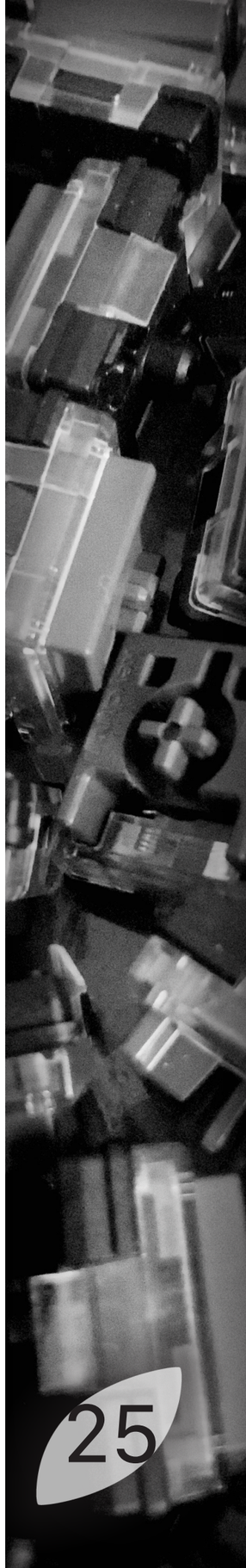
Apples design bygger på en obruten kontur som kräver extra fina ytövergångar där man inte kan se vart en kurvatur börjar och slutar.

När man studerar ytan av en Appleprodukt så är det nästan omöjligt att avgöra vart ytan börjar och slutar, detta beror på att kurvaturen är en G3 kurvatur.

G0 är ett skarpt möte, G1 är ett möte som binder två ytor med ett abrupt start och slut där det går från noll kurvatur till konstant kurvatur, (Filet är ett typiskt exempel på G1 kurvatur), G2 är finare då det börjar från noll kurvatur och ökar längs rundningen. G3 är ännu finare genom att den dessutom tar in accelerationen från ytornas kurvaturer som möts upp genom ytövergången, med en G3 kurvatur blir det därför väldigt svårt att tyda vart en kurvatur börjar och slutar. Detta kan man lätt återfinna i alla Apples produkter





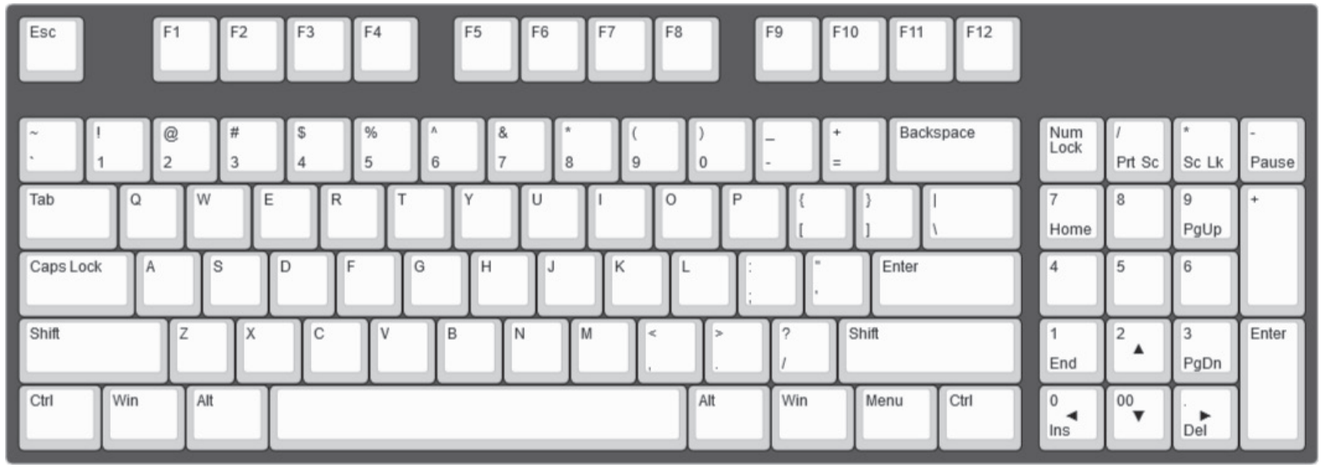


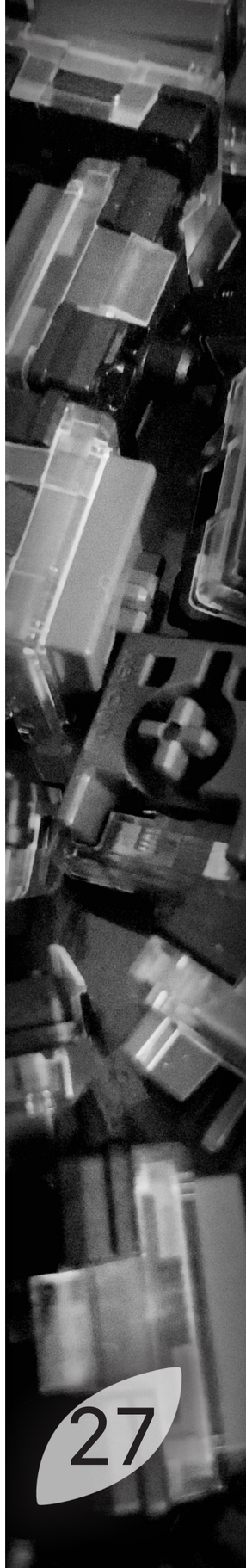
Process

Layout

Apple har designat ett eget tangentbords layout för sina produkter som är skräddarsytt efter deras operativsystem, skillnaden mellan ett mac-os tangentbord och ett windows tangentbord är ett set av tangenter som avviker mellan de två.

Dessa tangenter är alt och windows på ett windowstangentbord och command och option på ett mac-os tangentbord, detta gör att olika kortkomandon och genvägar skiljer sig mellan de två olika operativsystemen.

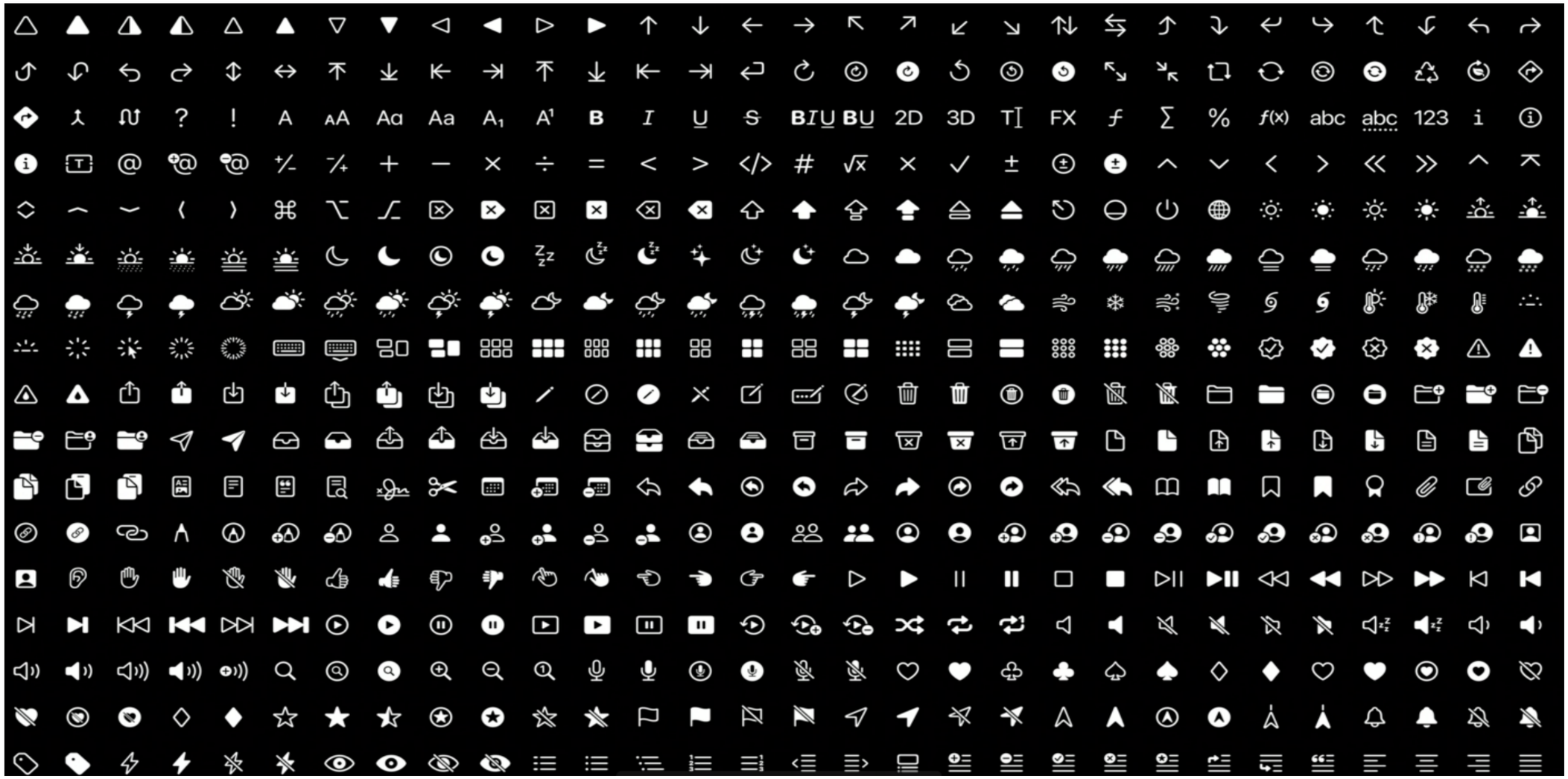


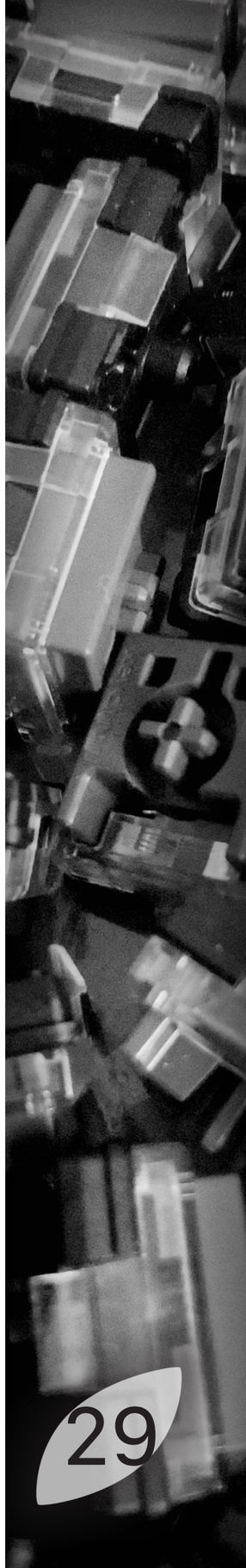


Process

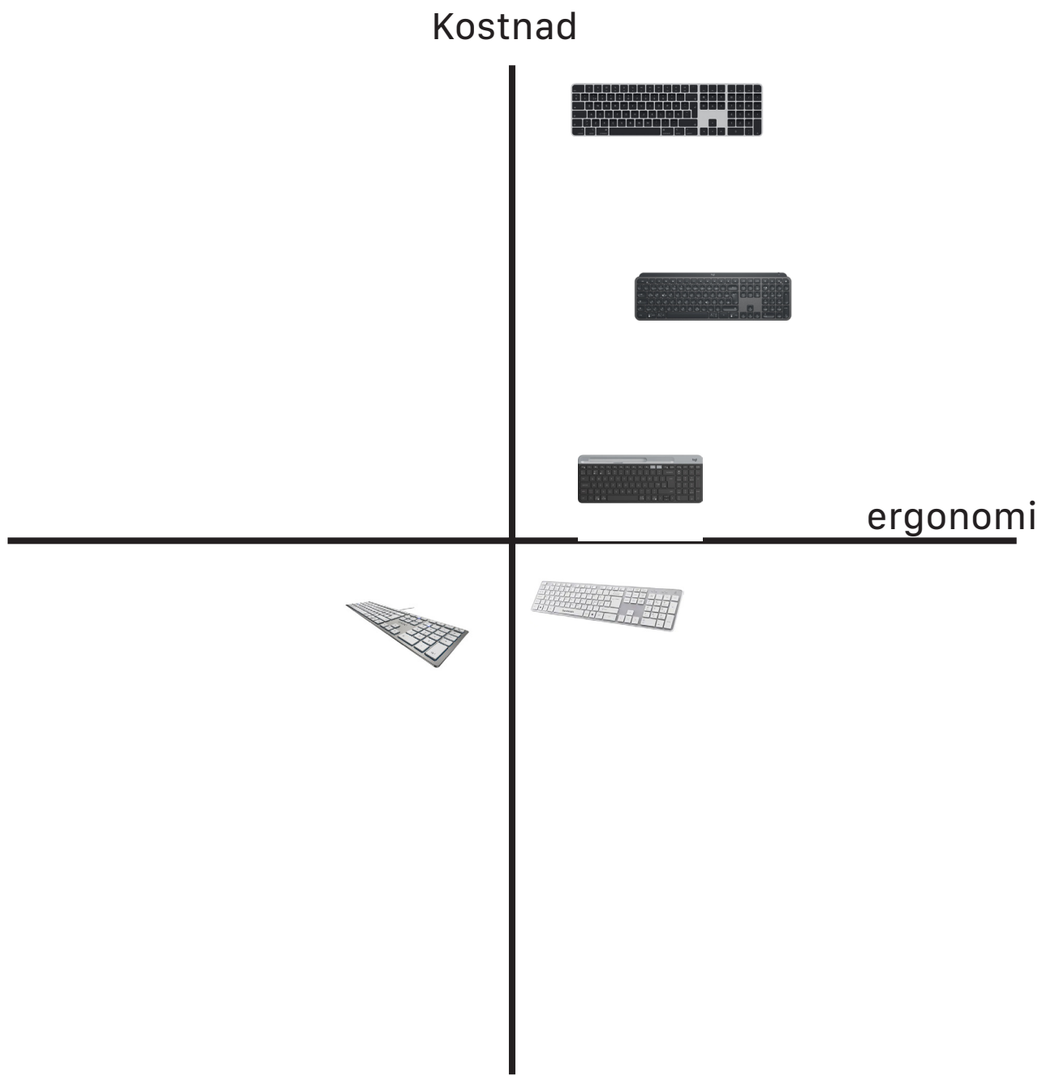
Grafisk design

Apple har designat en egen typfont och över 1000 matchande symboler för sina produkter, förpackningar och operativsystem, fonten heter San Fransisco och det är fonten som jag skriver rapporten i.





Process



Marknadsundersökning

Membran och saxbrytartangentbord. (tangentbord med silikonkupoler som fjädring under tangenterna.)

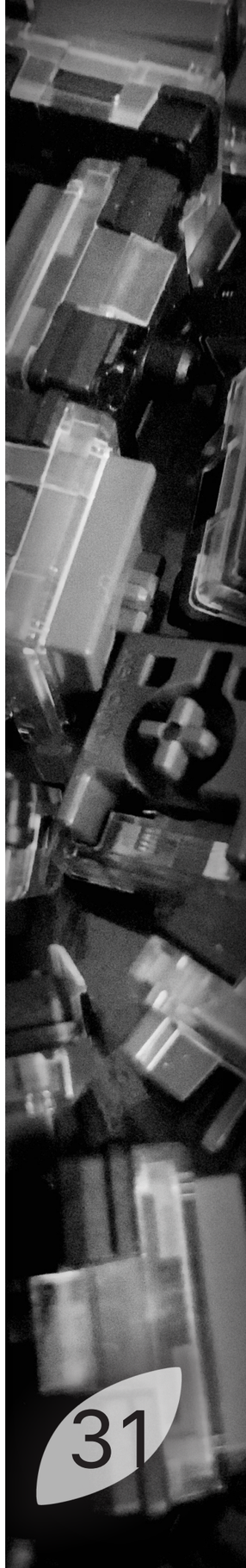
Membran och saxbrytartangentbord är tangentbord med väldigt låg profil och kort travel, (distans knappen pressas innan den når botten).

Dessa återfinner man i de flesta laptoptangentbord men framkommer även i mer portabla externa tangentbord.

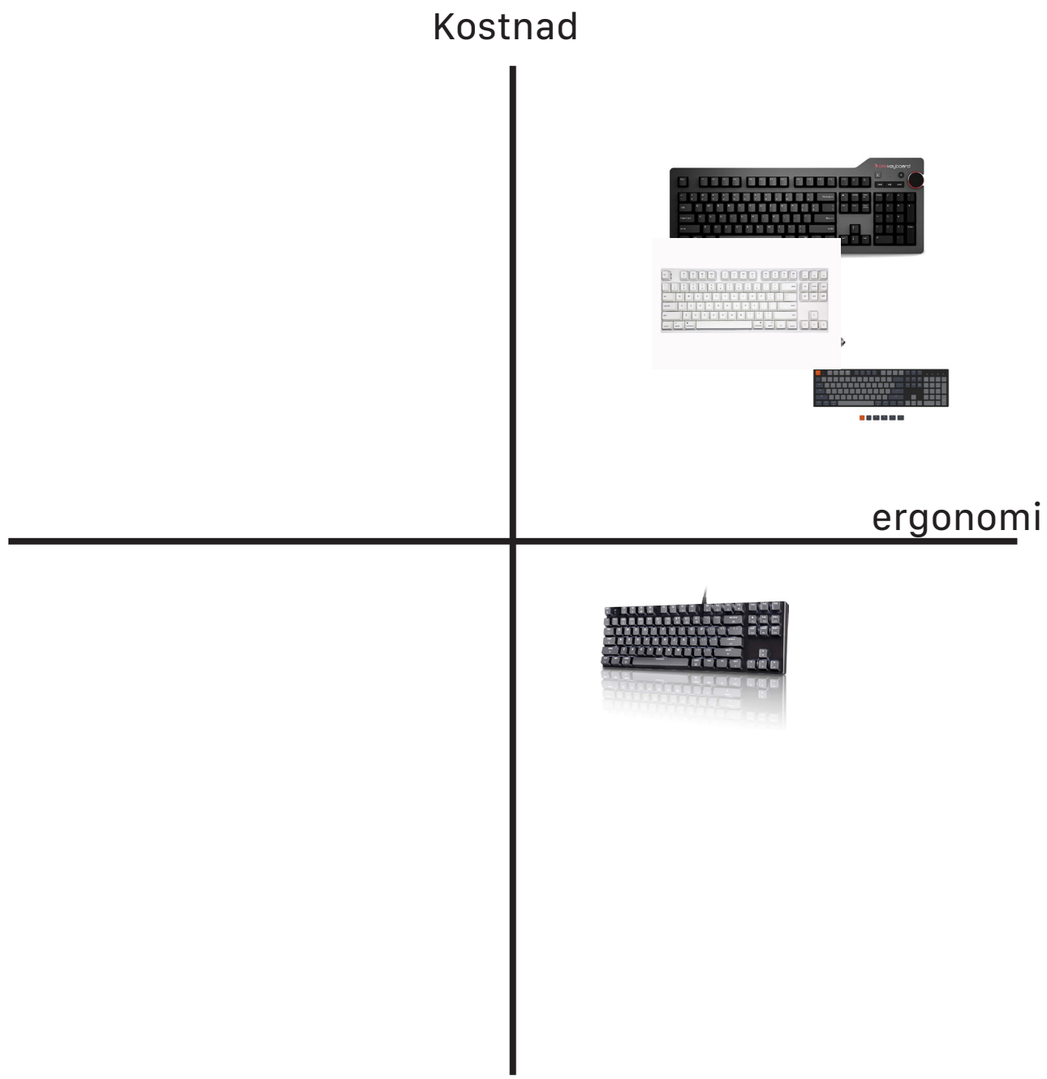
Fördelar med dessa brytare är att de med dess låga profil går att göra väldigt slimma och stilrena tangentbord som underlättar stress över handleder som högre tangentbord kan bidra med.

Nackdelar med dessa brytare är den korta travel distansen som ökar chansen för feltryck, den mer "svampiga" taktila känslan och lägre hörbara feedbacken man får när man trycker på tangenterna.

Brytarna är inte heller lika hållbara som mekaniska brytare utan har en beräknad livslängd på ca: 10-30 miljoner knapptryck.



Process



Marknadsundersökning

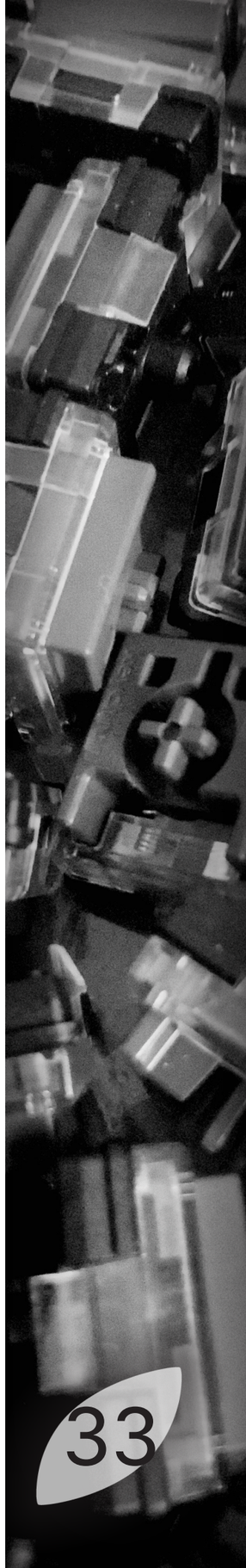
Mekaniska tangentbord
(Tangentbord med mekaniska fjädrar som fjädring under tangenterna.)

Mekaniska tangentbord är tangentbord med mekaniska brytare (fjädringen och inmatningskomponenten under tangenten), det finns flertal olika brytare med olika taktila profiler och hörbar feedback.

Mekaniska tangentbord är vanligt förekommande som gamingtangentbord då de har bättre taktil feedback och oftast innehåller bättre komponenter.

Fördelar med dessa tangentbord är att det finns en mängd olika varianter att välja bland, de har lång livstid på ca:30-70 miljoner knapptryck, de är lättare att underhålla och erbjuder bättre taktil feedback, den längre travel distansen gör det även svårare att trycka fel.

Generella nackdelar med mekaniska tangentbord är att de ofta är väldigt höga och kan därför utsätta handlederna för stress. mekaniska tangentbord lämpas inte lika bra vid resa/ transport då de ofta låter väldigt högt och är otympliga.



Process

Funktionsanalys

Verb	Substantiv	Typ av funktion	Begränsningar
Registrera	Knapptryck	HF	Av/på
Kommunicera	Funktion	DF	Knappbetydelse
Medge	Transport	SF	I väska/låda vid
Indikera	Strömställning	SF	Av/på
Förmedla	Designspråk	Ö	Apple & Mionix
Tåla	Underhåll	Ö	Städa/damma
Klara	Miljökrav	Ö	Återvinningsbar
Äga	Livslängd	Ö	5-10 år
Förmedla	Kvalitet	Ö	Robusta material

HF=Huvudfunktion
DF=Delfunktion
SF=Subfunktion
Ö=Önskad funktion

Kravspecifikation

Ska vara robust.

Ska signalera high end.

Ska vara ergonomisk.

Ska vara enkel att förstå.

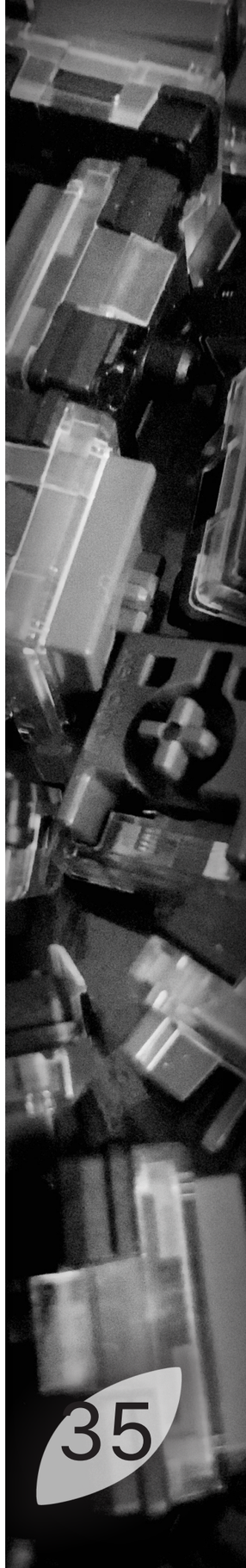
Ska vara smidig.

Ska vara designad efter Apple och mionix formspråk.

Bör vara ställbar.

Bör vara Tillverkad med miljöpåverkan i åtanke.

Bör kunna servas.



Process

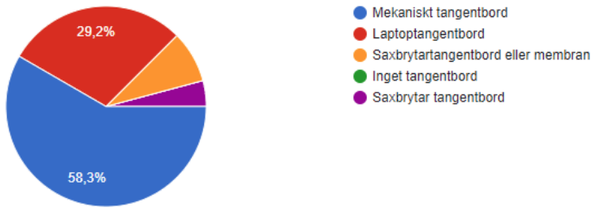
Enkät

Efter min marknadsanalys formulerade jag en enkät som där jag ställde ett antal frågor kring tangentbord inför den kreativa fasen. Jag fick 24 anonyma svar på enkäten

Vad har du för tangentbord i dagsläget?

Kopiera

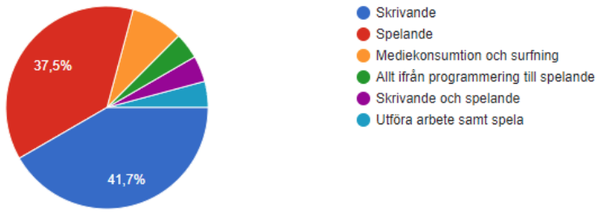
24 svar



Vad är din primära användning av ditt tangentbord?

Kopiera

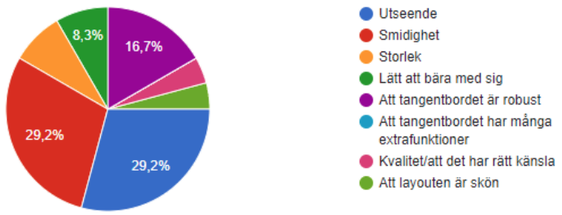
24 svar



Vid köp av ett nytt tangentbord vad är då den viktigaste egenskapen av det tangentbordet?

Kopiera

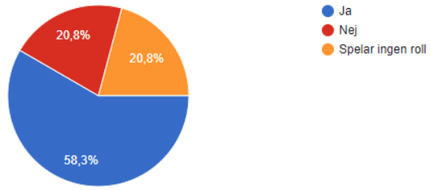
24 svar



Är bakbelysta knappar viktigt i ditt val av tangentbord?

Kopiera

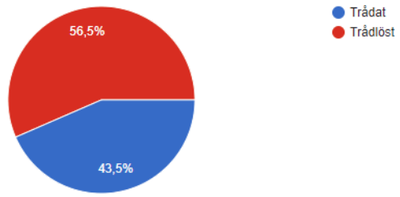
24 svar



Föredrar du ett trådat eller ett trådlöst tangentbord?

Kopiera

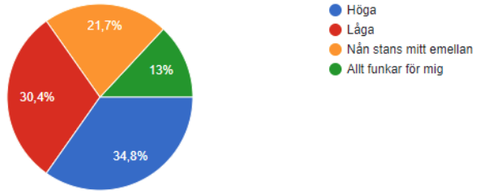
23 svar



Föredrar du ett tangentbord med höga eller låga knappar?

Kopiera

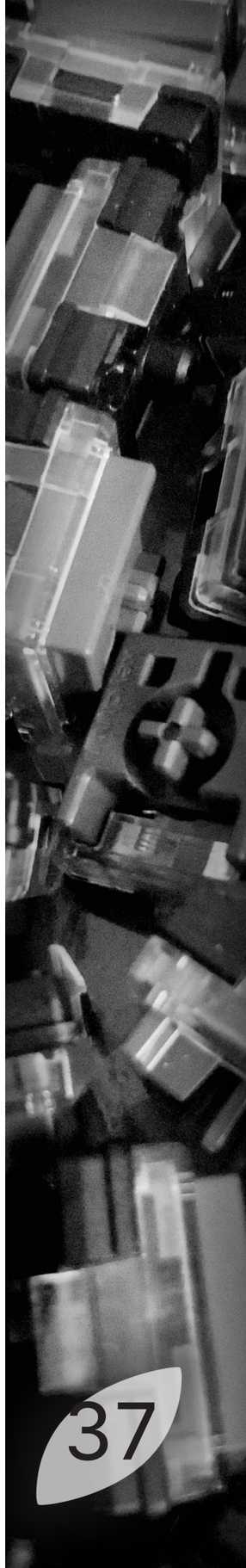
23 svar



Har du något att tillägga?

4 svar

- Viktigt med känslan. Typ skillnaden mellan tangentbordet på en generiska windowslaptop och ett tangentbordet på en macbook.
- Personligen så är möjligheten att personalize mitt tangentbord viktigt
- För mig är det viktigt att färgen på bokstäverna står i kontrast till bakgrunden för bättre läsbarhet
- Att om jag har upplysta knappar vill jag ha möjligheten att stänga av de ljuset när jag inte villa ha tänt. Behöver inte någon cool programvara.

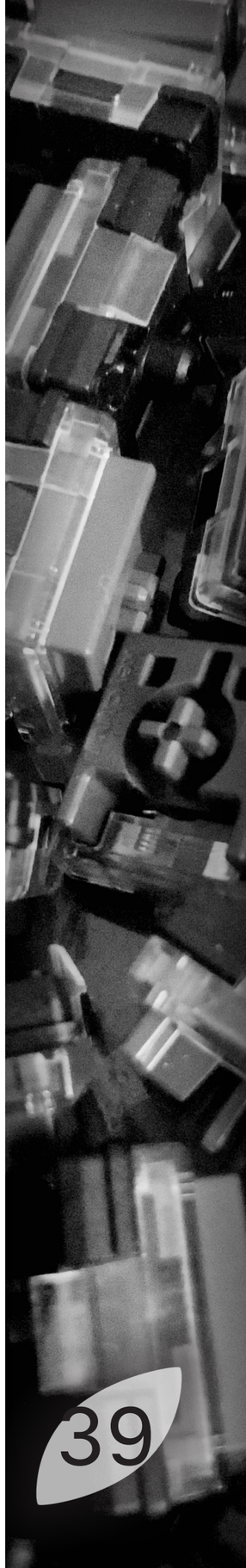


Process

Besök av företaget

Efter halva projekttiden närmade jag mig slutet av analysfasen och det sista jag ville få gjort innan jag gav mig in i den kreativa fasen var att stämma av en del grejer med Mionix och visa arbetet jag hade genomfört upp till den punkten. Därför bokade vi in en resa till Växjö och ett hotellrum för en natt och så bar det av söderut.

Under tiden i Växjö diskuterade vi arbetet som genomförts, visionen för slutresultatet och komponenter som skulle beställas, därefter inleddes den kreativa fasen.



Process

Kriterier och beslut inför slutresultatet

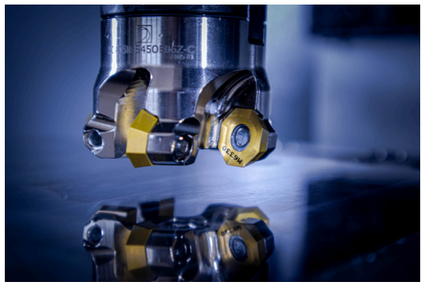
Väl hemma igen så sammanfattade jag riktningen jag ville ta designen och vad jag ville få gjort innan projektets slut.
Jag fattade beslut tillsammans med Mionix om vad som behövde outsourcas och beställas för slutmodellen.

Tangentbordet ska ha optiska Lågprofil brytare.

-Brytarna som valdes är keychron low profile optical switches.

Chassit ska vara fräst ur aluminium.

-En design av chassit ska skickas till en maskinverkstad och fräsas ut.

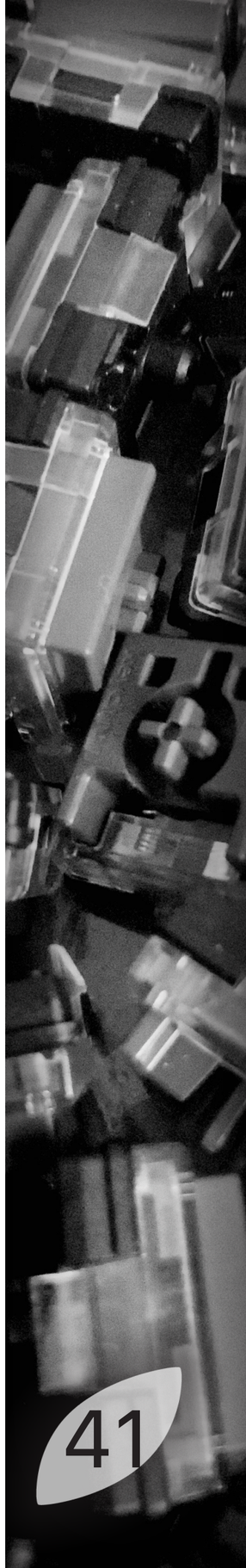


Tangentbordet ska vara fullstort med numpad.

-Designen kommer ha samma layout som apples magic keyboard.

Tangentbordet ska ha lågprofil tangenter.

-Tangenterna ska designas och skrivas ut med transparent vitt resin.

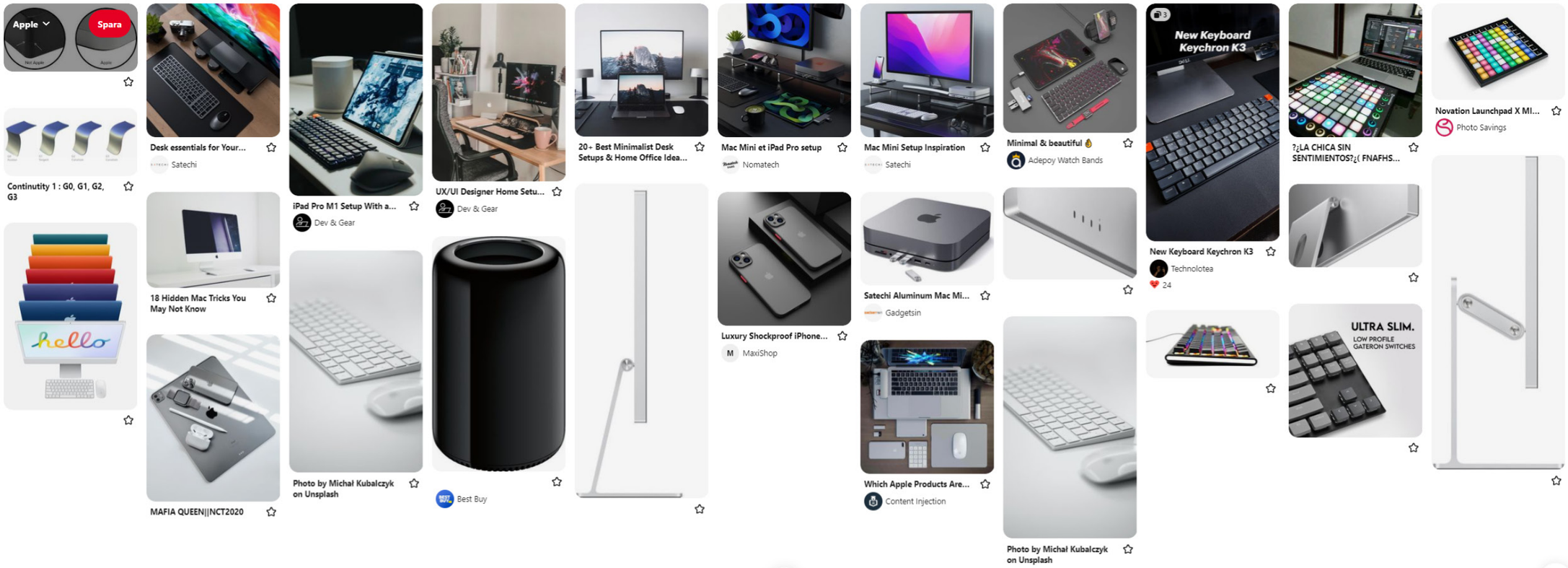


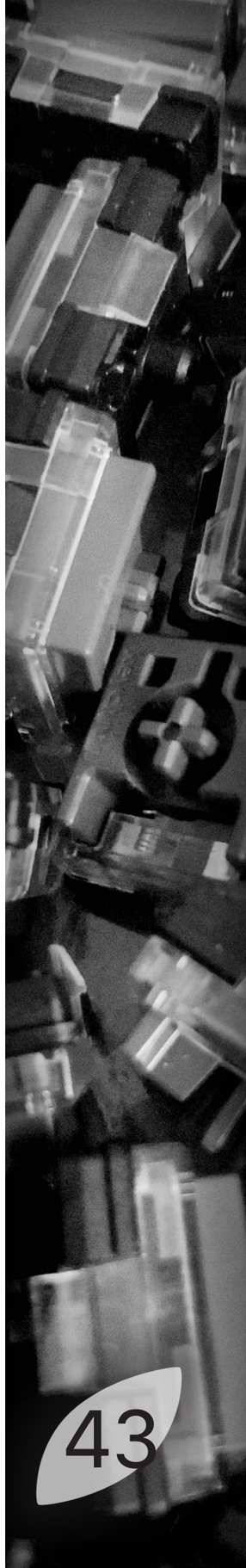
Process

Moodboard

Den kreativa fasen inleddes med en moodboard utifrån de kriterier jag satt under analysfasen.

Jag skapade moodboarden på pinterest som jag nyttjade för att få en visuell bild av riktningen jag ville ta designen.



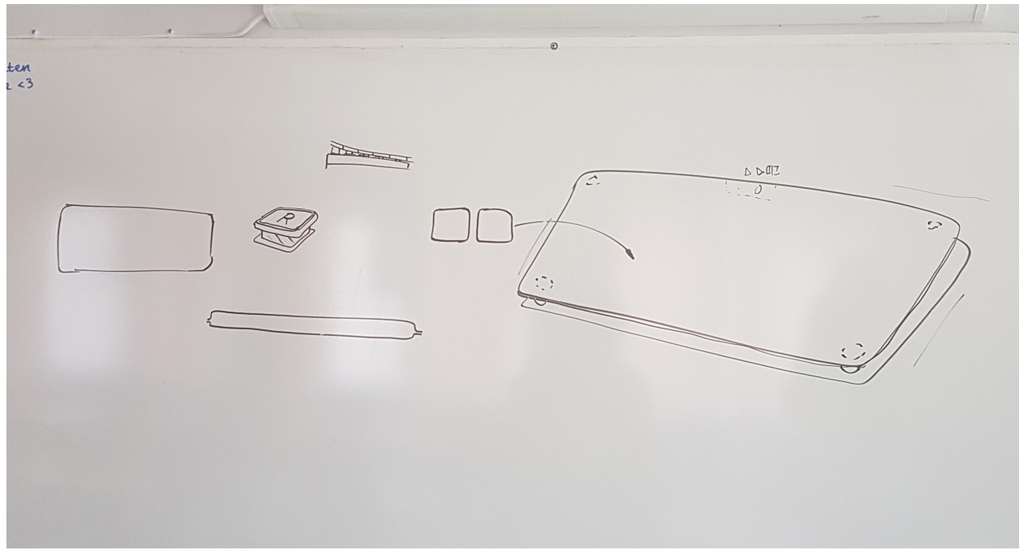


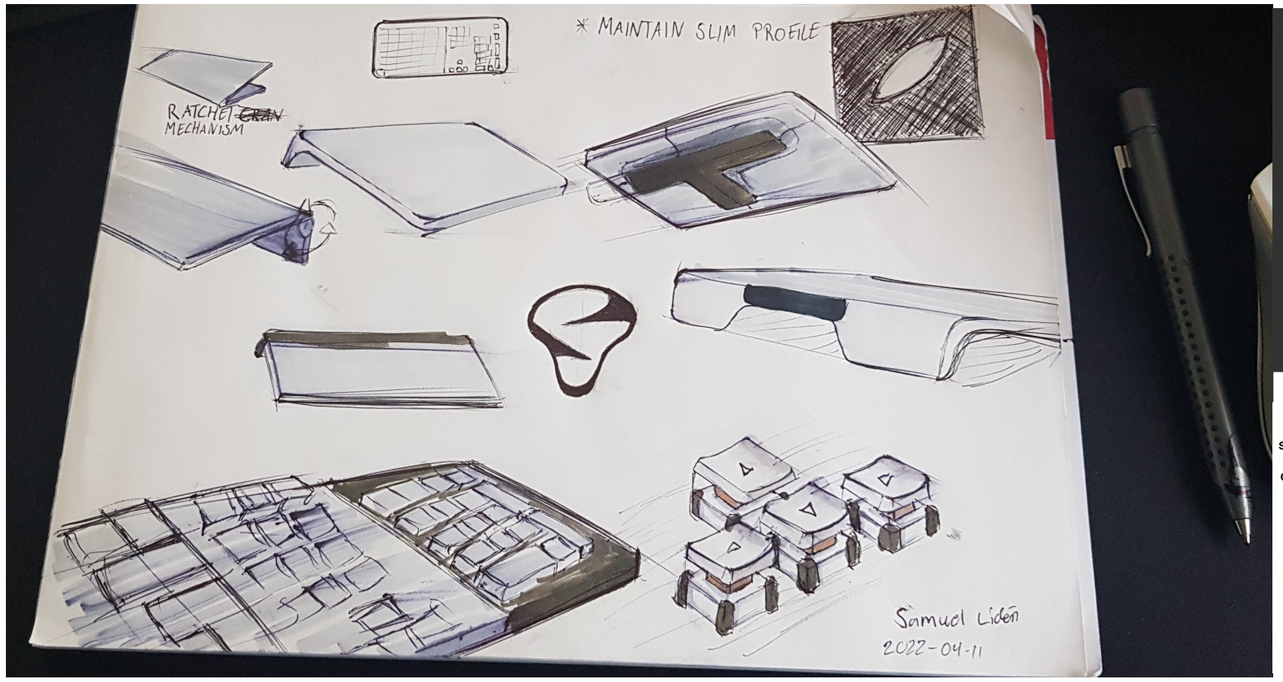
Process

Idéskisser

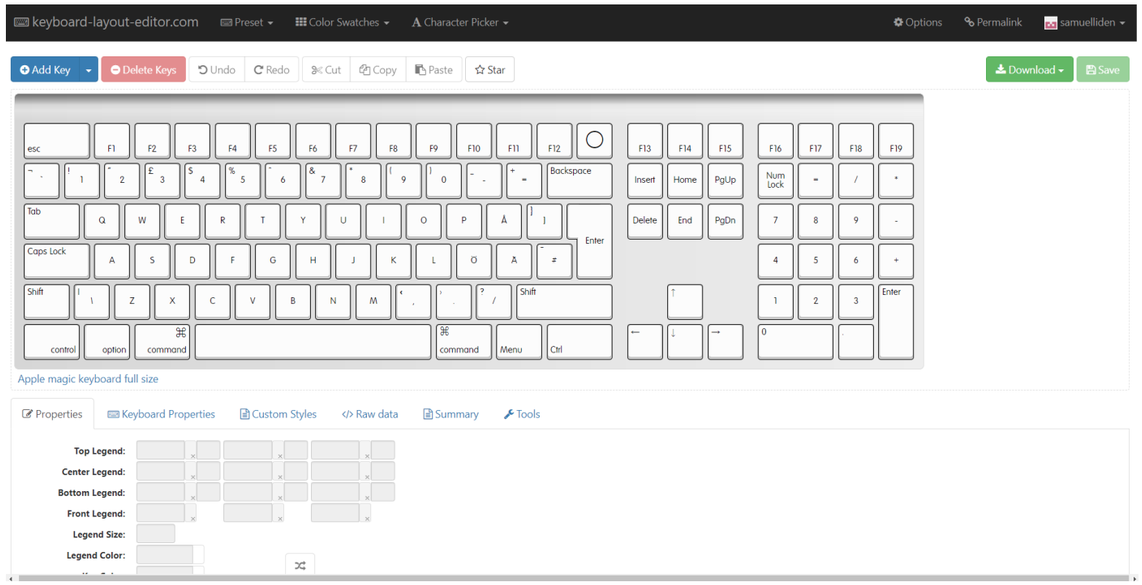
I idéskisstadiet får jag med snabba skisser utforska olika koncept för att komma fram till designen jag vill ta vidare till slutmodellen.

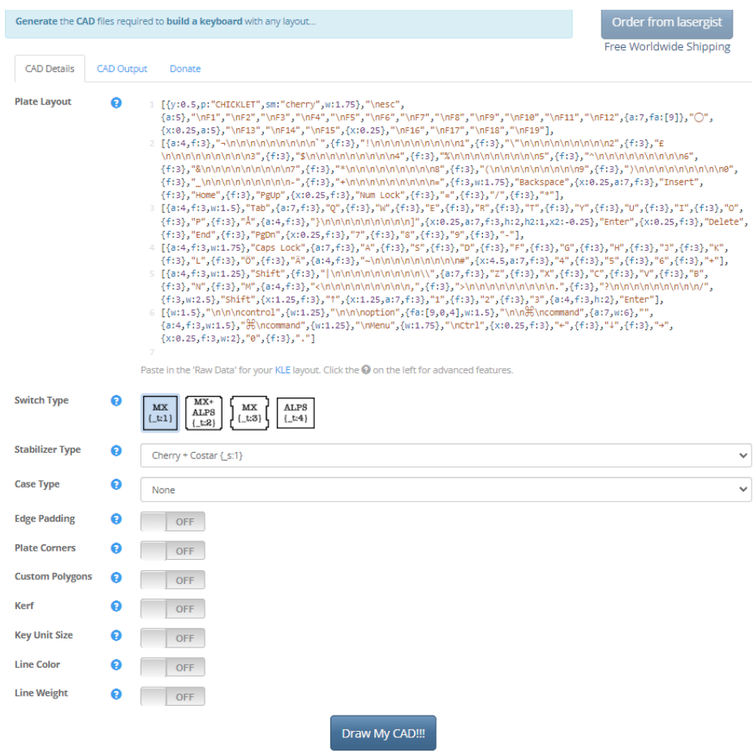
Vidare formskissering görs i CAD där jag känner mig mer bekväm.





Process



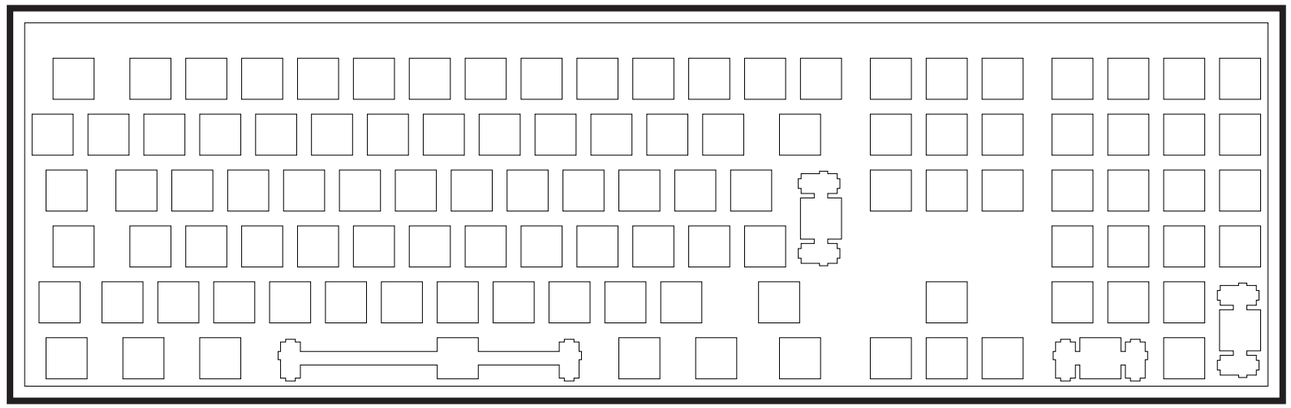


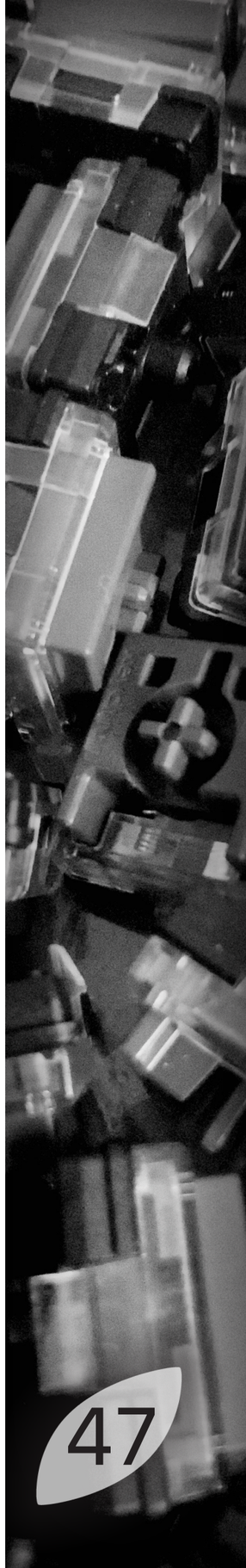
Layout för tangentbordet

För att på ett så enkelt sätt som möjligt designa layouten för tangenbordet så använde jag mig av ett webbasserat programm som heter:
Keyboard_layout-editor.com
där kunde jag flytta runt på tangenterna tills jag hade en layout som jag var nöjd med.

Därefter kunde jag med hjälp av datan som websidan skapade rita en vectorfil av layouten med hjälp av ett annat webbasserat program som heter plate and case builder.

Den skapade vectorfilen kunde jag importera till mitt föredragna CAD-program
Autodesk Fusion 360.

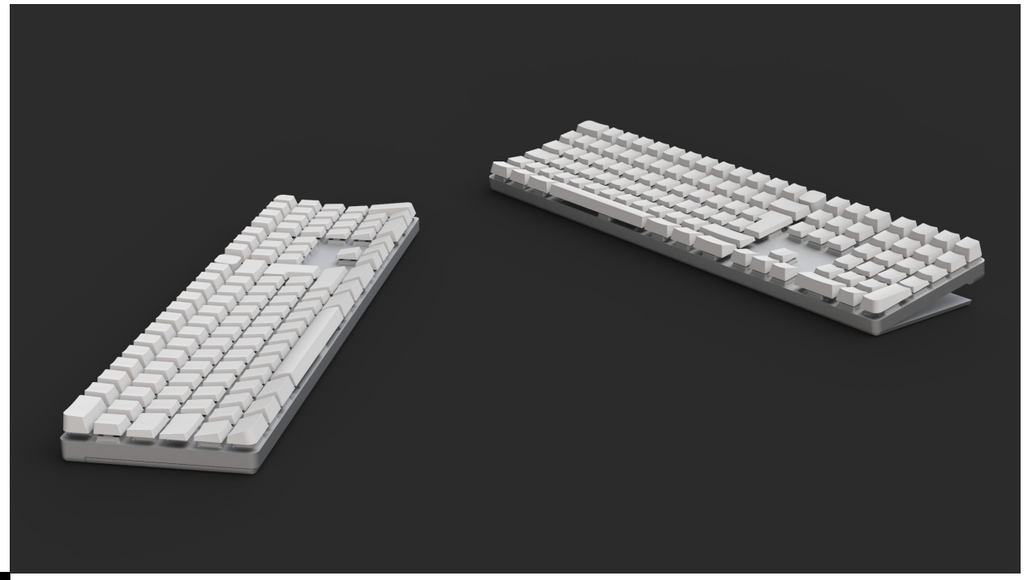


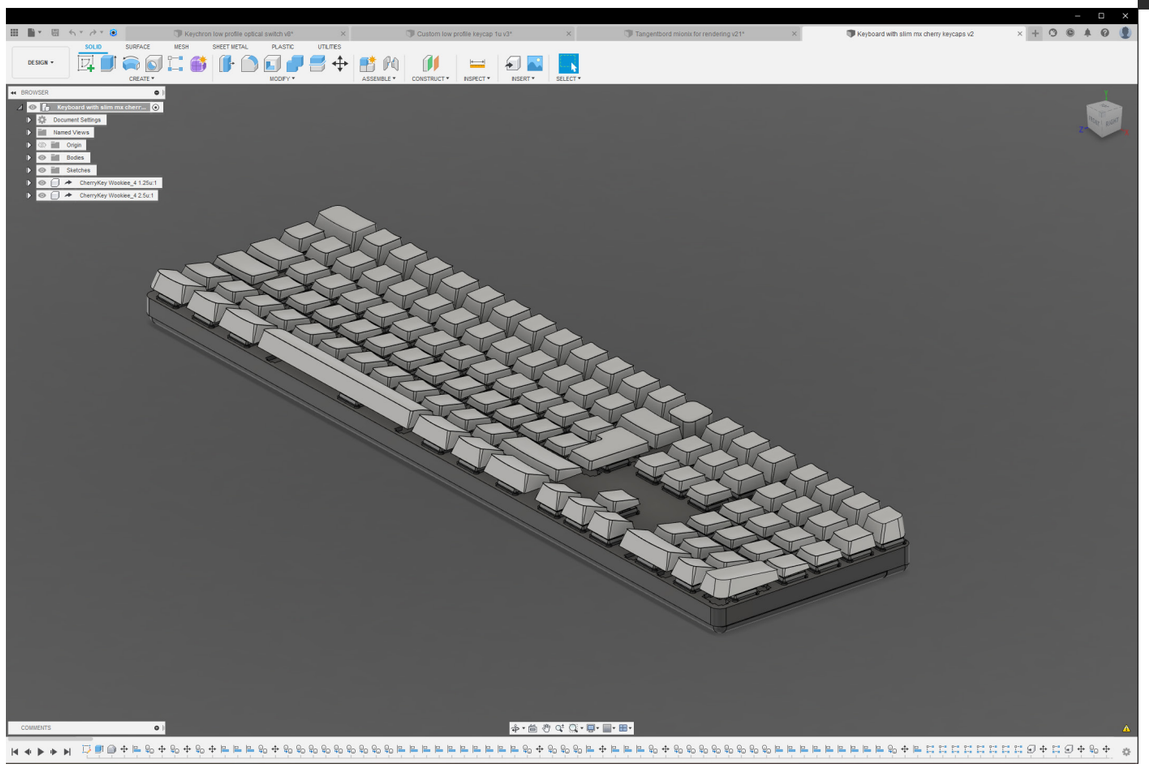


Process

CAD-modellering

CAD-modelleringen är mitt favoritstadie i designprocessen för där får mina idéer och koncept en väldigt exakt tredimensionell digital form som jag kan justera precis hur jag vill.

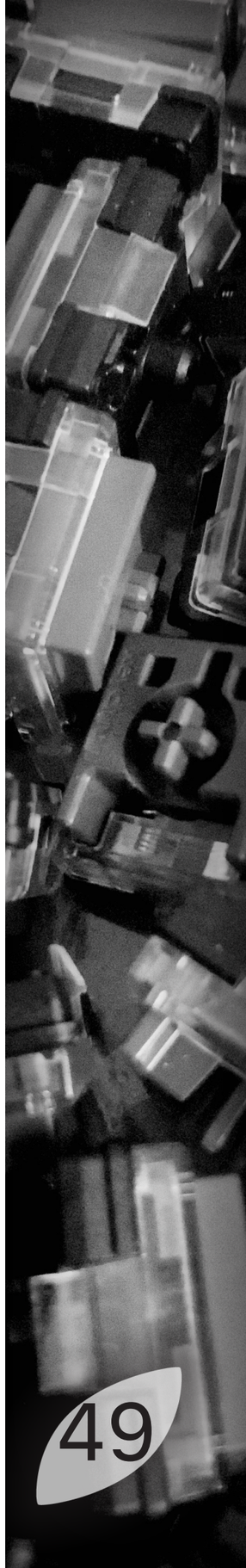




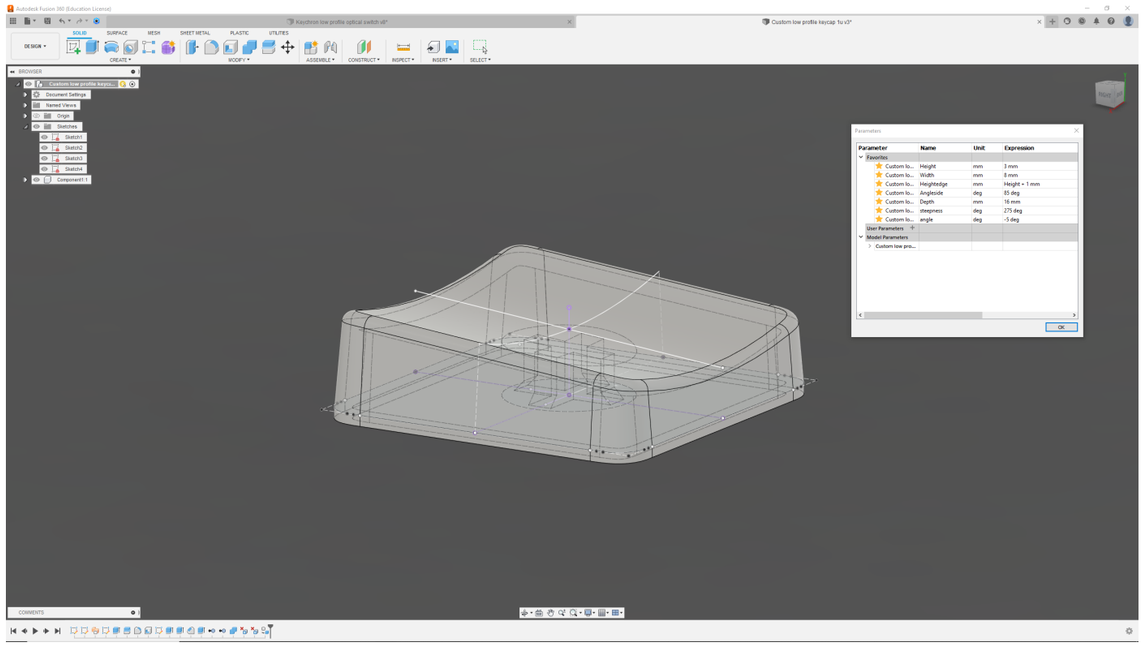
Snabba 3D skisser

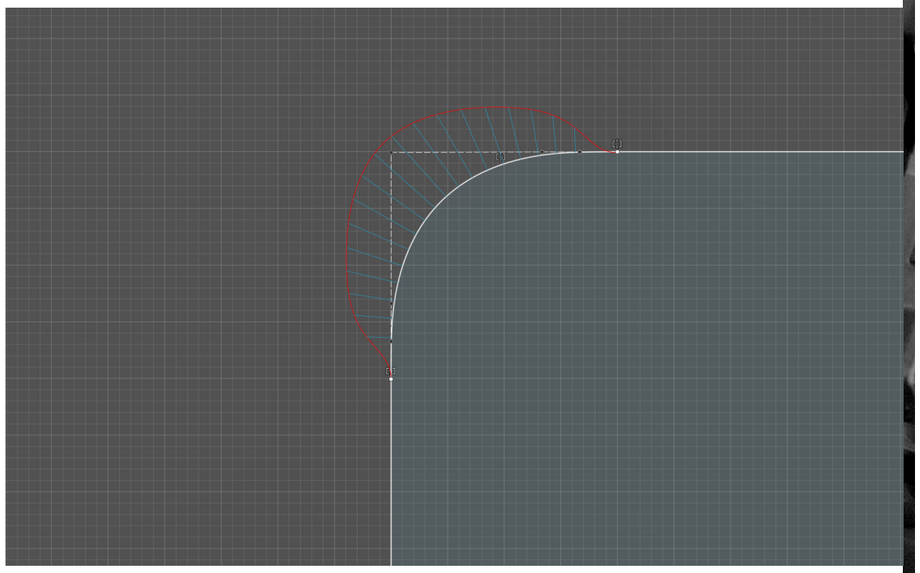
Dessa bilder visar på ett första koncept av slutmodellen där jag försökte använda mig utav en uppsättning cherry tangenter som jag kapat ner 4mm monterade på en lika stor uppsättning kahil low profile brytare som jag fick tag på CAD-filer till från nätet.

Jag kom fram till att jag inte uppnådde resultatet jag strävade efter med de nedladdade CAD-filerna så jag satte igång och designade egna tangenter och modellerade upp Keychron-brytarna från grunden.



Process





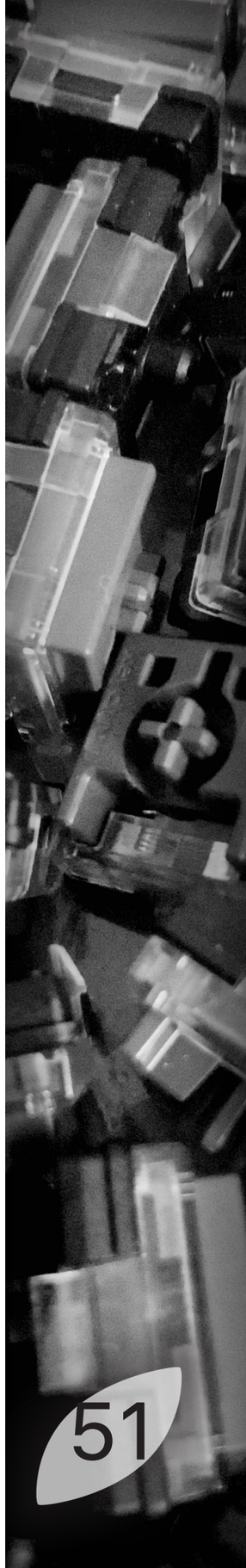
Parametriska tangenter

Jag designade en parametrisk cadmodell för alla de 12 olika tangenterna så att jag kunde göra småjusteringar för alla dimensioner och lutningar om så behövdes i iterationsprocessen för tangenterna.

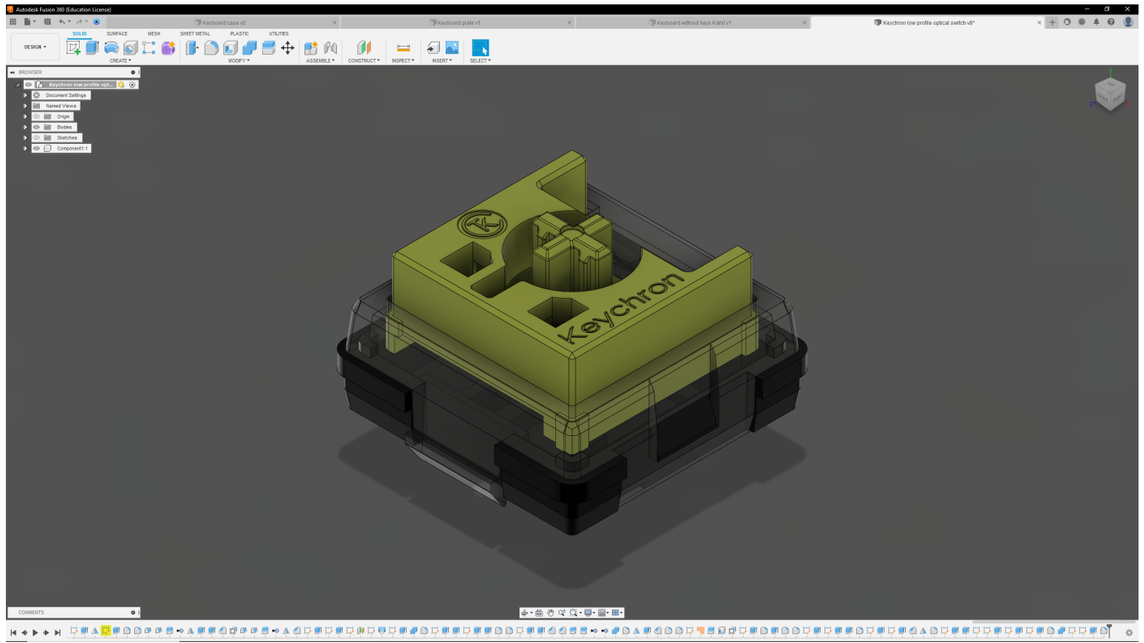
Tangenterna på ett tangentbord mäts i enhetsmängder "units", den minsta tangenten på ett normalt tangentbord är en unit och i mitt fall är en unit 16mm. En tangent som är två units är då 2*16mm plus mellanrummet mellan tangenterna som är 3.05mm alltså 35.05mm bred.

På tangentbordet jag designade finns det tangenter med storleken 1 u, 1.25 u, 1.5 u, 1.75 u, 2 u, 2 u i höjd, 2.5 u, 6 u och enterknappen vars toppdel är 1.5 u och botten som är 1.25 u och 2 u i höjd.

Som det står beskrivet i företagsanalysen så är det viktigt med kurvaturkontinuiteten mellan ytor för att det ska kunna upplevas som "Apple", så över allt där det är en rundad kant så har jag designat den för att vara en G3 kurvatur.



Process

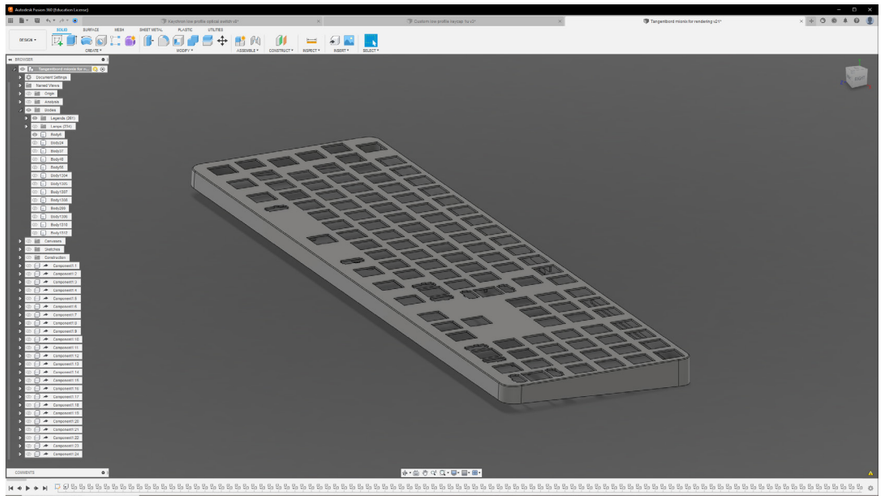


Keychron low profile optisk brytare

När beställningen av brytarna anlände så modellerade jag en väldigt noggrann replika av dem för att kunna använda dimensionerna i designen av tangentbordet och för att ge ett så realistiskt resultat som möjligt i renderingarna när modellen blev klar.

De optiska brytarna är "hotswappable" och går alltså att byta ut direkt från tangentbordet för att ersättas om en går sönder eller om du vill ha ett annat motstånd eller en annan ljudprofil på en specifik tangent.

Keychron säljer fem olika varianter av deras low profile brytare som man kan välja och blanda mellan.

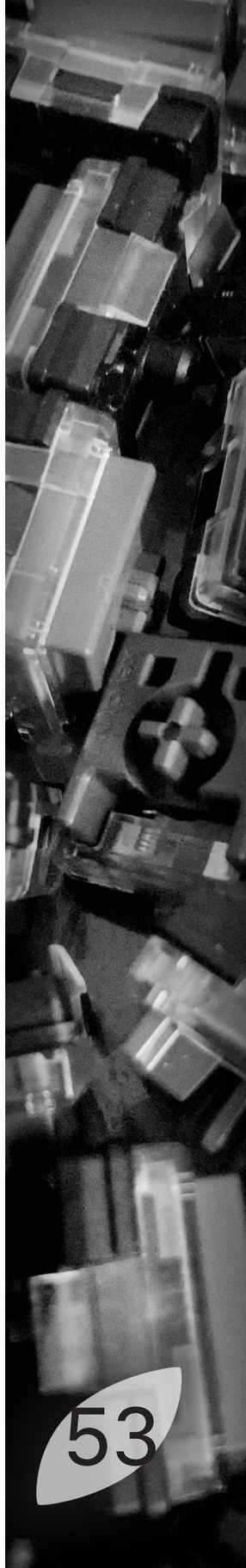


Chassit

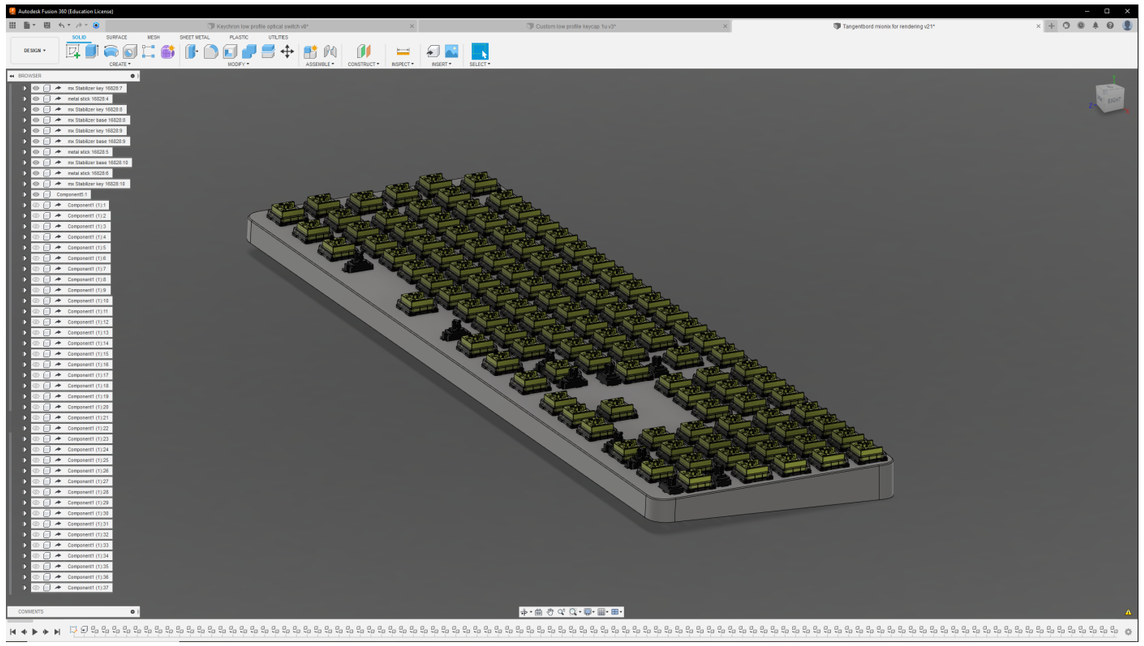
Chassit designade jag utifrån vectorfilen jag skapade med plate and case builder.

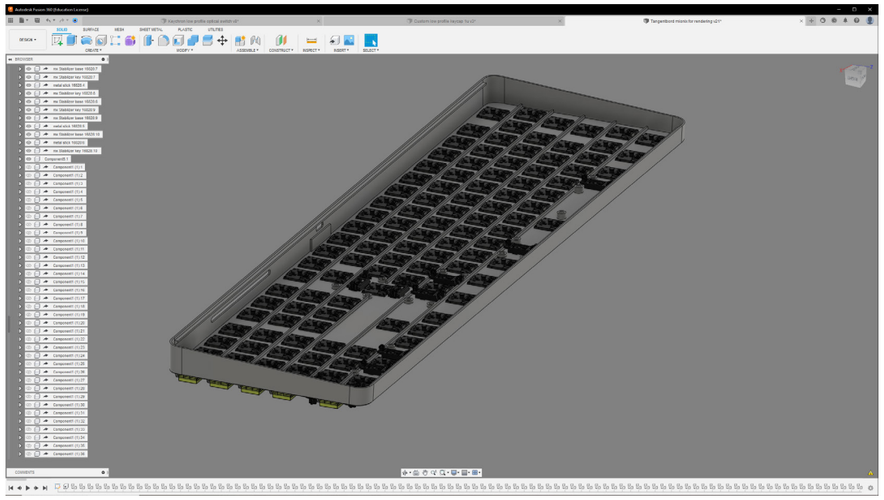
Det har en 3 graders vinkel för ökad komfort och kanterna är rundade med en G3 kurvatur.

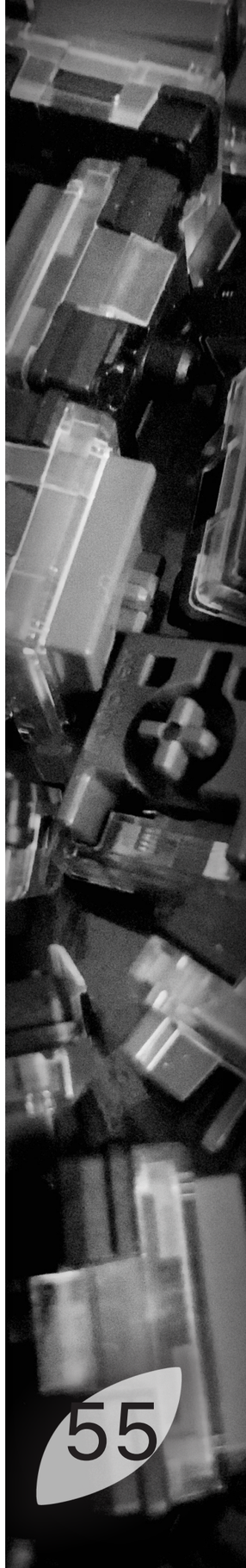
topytan är ribbad för ökad stabilitet och styrka när man klickar i brytarna.



Process





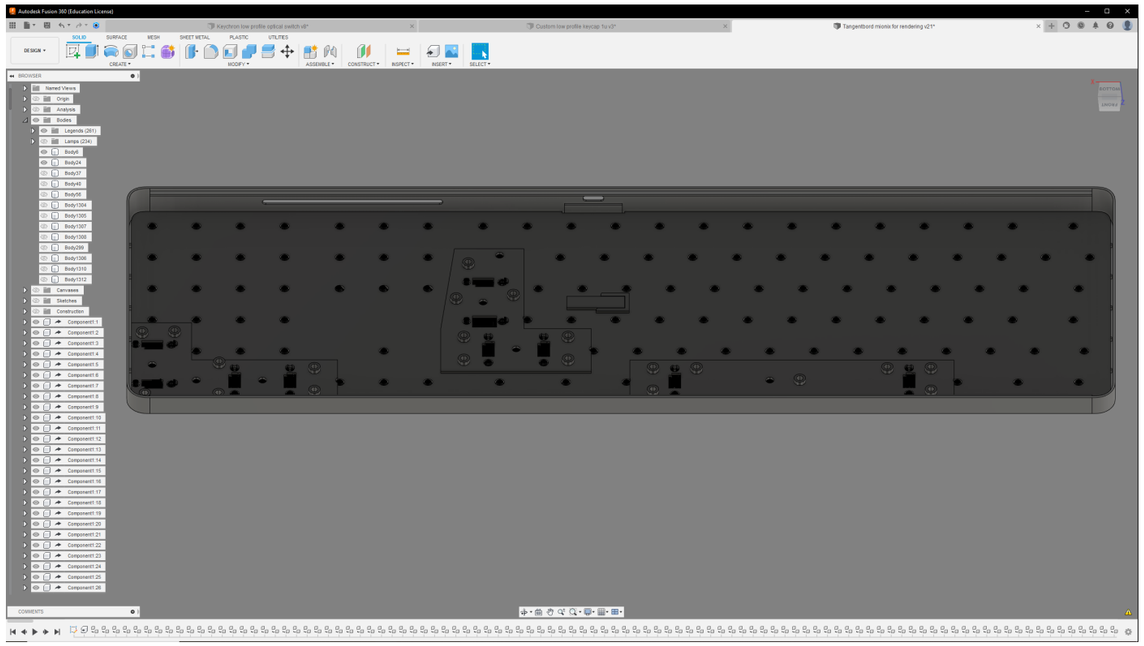


На chassit monterade jag de 109 brytarna och de fyra stabilisatorerna, detta var en väldigt repetitiv procedur

Brytarna klickas på platts i chassit och sticker sedan neråt där de monteras på ett kretskort.

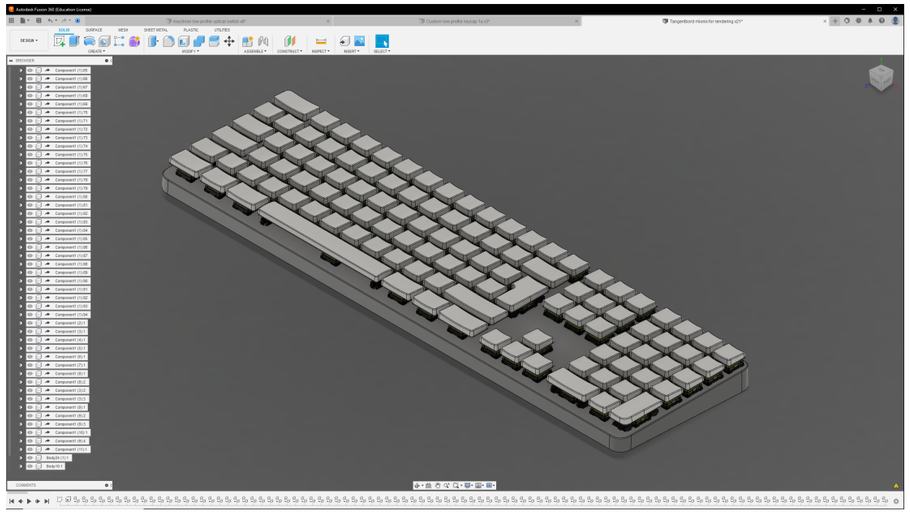
Här kan man se chassits ribbor samt monteringshål för skruvar.

Process

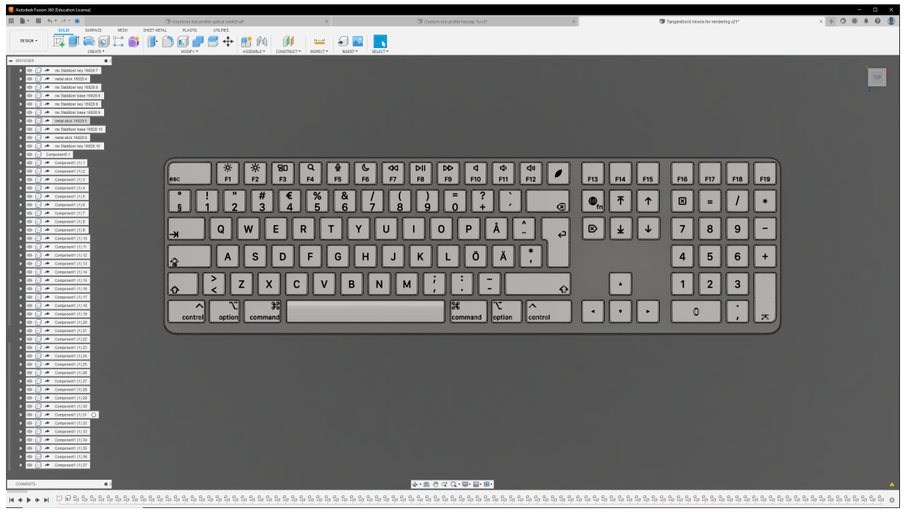


Här är den specialdesignade pcbn med alla dess 109 hål.

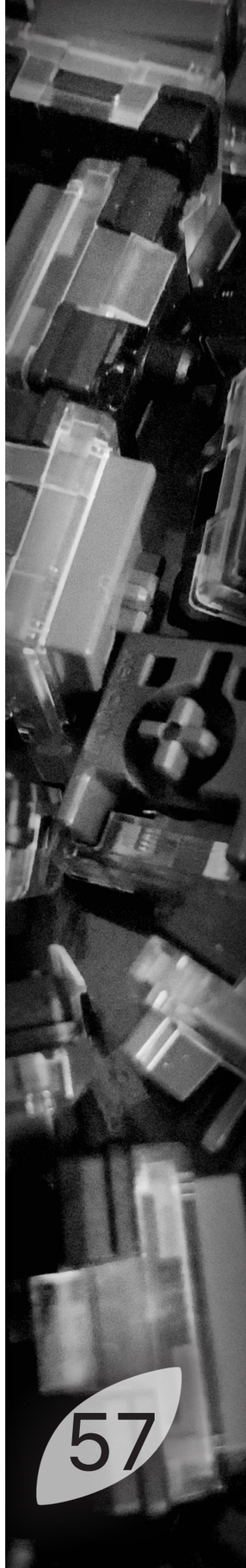
Anledningen till att pcbn sticker ut mer vid stabilisatorerna är att jag inte kunde få tag på stabilisatorer för lågprofilbrytare, därav behövde jag montera dem två mm lägre för att de skulle fungera, detta krävde massvis av itterationer.



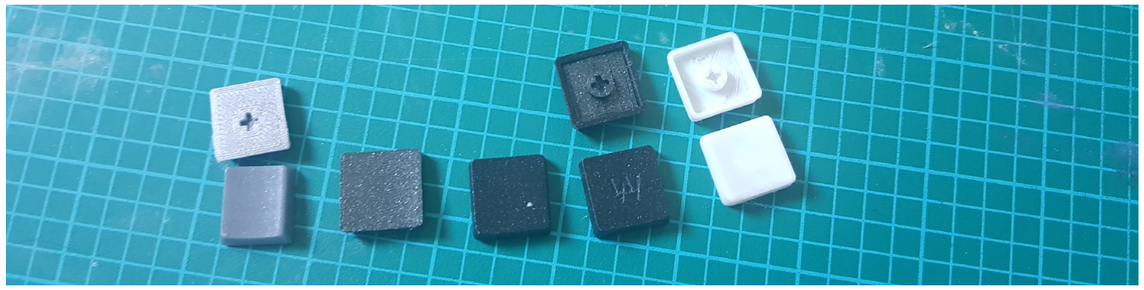
Här är alla 109 tangenter placerade ovanpå de 109 brytarna som är monterade i 109 hål i pcbn, Väldigt repetitivt



Symbolerna och bokstäverna placeras var och en på sin tangent.
Symbolerna och fonten är Apples egna San Francisco.



Process



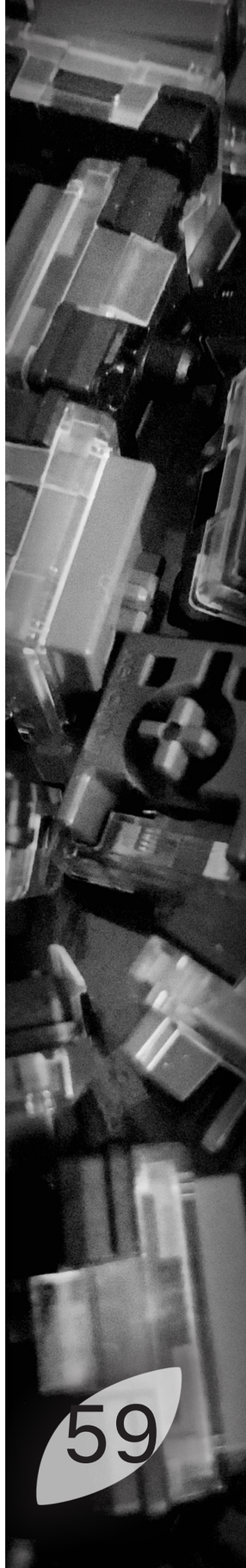
3D-printing

Under tiden som jag arbetade i CAD så itererade jag flera omgångar på de flesta komponenterna i designen så att toleranserna skulle tillåta dem monterades till varandra när jag plockade ner dem från min printer.

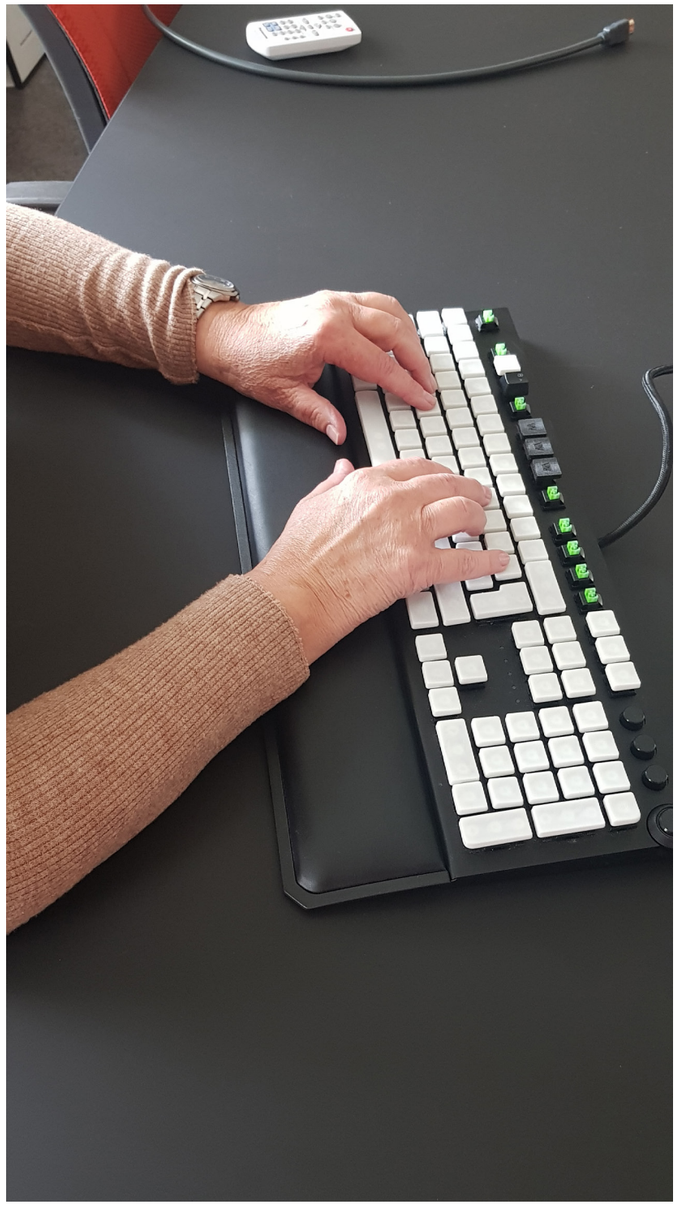
Tangentera behövde ha väldigt tighta toleranser så de fick jag göra väldigt många iterationer på, dels för att de skulle gå att montera på brytarna och stabilisatorerna men också för att få rätt konkavitet på toppytan som fingrarna ska pressa ner.

För att få fram rätt lutning så gjorde jag ett par numpads för att få fram den mest ergonomiska lutningen till min slutmodell.
på numpadsen itererade jag även hur jag skulle montera stabilisatorerna till de större tangenterna.

Det blev en hel del mislyckade prints och experiment men med varje iteration blev resultatet bättre.



Process



Användartest

Sent in i projektet fick jag en möjlighet att utföra ett användartest tillsammans med Gunilla Raupach som har Soreasis Artrit och Artos och nervskador i nacke och höger hand.

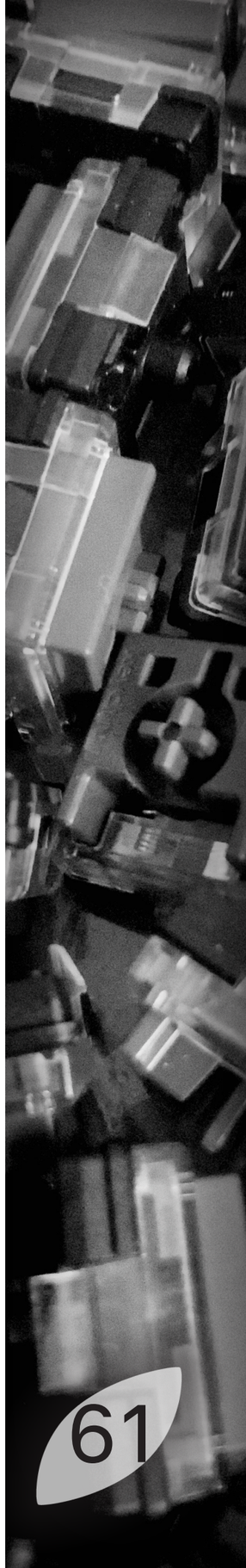
Vid tiden av användartestet så hade jag bara hunnit skriva ut tangenterna så de fick monteras och testas på mitt Razer tangentbord.

De nya tangenterna tyckte hon var en bra förbättring över de originella högre tangenterna på tangentbordet då hon lätt får obehag i händerna efter längre användning av högre tangentbord då handleden hamnar under stress.
Hon tyckte även att de var bättre än laptoptangenter som hon menar är för tight inpå varandra för fingrarna, hon gillade konkaviteten av tangenterna för att fingrarna lätt kunde hitta sin plats på tangenterna och hon uppskattade kontrasten mellan tangenternas och chassits färg under dem, hon menade på att de var lättare att läsa så men att det inte behövde var vitt på svart.

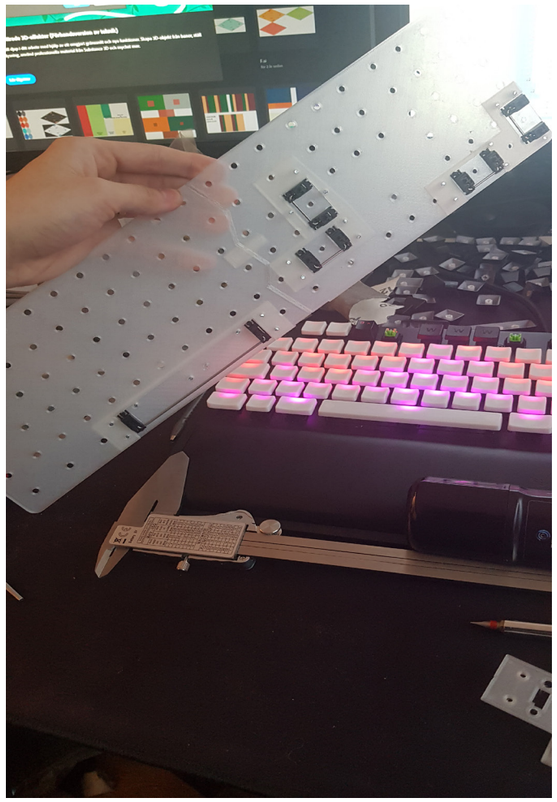
Hon fick höra att tangentbordet skulle ha utbytbara brytare och det tyckte hon var en bra idé att man kan ha tystare brytare så att man inte behöver störa sig på höga ljudnivåer.

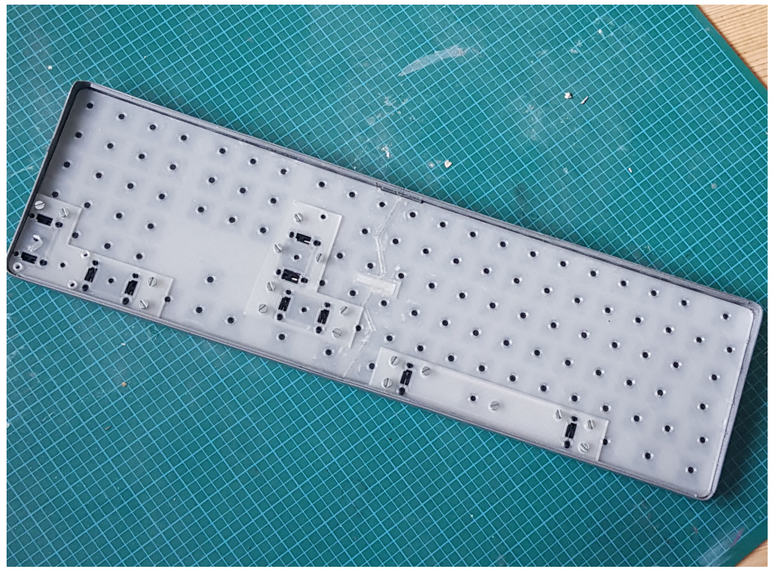
Tangenterna som jag lät henne testa hade en något grov textur på toppytan då de inte var färdigslipade men det tyckte hon bara var positivt, att fingrarna inte gled lika mycket.

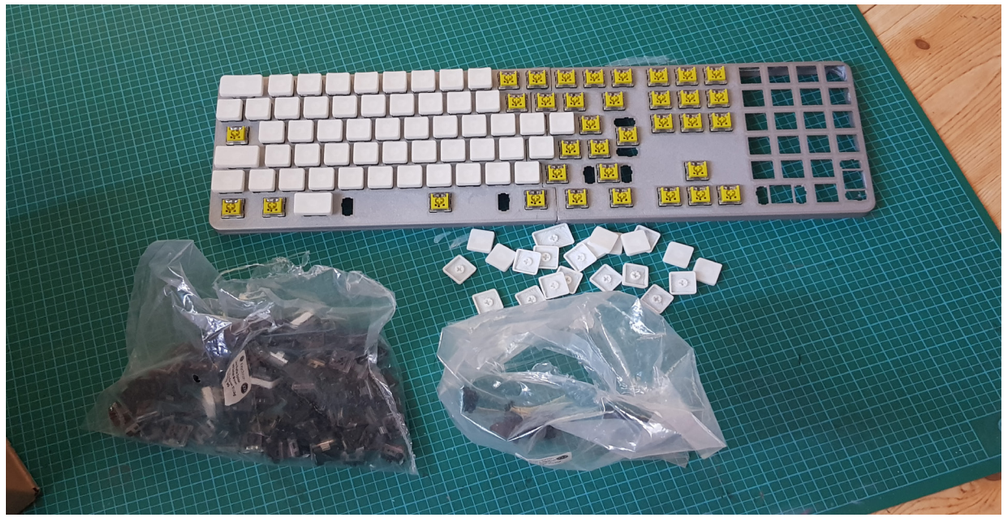
Om det var något hon kunde önska att jag hade med till min slutmodell så var det ett handledsstöd som på tangentbordet hon fick testa och att tangentbordet skulle vara något tunnare för att det skulle vara snällare för handlederna.



Process







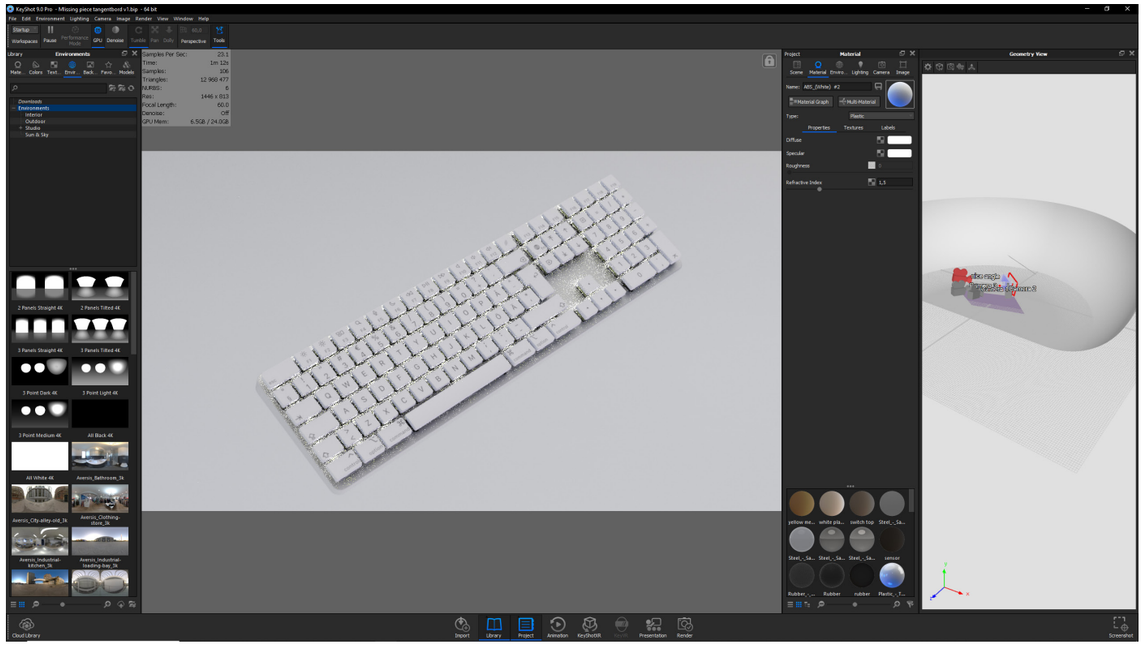
Modellarbete

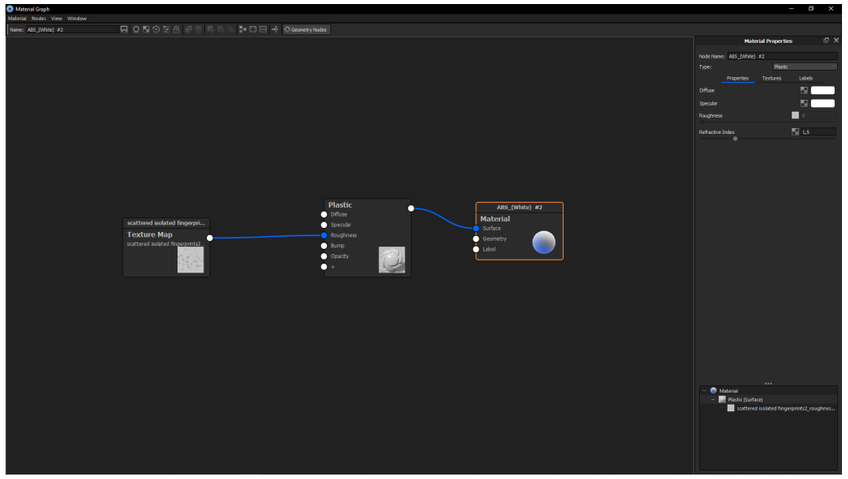
Efter användartestet så kände jag att mitt koncept skulle fungera så jag började printa ut hela modellen i delar för att sedan limma, spackla, slipa primea, grundlackera, måla i aluminiumfärg och sedan lackeras.

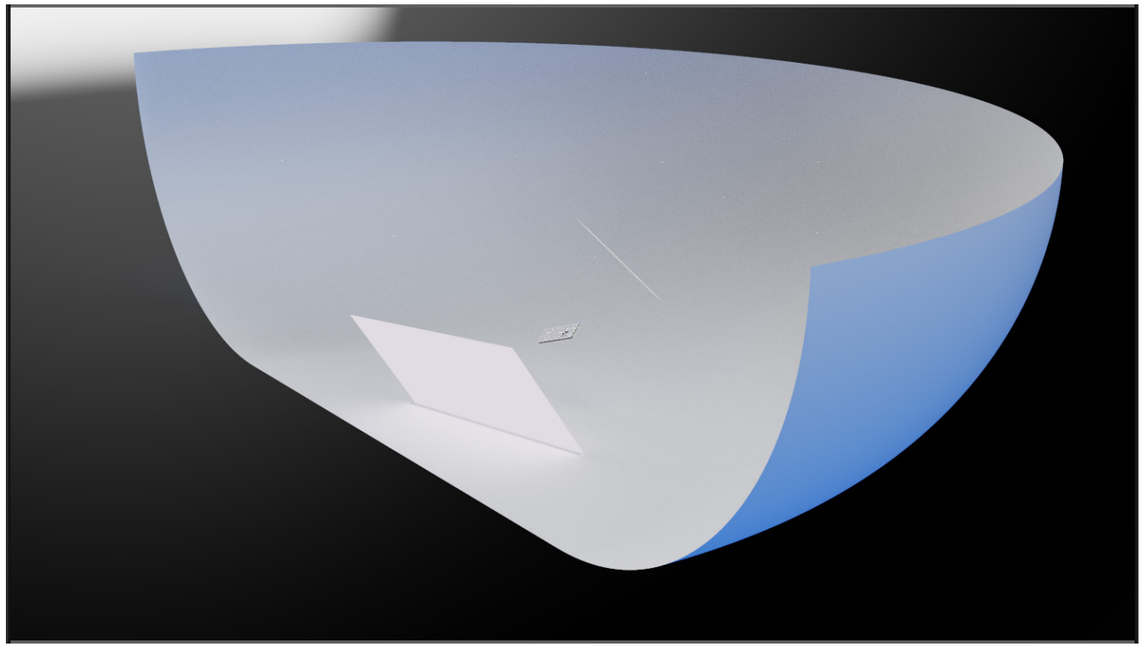
Därefter var det bara att montera alla 109 brytarna i de 109 hålen och sen fästa de 109 tangenterna ovanpå dem och skruva ihop modellen.

Jag hade sån tur att jag fick hjälp vid monteringen av tangenterna det sparade mig mycket tid.

Process







Renderingsarbete

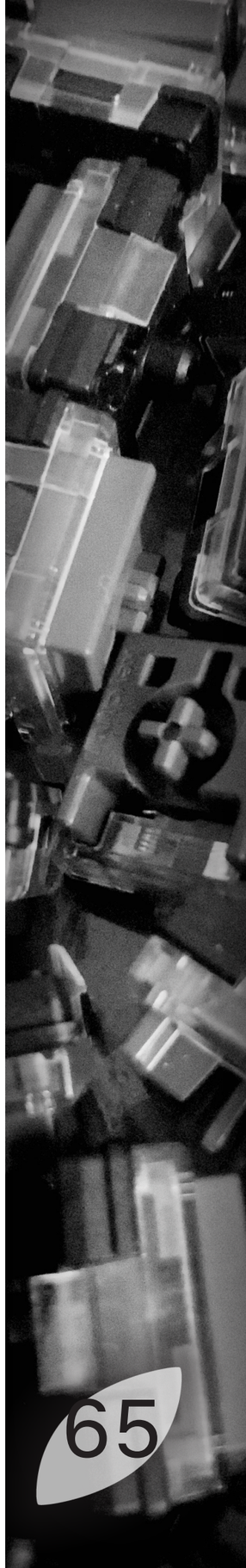
Jag renderar i Keyshot och försöker eftertrakta realism så gott det går. Detta gör jag genom att gå igenom alla material i "material graph" och justera smådetaljer med hjälp av roughness och bump maps (grovhet och yttextur som regleras med svartvita bilder vilka sveps över komponentens yta).

Jag gillar att förbereda mig så gott jag kan innan jag tar en modell till keyshot då det är svårt att fejka detaljer man missat i CAD-stadiet. För att få så realistiskt ljus som möjligt så nyttjar jag både egenskapade hdris, samt fysiska ljus i scenen.

Komposition är viktigt så den försöker jag få till innan jag går på med material och ljus. och en fysisk bakgrund med lite imperfektioner ger en bra effekt.

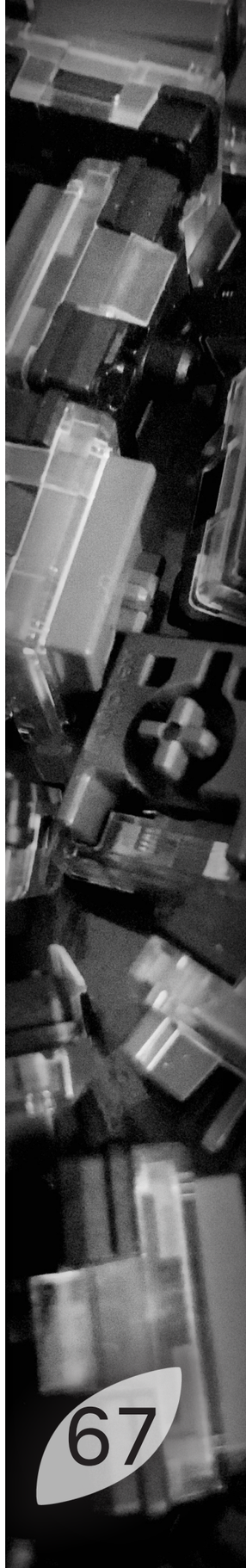
Slutligen lägger jag på lite depth of field för att ge lite oskärpa i yttersta kanten.

Sen utför jag små touchups med levels och camera raw i Photoshop



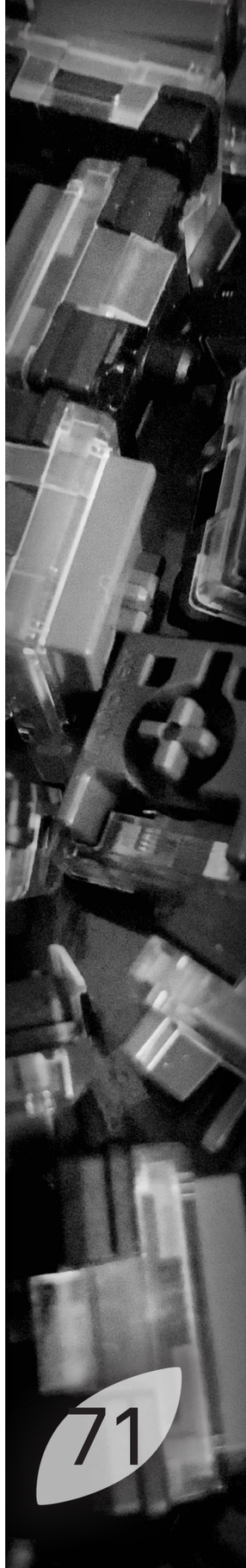
Resultat

Slutmodell



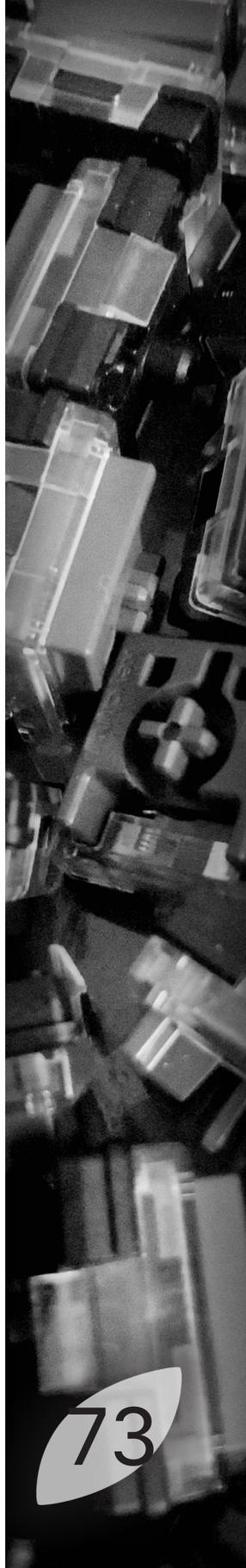
Resultat

Resultat



Resultat

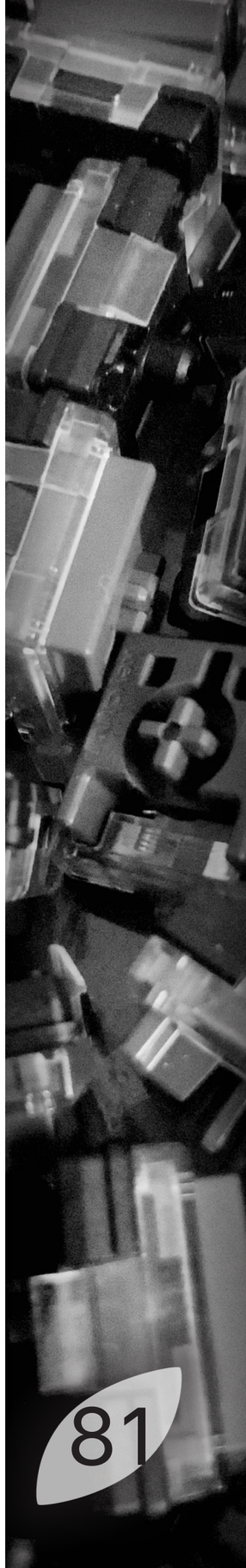
Digital slutmodell



Resultat

Resultat

Resultat



Diskussion

Trots motgångar så tycker jag att resultatet och resan har vart väldigt lärorik, spännande och kul och jag är nöjd med resultatet.

Analysen

Jag ska vara ärlig och säga att jag underskattade hur lång tid analysfasen skulle ta, man kunde verkligen fortsätta att gräva hur länge som helst, jag ångrar såklart ingenting men hade jag vetat bättre så hade jag plannerat annorlunda.

Tidsplanen

Jag har haft det jättesvårt att få en tidsplan att fungera, det har vart sjukdommar hit och dit, underskattandet av analysfasen och långa leveranstider av viktiga komponenter.

Jag hade velat slipa mer på min digitala och fysiska modell, levererat fler renderingar och biffat upp rapporten mer än vad jag hunnit med nu.

Hur som helst så har jag lyckats åstadkomma presenterbara resultat och det är ju huvudsaken.

Designen

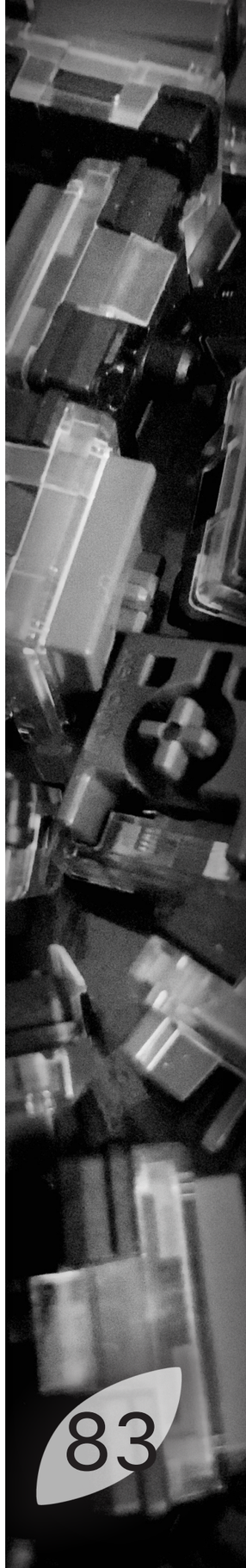
Jag är väldigt nöjd med min CAD-design, den blev allt jag ville att den skulle bli och den fysiska modellen fungerar som den ska. det jag hade velat jobba mer på är att finslipa på renderingarna och fått till tangenter med symboler för den fysiska modellen.

Designen blev som jag ville. och jag är nöjd.

Modellen

Jag fick till en modell tack vare min 3Dprinter, annars vet jag inte hur jag skulle ha fått till det. Jag är väldigt nöjd över hur väl formen tog sig från digitalt till fysiskt relativt smärtfritt.

Jag hade ju gärna fräst ut chassit ur aluminium men färgen är tillräckligt övertygande för att jag ska vara nöjd.



Källförtäckning

s1.
Tangentbord - Samuel Lidén

s2.
Missing piece - Mionix
Brytare i sidan - Samuel Lidén

s8.
Kvinna vid dator - unsplash

s9.
mionix team bild - Mionix

s12-13.
NAOS -Mionix
WEI - Mionix
Peter Nygren - Linked in
Castor - Mionix

s14.
mac,ipad,iphone - unsplash
watch,mac,imac,iphone -unsplash
corner apple products - Unsplash

s15.
Steve Jobs - Profoto
Apple logo - Apple

s18,19.
magic keyboard - Apple
magic mouse - Apple
airpods - Apple
apple pencil - Apple
apple watch - agemsk
imac - Wdrfree
macbook - Apple
iphone x - Appleinsider

s20,21.
magic mouse black - Apple
Apple watch - Apple
mac front view - Apple
mac side view - Apple

s.22,23
airpods - Apple
mac family - Apple
ipad air - Apple

s24,25.
c3,c2,c1,c0 - Computer aided technology.
g0,g1,2,3 - Autodesk
airpod case - Apple

s26,27.
magic keyboard 100% - Apple
windows keyboard - Wikipedia

s28,29.
sf symbols - Apple

s30,31.
mx keys - Elgiganten
logitech k580 - Elgiganten
sandström - Elgiganten
cherry - Amazon

s32,33.
keychron - Keychron
das keyboard - Amazon
varmilo - Varmilo
velocifire - Amazon

s38,39
växjö - vaxjo.se
lightbulb - Unsplash

s40,41
optical switches -Keychron
fräs - unsplash
resin printer - formlabs

s42,43
moodboard - Pinterest
apple trio - Unsplash

s44,45
Skisser - Samuel Lidén

s46,47
Layout - Samuel Lidén

s48,49
Cad - Samuel Lidén
rendering - Samuel Lidén

s50,51
Cad - Samuel Lidén

s52,53
Cad - Samuel Lidén

s54,55
Cad - Samuel Lidén

s56,57
Cad - Samuel Lidén

s58
3dprint - Samuel lidén

s60
användartest - Samuel lidén

s62, 63
Processfoton - Samuel Lidén

s64, 65
Renderingsprocess - Samuel Lidén

s66-71
Modellfoton - Samuel Lidén

s72-81
Renderingar - Samuel Lidén

Stort tack till

Peter Nygren och alla andra på Mionix som lät mig ta mig ann ett så spännande uppdrag.

Carl, Anton och Anton som alltid håller mig sällskap när jag bestämmer mig för att sitta vid datorn.

Chriss Ebbert och Semra Sahin som sett till att projektet flöt på som det skulle.

Niko som hjälpte mig montera ihop tangentbordet.