



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Οι γεωμετρίες Low-Poly στη αγορά

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Παντελής Παπαϊσιδώρου AM 511/2014082

Τριμελής Επιτροπή Διπλωματικής Εργασίας

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Δρ. Παρασκευάς Παπανίκος

ΜΕΛΟΣ: Δρ. Ηλίας Ξυδιάς

ΜΕΛΟΣ: κ. Ευγένιος Σκουρμπούτης

ΕΡΜΟΥΠΟΛΗ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2023

Δηλώνω υπεύθυνα ότι η διπλωματική εργασία είναι εξ ολοκλήρου δικό μου έργο και κανένα μέρος της δεν είναι αντιγραμμένο από έντυπες ή ηλεκτρονικές πηγές, μετάφραση από ξενόγλωσσες πηγές και αναπαραγωγή από εργασίες άλλων ερευνητών ή φοιτητών. Όπου έχω βασιστεί σε ιδέες ή κείμενα άλλων, έχω προσπαθήσει, όσο είναι δυνατόν, να το προσδιορίσω σαφώς μέσα από τη χρήση αναφορών, ακολουθώντας την ακαδημαϊκή δεοντολογία.

Ευχαριστίες

Σε αυτό το κομμάτι της Δ.Ε. θα ήθελα να ευχαριστήσω κάποιους που με βοήθησαν έμμεσα ή άμεσα.

Ευχαριστώ τον επιβλέποντα καθηγητή μου, Δρ. Παρασκευά Παπανίκο, την υπόλοιπη επιτροπή που απαρτίζεται από τον Δρ. Ηλία Ξυδιά και τον κ. Ευγένιο Σκουρμπούτη, αλλά και τον κ. Κωνσταντίνο Μπάιλα για κατευθύνσεις του στην εργασία.

Ευχαριστώ και πολύ από το προσωπικό, καθηγητικό και διοικητικό, που γνώρισα, αλληλεπέδρασα και με βοήθησε να εξελιχθώ, ο καθένας και η κάθε μία με τον τρόπο που μπορούσε.

Ευχαριστώ τους φίλους και συναδέλφους που γνώρισα για τις αναμνήσεις και τις συνεισφορές τους στις σπουδές μου, και όχι μόνο.

Τέλος ευχαριστώ την οικογένειά μου , και ιδιαίτερα τους γονείς μου, για την ιδιαίτερη συνεισφορά τους.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	3
Εισαγωγή.....	6
Δομή.....	6
Σημείωση.....	6
Κεφάλαιο 1 - Η γεωμετρία Low-Poly	7
1.1 Ορισμός Γεωμετρίας	7
1.2 Κανόνες.....	7
1.2.1 Εισαγωγή.....	7
1.2.2 Απαρίθμηση κανόνων	7
1.3 Παρόμοιες, συγγενείς γεωμετρίες Low Poly και σύγκριση	10
1.3.0 Εισαγωγή.....	10
1.3.1 Γραμμικές γεωμετρίες.....	10
1.3.2 Σχηματικές γεωμετρίες	12
1.3.3 Μοτίβα.....	13
1.4 Υπεξίρεση περιπτώσεων συγγενών εμφανισιακά γεωμετριών	15
1.4.1 2Δ (ή 2D) περιπτώσεις	15
1.4.2 Μοτίβα.....	15
1.4.3 Αντικείμενα με «συμβιβασμένη γεωμετρία»	16
1.4.4 Low Poly γεωμετρίες για εξοικονόμηση πόρων Η/Υ	16
1.5 Περιγραφή αισθητικής – Παραδείγματα	18
1.5.0 Εισαγωγή.....	18
1.5.1 Κατηγορίες προϊόντων με αισθητικά ή και χρηστικά χαρακτηριστικά που πηγάζουν από την πραγματευόμενη αισθητική	18
1.5.1.1 Καθημερινά αντικείμενα.....	18
1.5.1.2 Έπιπλα	29
1.5.1.3 Ηλεκτρονικές Συσκευές.....	31
1.5.1.4 Οχήματα	33
Κεφάλαιο 2 - Μέθοδοι δημιουργίας Low Poly μοτίβων σε διαφορετικά συστήματα	35
2.1 Λόγοι επίδειξης σε διάφορα συστήματα	35
2.2 Autodesk Maya Με μετακινήσεις σημείων ελέγχων 3D Modeling Software	35
2.3 Creo Parametric Με δημιουργία επιφανειών από σημεία Παραμετρική Σχεδίαση/CAD..	38
Συμπέρασμα	43

Κεφάλαιο 3 - Κατανόηση των εννοιών του μοτίβου Low Poly μέσω σεναρίων χρήσης	44
3.1 Case study δύο(2) αντικειμένων low-poly γεωμετρίας σε σύγκριση με συμβατικές γεωμετρίες βάση αισθητικού αποτελέσματος.....	44
3.1.1 Επιλογή αντικειμένων και λόγοι	44
3.1.2 Εύρεση μέσου/ενδεικτικού ανταγωνιστή	45
3.1.3 Συγκρίσεις διαθέσιμων στοιχείων	47
3.1.4 Τελικά συμπεράσματα	57
3.2 Case study αντικείμενου low-poly γεωμετρίας σε σύγκριση με συμβατικές γεωμετρίες βάση χρηστικού αποτελέσματος	58
3.2.1 Επιλογή αντικειμένων και λόγοι	58
3.2.2 Εύρεση μέσου/ενδεικτικού ανταγωνιστή	58
3.2.3 Συγκρίσεις διαθέσιμων στοιχείων	59
3.2.4 Επιβεβαίωση χρηστικής ανωτερότητας (ή μη) λόγω αισθητικής.....	63
3.3 Τελικά συμπεράσματα	64
Κεφάλαιο 4 - Σχεδιασμός και σύγκριση low-poly σχήματος προϊόντος με την κλασική του εκδοχή	65
4.1 Σχεδιασμός προϊόντος #1	65
4.1.1 Λόγοι επιλογής αντικειμένου.....	65
4.1.2 Αντικείμενο και σύγκριση	65
4.1.3 Συζήτηση αποτελεσμάτων	66
4.2 Σχεδιασμός, πρωτοτυποποίηση, δημιουργία μήτρας και υλοποίηση προϊόντος #2	67
4.2.1 Λόγοι επιλογής αντικειμένου.....	67
4.2.2 Σχεδιασμένο Αντικείμενο.....	68
4.2.3 Πρωτοτυποποίηση, δημιουργία μήτρας/καλουπιού και παραγωγή προϊόντος.....	71
4.2.4 Συζήτηση αποτελεσμάτων	73
Κεφάλαιο 5 – Ανακεφαλαίωση και τελικά συμπεράσματα	74
5.0 Εισαγωγή	74
5.1 Αναφορά στη πραγματική εφαρμογή	74
5.2 Λόγοι σπάνιας χρήσης ή μη χρήσης της αισθητικής – Μειονεκτήματα	74
5.3 Περιπτώσεις δυνατότητας εφαρμογής	74
5.4 Συνόψιση	75
Αναφορές.....	79

Εισαγωγή

Ἡ πραγματευόμενη αισθητική της διπλωματικής αυτής εργασίας είναι η Low-Poly. Χαρακτηρίζεται, όπως περιγράφεται από το όνομα (poly, από το polygon), από πολύγωνα, τα οποία συνήθως είναι τρίγωνα.

Στόχος της ΔΕ είναι αφενός να προσδιορίσει τον όρο Low-Poly στη σχεδίαση προϊόντων και αφετέρου να εντοπίσει και να αναλύσει χαρακτηριστικά της Low-Poly αισθητικής. Μέσα από αυτή την ανάλυση μπορούμε να διακρίνουμε προϊόντα που εντάσσονται στην αισθητική Low-Poly αλλά και προϊόντα που ενώ μοιάζουν τελικά δεν αποτελούν τμήμα της συγκεκριμένης αισθητικής.

Η αισθητική αυτή εμφανίζεται, συνήθως σπάνια, σε διάφορες κατηγορίες της σχεδίασης προϊόντων ως κάτι εκκεντρικό ή πολυτελές. Ποτέ, όμως, ως κάτι συμβατικό. Η Δ.Ε. αυτή θα προσπαθήσει να εντοπίσει και να αναδείξει τους λόγους που αυτές οι γεωμετρικές κοστολογούνται τόσο ψηλά (Lee, 2015), πάντα σεβόμενες τον νόμο της προσφοράς και της ζήτησης, και γιατί. Ενώ ταυτόχρονα θα αναδείξει και κάποιες δυσκολίες που είτε είναι ο λόγος που δεν έχει εδραιωθεί, είτε είναι ο λόγος που θεωρείται πολυτελές (και συνεπώς, περιορισμένο).

Δομή

Αρχικά θα γίνει ένας ορισμός κανόνων και μια ευρεία περιγραφή του τι ορίζεται ως αισθητική low-poly, ποιες κατηγορίες αυτής θα μελετηθούν καθώς και παρεμφερή παραδείγματα αισθητικών που δεν ανήκουν σε αυτή.

Τον περιγραφικό και απαριθμημένο σύνολο των κανόνων, θα ακολουθήσει μια σειρά από παραδείγματα χωρισμένα σε κατηγορίες με αντικείμενα που έχουν την πραγματευόμενη αισθητική για περαιτέρω εμβάθυνση σε παραδείγματα της αγοράς (ή concept).

Στην συνέχεια, θα παρουσιαστούν παραδείγματα δημιουργίας low-poly επιφανειών με διαφορετικές σχεδιαστικές μεθοδολογίες/τεχνικές/προγράμματα για να καταγραφεί και ο τρόπος δημιουργίας τους.

Θα ακολουθήσουν μελέτες αντικειμένων τα οποία αποτελούν ενδεικτικά παραδείγματα της επαύξησης της αξίας του αντικειμένου στο οποίο αυτή η αισθητική επιλέγεται.

Μετάπειτα σχεδιάζονται 2 ολοκληρωμένα αντικείμενα, με σκοπό να αναδειχθεί και για τους σκοπούς της ΔΕ αυτής τα συμπεράσματα που έχουν ήδη αναφερθεί, της επαυξημένης αξίας και της χρηστικής ανωτερότητας σε ορισμένες εφαρμογές. Τελικά το 2^ο αντικείμενο μπαίνει και στη παραγωγή ως εξάρτημα τελικού προϊόντος πολυτελείας.

Η ΔΕ κλείνει με μια συγκεντρωτική ανακεφαλαίωση των επιμέρους συμπερασμάτων.

Σημείωση

Σημειώνεται ότι εικόνες δεν έχουν πηγή ή η πηγή τους επιστρέφει το γνωστό «error 404» καθώς το site έχει διαγραφεί. Ακόμα υπάρχουν περιπτώσεις που λείπουν στοιχεία όπως ημερομηνία ή ο σχεδιαστής. Σε αυτές τις περιπτώσεις προστίθεται η ημερομηνία δημοσίευσης ή/και το site αντίστοιχα. Οι φωτογραφίες, οι φωτορεαλιστικές απεικονίσεις (renderings) έχουν μαζευτεί σε βάθος 3 χρόνων. Ενώ κάποια αποτελούν είτε σχέδια του συγγραφέα της Δ.Ε. (ή και φωτογραφία υπαρκτού αντικειμένου από τον ίδιο το συγγραφέα), συνεπώς δεν υπάρχει πηγή.

Κεφάλαιο 1 - Η γεωμετρία Low-Poly

1.1 Ορισμός Γεωμετρίας

Ως low-poly, όπως φαίνεται από το ίδιο το όνομα, ορίζεται κάτι που έχει λίγα πολύγωνα, “χαμηλά πολύγωνα (χαμηλό αριθμό πολυγώνων)”, low-polygons. Υπολογιστικά, τα πολύγωνα συνήθως είναι τρίγωνα, και χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν γεωμετρίες. Όταν μια επιφάνεια ή ένα απτό αντικείμενο έχει διακριτά τα τρίγωνα αυτά στις επιφάνειες του, π.χ. μία σφαίρα από τρίγωνα, τότε αυτό το αντικείμενο είναι low poly. Το αντικείμενο μπορεί να είναι και ψηφιακά απεικονιζόμενο, αλλά να περιγράφει ένα 3D αντικείμενο/προϊόν, Σε διαφορετική περίπτωση, δεν αποτελεί αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας όπως θα αναλυθεί και στη παράγραφο με τις εξαιρέσεις αλλά και τις περιπτώσεις που μοιάζουν αλλά δεν κατηγοριοποιούνται ως low-poly.

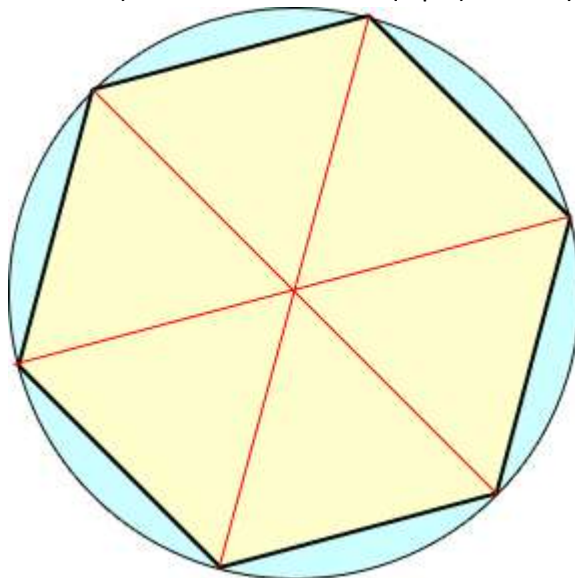
1.2 Κανόνες

1.2.1 Εισαγωγή

Ακολουθούν κανόνες που περιγράφουν και μπορούν να επιβεβαιώνουν αν κάποιο προϊόν ψηφιακό ή απτό μπορεί να χαρακτηριστεί ως low-poly. Έτσι αν πληρούνται κάποια από αυτά τα κριτήρια, με ασφάλεια και επαρκή τεκμηρίωση, ένα τέτοιο προϊόν μπορεί να κατατάσσεται σε αυτή τη κατηγορία και όχι σε κάποια γεωμετρική. Επίσης έχουν εξαιρεθεί κάποιες κατηγορίες low-poly που εμπίπτουν σε άλλους κανόνες και έχουν άλλη στόχευση από αυτή της διπλωματικής διατριβής αυτής, καθώς και αντικείμενα που είναι low-poly όντως, αλλά μόνο για λόγους οικονομίας υπολογιστικών πόρων.

1.2.2 Απαρίθμηση κανόνων

1. Οι επιφάνειες πρέπει να αποτελούνται, όλες, από σχήματα που αναλύονται σε τρίγωνα. Π.χ. Ένα τετράγωνο, στην ελάχιστη ανάλυση του, αποτελείται από 2 τρίγωνα.
 - a. Ανεξάρτητα από το πόσα τρίγωνα θα χρησιμοποιηθούν, αν ένας κύκλος από καμπύλη, υπολογιστικά, αναλυθεί σε τρίγωνα, δεν θα είναι πια κύκλος(Π.χ. βλ. Εικόνα 28). Το ίδιο ισχύει για κάθε επιφάνεια που δεν μπορεί να περιέχεται όλη μέσα σε μία επιφάνεια. Ή αλλιώς που δεν είναι επίπεδη προς οποιοδήποτε επίπεδο.



Εικόνα 1 Hexagon in circle. (n.d.). [Illustration]. <http://mathcentral.uregina.ca/qq/database/qq.09.07/s/vivek1.html>

- b. Παρόλα αυτά, τα σχήματα, σχεδόν πάντα, αποτελούνται από τρίγωνα και οι περιπτώσεις αυτούσιων σχημάτων μέσα στις γεωμετρικές/επιφάνειες που να μην είναι τρίγωνα είναι εξαιρετικά σπάνιες. Συνήθως, όπως θα φανεί από όλο το οπτικό υλικό που θα παρουσιαστεί στην Δ.Ε., οι επιφάνειες αποτελούνται από τρίγωνα εξολοκλήρου
2. Οι επιφάνειες περιγράφουν σχήματα. Π.χ. έναν κύλινδρο.
- a. Ένα σχήμα δεν αρκεί μόνο να αναλυθεί σε τρίγωνα. Πρέπει τα τρίγωνα αυτά να έχουν ανακατευτεί όπως φαίνεται παρακάτω, στην αποδόμηση της προτομής, Βλ. Εικόνα 2. Δηλαδή, πολύπλοκες γεωμετρίες όπως είναι το ανθρώπινο κεφάλι, αρκεί μόνο να αναλυθούν σε τρίγωνα, αντί για ένα ορθογώνιο πόδι ενός τραπέζιου που χρειάζεται και ανακάτεμα σημείων, αλλά πάντα με κάποιο στόχο. Δηλαδή να καταλάβει κάποιος το αποτέλεσμα παρόλο που αποτελείται από τριγωνικές επιφάνειες, πως είναι κεφάλι, ή πως το ορθογώνιο πόδι του τραπέζιου, σε διαστάσεις, προσομοιάζει πάλι ορθογώνιο.



Εικόνα 2 Paperlogic Studio. (2020). Papercraft Athene Bust PDF Template [Origami].

3. Στη συντριπτική του πλειοψηφία, όπως, πάλι, θα φανεί από το σύνολο του οπτικού υλικού της Δ.Ε., τα τρίγωνα που περιγράφουν τα σχήματα/τις γεωμετρίες, είναι τυχαία ανακατεμένα
- a. Η τυχειότητα τους, έγκειται στο γενικότερο ανάγλυφο. Όμως, παραμένει κατανοητό το εικονιζόμενο πρόσωπο (όπως στο παράδειγμα της Εικόνας 23) και οι χαρακτηριστικές γωνίες του προσώπου του. Αντίστοιχα, στην περίπτωση του θερμός-κύλινδρου παρακάτω (βλ. Εικόνα 23), παρόλο που κάποια τρίγωνα είναι πιο μπροστά ή πιο πίσω από τη βασική γεωμετρία του κυλίνδρου (αν νοητά γίνει αντιληπτός ο διακριτοποιημένος κύλινδρος ως μη διακριτοποιημένος). Παρόλα αυτά εξακολουθεί να γίνεται αντιληπτό ότι περιγράφεται ένας κύλινδρος, αν και τριγωνοποιημένος. Σε αυτό βοηθάει και η προκαθορισμένη εικόνα για τα θερμός που έχει κάθε άνθρωπος (βλ. Εικόνα 23). (Klatzky et al., 1985)
- b. Υπάρχουν παρόλα αυτά, σχήματα όπως 4εδρα, 5εδρα, κ.ο.κ. που μπαίνουν αυτούσια ανάμεσα στα τρίγωνα των επιφανειών.
- c. Υπάρχει η πιθανότητα, στα πλαίσια της τυχειότητας, να εμφανιστεί κάποιο 4εδρο, αλλά στη πραγματικότητα να είναι 2 τρίγωνα με κοινή πλευρά που να έχουν πολύ μικρές κλίσεις στους κατάλληλους άξονες ώστε να μη φαίνεται υπό κάποια γωνία η

διακριτοποίηση εκεί. Μπορεί όμως και στα ίδια πλαίσια, να μην έχει δοθεί κλίση, και γι' αυτό να μην είναι εμφανής.

4. Πέρα από την τυχαιότητα του χωρισμού των τριγώνων υπάρχει, το «ύψος» των τριγώνων, όπως ως ύψος ορίζεται ο άξονας του διάνυσματος που είναι κάθετο και προς τα έξω από την επιφάνεια της γεωμετρίας (το διάνυσμα πριν το ανακάτεμα του «ύψους» κάποιων κορυφών των τριγώνων).
5. Οι κορυφές, των επιφανειών των γεωμετριών αφού ανακατευτούν οι x και y συντεταγμένες τους (θεωρώντας ότι η επιφάνεια αυτή είναι πάνω στο επίπεδο $x-y$), χωρίς οι έδρες να τέμνονται. Στη συνέχεια, κάθε δεύτερη κορυφή, θα πάρει ένα θετικό ή αρνητικό z (ορίζεται ως ύψος το z για κανόνα 5). Και αρχίζοντας από το πρώτο αυτή τη φορά, πάλι κάθε δεύτερο, λαμβάνει πάλι τυχαίο ύψος. Πρακτικά, σαν σκακιέρα, όπου το ένα από τα δύο χρώματα είναι αυτό που μεταβάλλεται ενώ το άλλο μένει σταθερό αν θεωρήσουμε τα τετράγωνα της σκακιέρας ως τα σημεία.
 - a. Ενώ οι μετακινήσεις σημείων έχουν ως όρια στους άξονες x και y , άλλες έδρες σημείων, το ύψος z δίνεται οπτικά και όχι σε πολύ μεγάλες τιμές (αυθαίρετο, και απαιτεί κριτική σκέψη και εκτίμηση «με το μάτι») για μη χαθεί το γενικότερο σχήμα όπως περιγράφεται από κανόνα 2.

1.3 Παρόμοιες, συγγενείς γεωμετρίες Low Poly και σύγκριση

1.3.0 Εισαγωγή

Για να διαφοροποιηθεί και να εστιαστεί η μελέτη αυτών των προϊόντων αξία έχει να διευκρινιστούν παρόμοιες αισθητικές και γεωμετρίες που εκ πρώτης όψεως μοιάζουν. Η λάθος κατάταξη προϊόντων στη low-poly κατηγορία προϊόντων συμβαίνει συνήθως λόγω γωνιών και ίσων επιφανειών που εναλλάσσονται, είτε λόγω πολύπλοκων ίσων επιφανειών που πλησιάζουν οπτικά το πραγματευόμενο αποτέλεσμα.

1.3.1 Γραμμικές γεωμετρίες

Είναι γεωμετρίες με γωνίες, ευθείες γραμμές, (βλ. Εικόνα 3-5) που συνεπώς θα περιλαμβάνουν και τρίγωνα ή ακαθόριστα τετράεδρα. Παρόλα αυτά το ανακάτεμά τους, ακόμα και στις περιπτώσεις που τα σχήματα αυτά είναι φαινομενικά τυχαία (ή ανακατεμένα), δεν είναι σε όλες τις κατευθύνσεις για να συμφωνούν με τους προαναφερθέντες κανόνες και παραδοχές. Η λάθος κατάταξη προϊόντων να διαχωριστούν οι γεωμετρίες μεταξύ γραμμικών και low-poly.



Εικόνα 3 Angles Side Table. (n.d.). [Product]. <https://www.moderndesignvt.com/shop/living-room/occasional-tables/angles-side-table/>



Εικόνα 4 Ola Giertz. (2013). *The Bordus Table* [Product].



Εικόνα 5 iRcustom. (n.d.). Φουτουριστικό Γραμμικό Γραφείο [Product]. <https://industrialreclaim.com/>

1.3.2 Σχηματικές γεωμετρίες

Οι προηγούμενες εικόνες (Εικόνα 3-5) μπορούν να θεωρηθούν και αυτές γεωμετρικής αισθητικής. Αυτή όμως η κατηγορία διευκρινίζει άλλες γεωμετρίες όπως τη παρακάτω (βλ. Εικόνα 6)



Εικόνα 6 Buckminster Fuller. (2015). Q5 Chair [Product]. <https://bocadolobo.com/en/news-and-events/design-products/geometric-design-q5-chair/>

Εδώ φαίνεται ότι δεν έχει αναλυθεί η επιφάνεια μιας κλασσικής καρέκλας και να έχει γίνει ανακάτεμα των σημείων ελέγχου, αλλά έχει απλοποιηθεί σε δισδιάστατες επιφάνειες στον χώρο, σχήματα που προσωμοιάζουν αυτά μίας κλασσικής καρέκλας.

Προφανώς οι σχηματικές γεωμετρίες περιλαμβάνουν και τα ξεκάθαρα γεωμετρικά προϊόντα όπως το παρακάτω (βλ. Εικόνα 7)



Εικόνα 7 Hexagon Wood Modern Geometric Table. (n.d.). [Product]. <https://hammers-and-heels.com/products/hexagon-wood-modern-geometric-table-grey>

1.3.3 Μοτίβα

Το τελευταίο σχέδιο των σχηματικών γεωμετριών (βλ. Εικόνα 7) ανήκει και σε αυτή τη κατηγορία καθώς τα εξάγωνα του θεωρούνται επαναληπτικό σχήμα/μοτίβο. Το ίδιο σχηματικό μοτίβο έχει και το επόμενο παράδειγμα (βλ. Εικόνα 8)



Εικόνα 8 Quartz arm chair. (n.d.). [Product]. <https://fancy.com>

Άλλο ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα (Εικόνα 9) είναι και τα μοτίβα των λαβών που προλαμβάνουν το γλίστρημα κατά την κρατήσει



Εικόνα 9 Grip Texture. (n.d.). [Product Part]. <https://lemanosh.com/tagged/texture/>

1.4 Υπεξαίρεση περιπτώσεων συγγενών εμφανισιακά γεωμετριών

Παρακάτω, εξαιρούνται κάποιες κατηγορίες που ανήκουν στην ευρύτερη low-poly αισθητική, αλλά δεν είναι βιομηχανικά προϊόντα. Η μελέτη τους δεν θα έχει κάποιο ουσιαστικό αποτέλεσμα προς σύγκριση ή ενίσχυση της θέσης της Δ.Ε. εργασίας καθώς αυτή εστιάζει στην προσαύξηση της αξίας με τη χρήση της πραγματευόμενης γεωμετρίας και όχι κάποιου βαψίματος. Επίσης εξαιρούνται περιπτώσεις που εγγενώς δεν πληρούν όλα τα κριτήρια όπως αυτά περιγράφονται στον ορισμό των κανόνων.

1.4.1 2Δ (ή 2D) περιπτώσεις

2Δ, δυδιάστατες δηλαδή, είναι οι εικόνες που αντί για όρια/περιγράμματα, έχουν μονοχρωματικά τρίγωνα και όλα μαζί πλησιάζουν μια απλοποιημένη έκδοση μιας εικόνας. Π.χ. βλ. Εικόνα 10. Παρόλο που είναι στο συγκεκριμένο πεδίο που υπάρχει το μεγαλύτερο πλήθος εφαρμογών, είναι αρκετά μακριά από το αντικείμενο της Δ.Ε. δεδομένου ότι αυτή πραγματεύεται τα 3Δ αντικείμενα και πως αυτά ορίζονται.

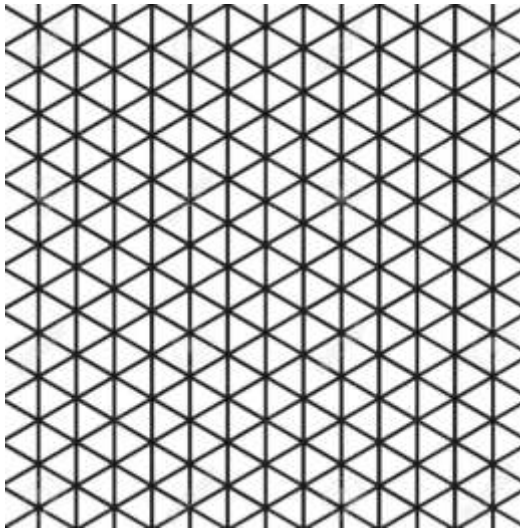


Εικόνα 10 Eg-berlin. (2019). Low Poly Wat Lady [Illustration].(left), Wat lady original(2013). (right)

1.4.2 Μοτίβα

Παρόλο που υπάρχει πιθανότητα μια γεωμετρία να ανήκει ακόμα και ως μοτίβο, σε αυτή την αισθητική, αυτή η κατηγορία εξαιρείται καθώς παραβιάζει την ανάγκη να υπάρχει τυχαιότητα στους κανόνες, όπως θα περιγραφεί παρακάτω. Η επανάληψη, δηλαδή, ενός κατά τα άλλα, τυχαίου μοτίβου το κάνει μη τυχαίο και αντικείμενο άλλης εστίασης. Επεξηγηματικά, αν υπάρχει ένα 3Δ μέρος επιφάνειας που να πληρεί όλες τις προϋποθέσεις για να ανήκει στη low-

πολύ αισθητική όπως ορίζεται από αυτή τη Δ.Ε., το γεγονός ότι επαναλαμβάνεται και ότι δεν είναι τυχαία η κατανομή των σημείων ελέγχου, αντιβαίνει στον κανόνα 3.α..



Εικόνα 11 vectaray. (n.d.). Triangles pattern [Illustration].

1.4.3 Αντικείμενα με «συμβιβασμένη γεωμετρία»

Παραβιάζοντας τον κανόνα 1.α (επόμενη παράγραφος κανόνων) και δημιουργώντας συμβιβασμούς όπως μπαλώματα στη γεωμετρία για την σύνδεση στρογγυλών επιφανειών με διακριτοποιημένες, ένα αντικείμενο θα εξαιρείται γιατί παραβιάζει υπολογιστικά την αισθητική αυτή. (Παράδειγμα σκαμπό, βλ. Εικόνα 12).

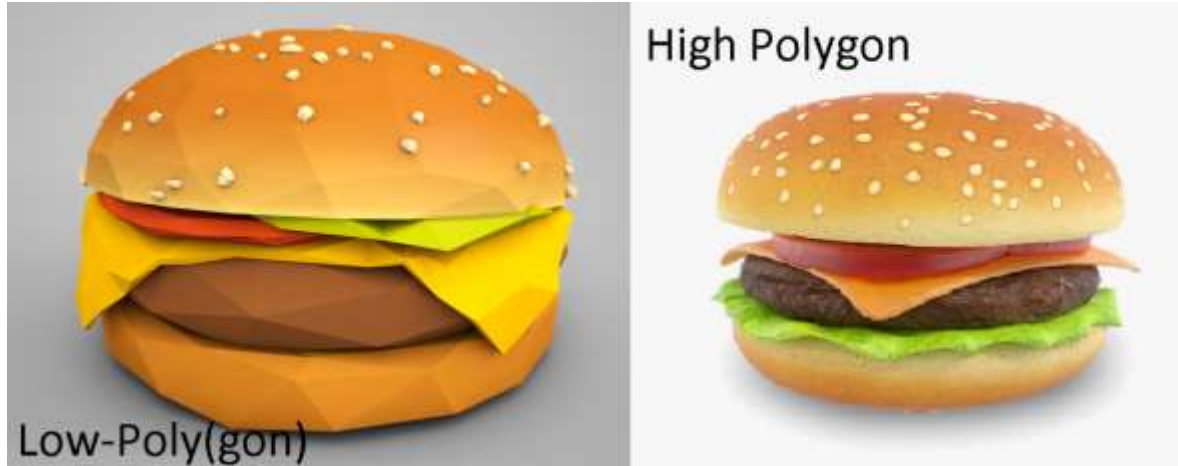


Εικόνα 10 Σκαμπό με επιφάνεια-μαξιλάρι Low-Poly γεωμετρίας. (n.d.). [Rendering].

1.4.4 Low Poly γεωμετρίες για εξοικονόμηση πόρων Η/Υ

Για ευκολότερη «επεξεργασιμότητα» των αρχείων, περιορισμό χωρητικότητας, δηλαδή μικρό μέγεθος αρχείου ή γιατί απλά μπορεί να μη χρειάζεται μεγάλη ανάλυση (π.χ. μοντέλο δέντρου σε αρχιτεκτονικό rendering, φωτορεαλιστική απεικόνιση ελληνιστή, που είναι πολύ μακριά στο τοπίο. Βλ. Εικόνα 13). Αυτό συμβαίνει όχι για αισθητικούς λόγους, αλλά για μείωση

απαιτούμενων πόρων. Π.χ.: Έχοντας ένα low-poly δέντρο στο βάθος ενός εικονικού τοπίου πολλά χιλιόμετρα μακριά από τον παρατηρητή, δίνει τη δυνατότητα στον 3d καλλιτέχνη να κάνει πιο ρεαλιστικά τοπία πιο εύκολα καθώς το rendering θα έχει πολύ λιγότερα πολύγωνα να υπολογίσει. Παρόλο, λοιπόν, που αυτά τα αποτελέσματα εικονικών αντικειμένων, αν εξεταστούν μεμονωμένα, θα πληρούν όλες τις προϋποθέσεις για να ανήκουν σε αυτή την αισθητική, δεν θα μελετηθούν παρόλο που ανήκουν.



Εικόνα 13 Arnaud MELLINGER. (n.d.). Lowpoly burger [Rendering].(left) + Quadmade Game Studio. (2017). Cheeseburger cartoon [Rendering].(right)

1.5 Περιγραφή αισθητικής – Παραδείγματα

1.5.0 Εισαγωγή

Ακολουθούν αναλυτικά, και με παραδείγματα, οι βασικές κατηγορίες αυτές. Τα παραδείγματα αυτά είναι επαρκώς ενδεικτικά με σκοπό να δημιουργήσουν ένα ξεκάθαρο πλαίσιο και να λειτουργήσουν ως βάση της Δ.Ε..

1.5.1 Κατηγορίες προϊόντων με αισθητικά ή και χρηστικά χαρακτηριστικά που πηγάζουν από την πραγματευόμενη αισθητική

1.5.1.1 Καθημερινά αντικείμενα

Ως πρώτο παράδειγμα (βλ. Εικόνα 14) επιλέχθηκε αυτή η θήκη κινητού (iPhone) που σε λιγότερο από ένα χρόνο από την κυκλοφορία της ήταν «sold out». Κόστιζε 1000\$ (και πλέον δεν πωλείται). Ήταν ένα εκ των 2 προϊόντων της εταιρίας τότε (μαζί με ένα στυλό ίδιας αισθητικής) και σήμερα η εταιρία (<https://gray.inc/>) έχει επεκταθεί σε 9 γραφεία σε όλο τον κόσμο ενώ στην αρχή είχε ένα στη Σιγκαπούρη με δεκάδες προϊόντα. Παρόλη τη πολυτελή φύση των υλικών, οι επεξεργασίες και το υλικό που επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί, δεν ξεπερνούν σε κόστος τα 100 ευρώ/κιλό στην πιο ακριβή εκδοχή του υλικού. Πιο συγκεκριμένα, ή πιο ακριβή του μορφή είναι ως φύλλο τιτανίου στα 50ευρώ/λίβρα (Froes et al.,2004). Επομένως είναι αρκετά ασφαλές να υποτεθεί ότι ο κατασκευαστής, προσδίδει την κατά πολύ επαυξημένη αξία αυτή στην αισθητική της θήκης. Και σίγουρα επιτυχώς, αφού πουλήθηκαν 500/500 κομμάτια της περιορισμένης παραγωγής που είχε ανακοινωθεί για αυτό το κινητό. Επιπροσθέτων το ανάγλυφο προσδίδει και βελτίωση της λαβής απ' ότι θα είχε το κινητό από μόνο του λόγω της λεία του επιφάνειας.



Εικόνα 114 Gray's iPhone case. (2016). [Promotional Rendering]. <https://gray.inc/>.

Παρακάτω ακολουθούν παραδείγματα (βλ. Εικόνα 15-18) της κατηγορίας των δοχείων (containers). Συγκεκριμένα γλάστρες και βάζα. Λόγω της φόρμας τους, και της αρχής λειτουργίας τους, απλά με την παρουσία τους στο χώρο, το να δημιουργήσει κάποιος σχεδιαστής, και στις συγκεκριμένες περιπτώσεις, με την πραγματευόμενη αισθητική, είναι αρκετά εύκολο. Αυτό συμβαίνει γιατί δεν υπάρχει ανάγκη μελέτης αλληλεπίδρασης του χρήστη με το αντικείμενο, όπως και με κάθε άλλο καθαρά διακοσμητικό αντικείμενο. Σε αυτές τις περιπτώσεις η αισθητική αυτή δικαιολογεί τη χρήση της απλά ως διακοσμητική.



Εικόνα 15 Low-Poly γλάστρα. (n.d.). [Product].



Εικόνα 12 Low-Poly βάζο. (n.d.). [Product].



Εικόνα 137 Low-Poly γλάστρα. (n.d.-b). [Product]. https://www.alibaba.com/product-detail/3d-printed-geometric-planter-modern-planter_60456200211.html

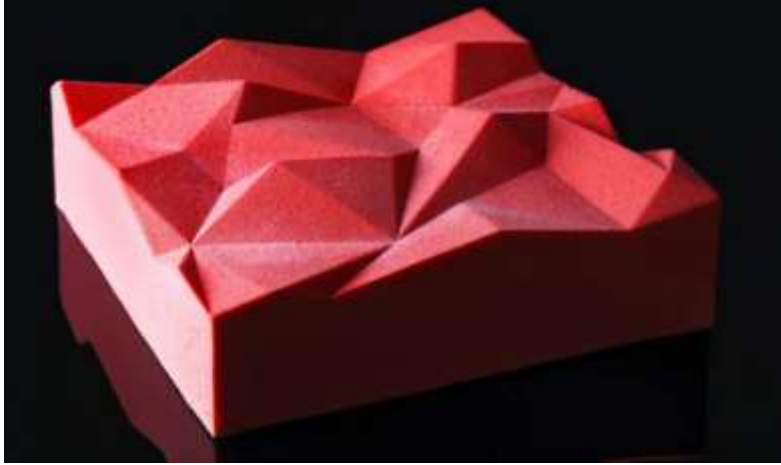


Εικόνα 148 Low-Poly βάζο. (n.d.). [Rendering].

Παρακάτω παρουσιάζονται 2 γλυκά (Εικόνα 19 & 20), αποτελέσματα φορμών της αισθητικής αυτής τα οποία έχουν διαφημισθεί σε άρθρα ανά το internet μόνο και μόνο για το σχήμα τους, ενώ προφανές κριτήριο, θα ήταν η γεύση για ένα γλυκό παρόλο που και η διακόσμηση εκτιμάται στη ζαχαροπλαστική. Η εμπορική τους επιτυχία παρόλα αυτά δεν μπορεί να εξακριβωθεί λόγω ελλείπων στοιχείων, αλλά μόνο και μόνο το γεγονός ότι δημοσιεύονται λόγω της γεωμετρίας τους ενισχύει τη θέση της ΔΕ, ότι αυτές οι γεωμετρίες συνοδεύουν προϊόντα με επαυξημένη αξία. Συγκεκριμένα, στο site πώλησης της σχεδιάστριας (<https://dinarakasko.com/>) είναι οι πιο ακριβές (και sold out αυτή της Εικόνας 7), εκεί δηλαδή που συγκρίνονται ευθέως φόρμες γλυκών από τον ίδιο κατασκευαστή προς ίδιους υποψήφιους αγοραστές.



Εικόνα 159 KUNTU. (n.d.). Low-Poly φόρμα κέικ [Product]. <https://www.amazon.in/KUNTU-Diamond-Shaped-Chocolate-Silicone/dp/B08L9F4F2H>



Εικόνα 20 Dinara Kasko. (2017). *Triangulation Cake* [Product]. <https://www.designisthis.com/blog/en/post/architectural-pastry-dinara-kasko>

Το παρακάτω ψεκαστήρι νερού (Εικόνα 21, δεξιά) βρισκόταν σε κρεπωλείο της Μυκόνου το οποίο φημίζεται για τις πολύ υψηλές τιμές του, και για την ποικιλία του σε προϊόντα όλων των ειδών κρεάτων. Δεδομένης της αντικειμενικής αξίας των καταστημάτων στη κεντρική αγορά του νησιού, και το γεγονός ότι βρίσκεται ανάμεσα σε καταστήματα οίκων μόδας, σε συνδυασμό με την εσωτερική διακόσμηση (βλ. Εικόνα 21, αριστερά) που φαίνεται ότι δεν είναι απλά χρηστική σε αντίθεση με άλλα κρεπωλεία. (π.χ. με χρήση κρυφών φωτισμών ή και την ζωντανή εσωτερική μουσική) δίνουν την εικόνα πως δεν είναι τυχαία η επιλογή του συγκεκριμένου ψεκαστικού.



Εικόνα 21 Bovyary Butchery, Mykonos(n.d.). Low-Poly ψεκαστικό νερού.[Product]

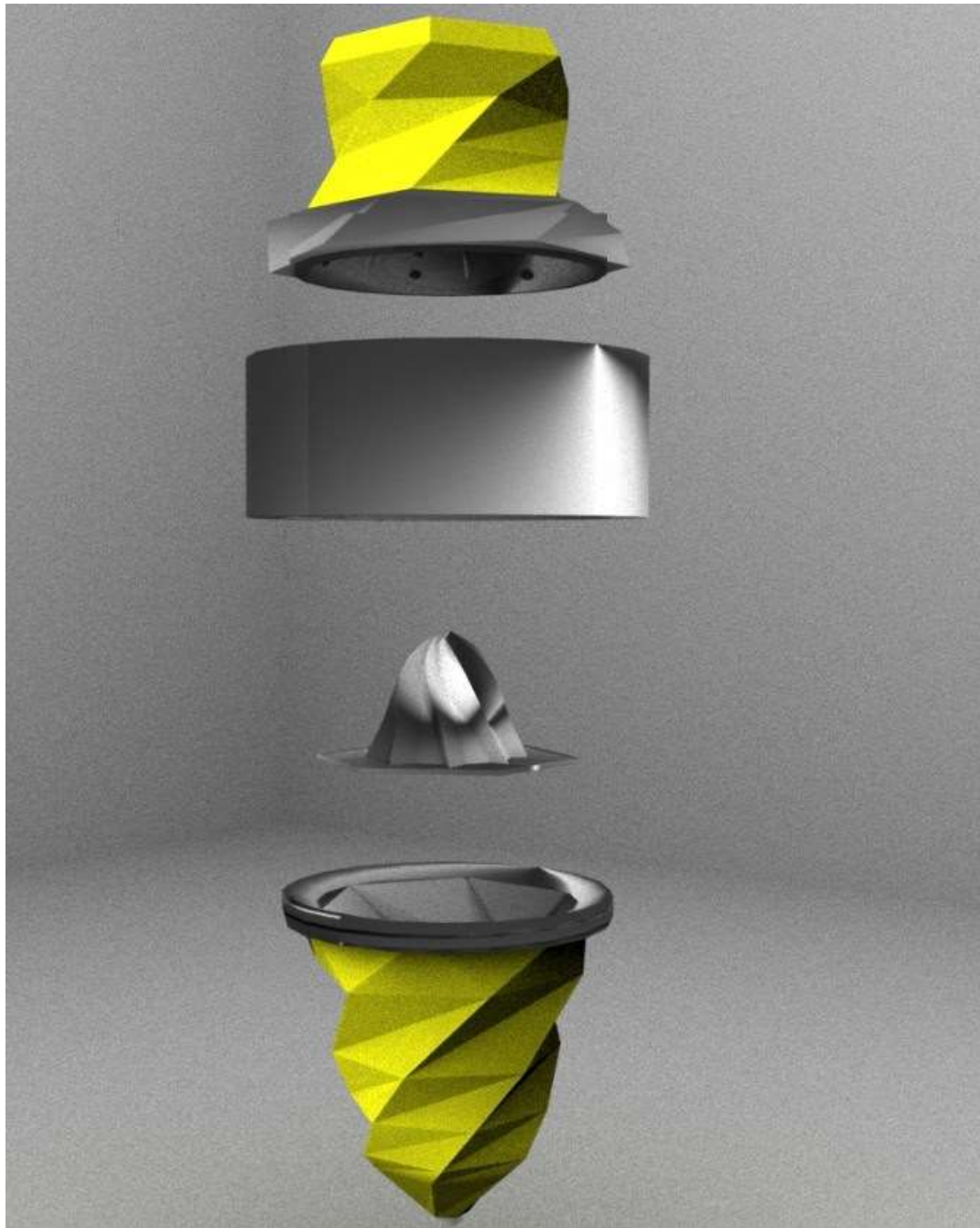
Παρακάτω παρουσιάζεται μια κατηγορία προϊόντων όπου η επαυξημένη αισθητική (μέσω low-poly γεωμετριών) συνοδεύει και τη χρηστικότητα μέσω της ενίσχυσης της λαβής στο προϊόν. Τα παρακάτω συνδυάζουν αυτές τις γεωμετρίες σε μέρη του προϊόντος όπου χρήστης θα τα κρατήσει στιβαρά και είτε δεν θα του γλιστρήσουν (Εικόνα 22-24) είτε θα μπορεί να κάνει λεπτομερείς εργασίες (Εικόνα 22). Δηλαδή μια επιφάνεια που παραδοσιακά, θα ήταν λεία, τελικά αποκτά ανάγλυφο (με αισθητική), και συνεπώς καλύτερη άδραξη που παρέχει μεγαλύτερη ασφάλεια ή/και αποτελεσματικότητα κατά την χρήση.



Εικόνα 22 Art. Lebedev Studio. (n.d.). Low-Poly κοπτικό [Product]. <https://www.artlebedev.com/maketikus/process/>



Εικόνα 16 Starbucks tumbler cup, Starbucks cups. (n.d.). [Product].
<https://www.abingerrave.xyz/ProductDetail.aspx?iid=85762631&pr=39.99>



Εικόνα 17 Παραισίδου P. et al. (2017). Low-Poly λεμονοστίφτης [Rendering].

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα παράδειγμα οριγκάμι. Τα οριγκάμι, συμπτωματικά, τις περισσότερες φορές πληρούν τις προϋποθέσεις λόγω των επίπεδων επιφανειών τους. και Με τη χρήση προγράμματος (Perakura Designer) ένα 3D μοντέλο αναλύεται σε τρίγωνα, τυπώνεται και μετά ο ενδιαφερόμενος μπορεί να τσακίσει το χαρτί στις τυπωμένες υποδείξεις για να έχει παρόμοια αποτελέσματα που να προσομοιώνουν το τελικό προϊόν. Όταν τα οριγκάμι δεν έχουν καμπύλες, χωρίς απαραίτητα να συμβαίνει συνειδητά από το άτομο που χειροτεχνεί, το αποτέλεσμα, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 25, είναι low-poly, ενώ στην Εικόνα 26, το low-poly αποτέλεσμα τιτλοφορείται ως origami παρόλο που δεν είναι προϊόν χαρτιού, πιθανότατα λόγω άγνοιας του σχεδιαστή περί της low-poly αισθητικής. Παρόλα αυτά αυτό φανερώνει την ξεκάθαρη συγγένεια.



Εικόνα 185 Low-Poly Origami. (n.d.). [Origami]. <http://www.origami-instructions.com/>

Concept τσάντας οριγκάμι (Εικόνα 26).



Εικόνα 196 ORISHIKI. (2012). Low-Poly τσάντα χειρός [Product]. [https://www.behance.net/gallery/1078309/ORISHIKI-\(Clutch-bag\)](https://www.behance.net/gallery/1078309/ORISHIKI-(Clutch-bag))

1.5.1.2 Έπιπλα

Τα έπιπλα, αποτελούν ευκαιρία χρήσης και επαύξησης της αξίας τους από αυτή την αισθητική. Η μόνη επιπρόσθετη δυσκολία είναι ότι πρέπει να υπολογίζεται πως ο χρήστης θα αλληλοεπιδρά με αυτά για να μην εμποδίζεται ό χρήστης σε σύγκριση με άλλα, απλά διακοσμητικά αντικείμενα. Άρα πρέπει η αισθητική να μην εμποδίζει την χρηστική τους αξία. Όπως το τραπεζάκι της Εικόνας 27 που η επιφάνεια του είναι επίπεδη.

Παρακάτω είναι ένα παράδειγμα καρέκλας (Εικόνα 28) και ένα παράδειγμα τραπεζιού (Εικόνα 27) από σκηνή κινηματογραφικής ταινίας, όπου αυτά τοποθετούνται στο κέντρο διαμερίσματος οικονομικά ευκατάστατου ιδιοκτήτη για να περάσει στον θεατή το μήνυμα, ότι αυτό είναι όντως ένα διαμέρισμα πολυτελείας.



Εικόνα 27 Fuqua, A. (Director). (2018). *The equalizer* [Film]. Columbia Pictures et al.



Εικόνα 208 Low-Poly καρέκλα. (n.d.). [Rendering].



Εικόνα 219 Loughborough University Lobby (2023). [Picture] <https://archipro.co.nz/project/loughborough-university-in-london-autex-acoustics/>

1.5.1.3 Ηλεκτρονικές Συσκευές

Οι ηλεκτρονικές συσκευές και περισσότερο συγκεκριμένα τα περιφερειακά των Η/Υ εκμεταλλεύονται πολύ πιο συχνά αυτές τις γεωμετρίες. Αν και τα παραδείγματα δεν είναι αρκετά λόγω της περιορισμένης χρήσης τέτοιων γεωμετριών στην ολότητα του προϊόντος, η εταιρία Razer(<https://www.razer.com/>), πολυδιαφημισμένη σε όλα τα καταστήματα, αξιοποιεί τις γωνίες αρκετά για να βγάλει πιο ακραίες αισθητικές και να συνοδεύσει τις υψηλές τιμές της.

Παρακάτω όμως, παρουσιάζονται (Εικόνα 30 & 31) δύο συσκευές που ακολουθούν πιστά την αισθητική αυτή.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται και η καλύτερη στη εποχή της, κάρτα γραφικών (Εικόνα 32) της εταιρίας Nvidia (<https://www.nvidia.com/>), όπου επιλέχθηκαν αυτές οι γεωμετρίες, δεδομένης και της σύνδεσής τους με τον υπολογιστικό υπολογισμό τρισδιάστατων αντικειμένων ., Η εν λόγω κάρτα γραφικών, ως καλύτερη ήταν και η πιο ακριβή στην εποχή της.



Εικόνα 30 Art. Lebedev Studio. (n.d.-b). Low-Poly ξυπνητήρι [Product]. <https://www.artlebedev.com/reflectius/>



Εικόνα 31 Elecom. (2013). Orime mouse: Wireless laser mouse [Product]. <https://thegadgetflow.com/portfolio/orime-mouse-20/>



Εικόνα 3222 Nvidia. (2017). GTX 1080 Ti [Product].

1.5.1.4 Οχήματα

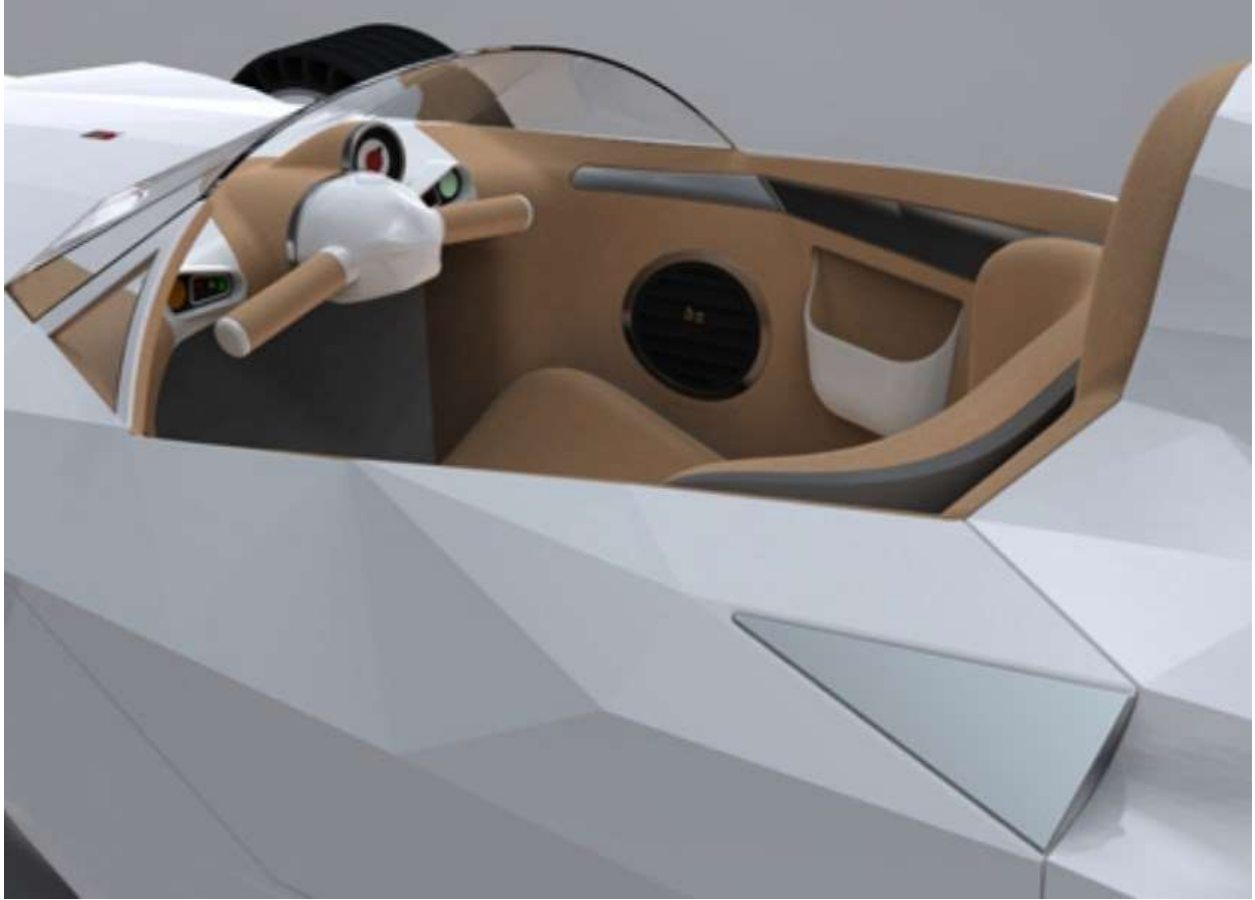
Τα οχήματα, λόγω μεγαλύτερης πολυπλοκότητας, έχουν ακόμα πιο δαπανηρή και επομένως ακόμα πιο σπάνια εφαρμογή της συγκεκριμένης αισθητικής, η οποία εφαρμόζεται μόνο ως concept για εντυπωσιασμό (άλλη μια επιβεβαίωση της αισθητικής αξίας) ή σε ήδη ακριβά αμάξια για να δικαιολογήσει περαιτέρω την επαυξημένη τιμή.

Το 1^ο όχημα (Εικόνα 33) κοστολογείται στο 1.000.000\$ και παρουσιάζεται ως επιλογή για κάθε Σαουδάραβα επιφανή, για την έρημο αλλά και την πόλη με την ταυτότητα όπως και τις εσωτερικές λεπτομέρειες του οχήματος, να είναι τοποθετημένο διακοσμητικό χρυσό (ή υλικό που το προσομοιάζει).

Το 2^ο όχημα (Εικόνα 34), σύμφωνα με τους σχεδιαστές τους, έχει σχεδιαστεί με την αντίστροφη λογική. Όχι δηλαδή να εκμεταλλευτεί τις ιδιότητες των πολυγώνων πολυγώνων για εμπορικούς σκοπούς, αλλά για να αποδείξει ότι τέτοια σχέδια μπορούν να σταθούν στη παραγωγή, χωρίς πρόθεση ωστόσο, αυτό να μπει στη παραγωγή. Έτσι, λοιπόν, απλά σχεδιάστηκε και δημοσιεύθηκε αυτό το όχημα, μόνο για λόγους επίδειξης.



Εικόνα 233 IAT Automobile Technology. (2016). Karlmann King [Vehicle]. <https://www.karlmannking.com/>



Εικόνα 34 Zarb Design. (2009). Polygon hot rod [Vehicle]. <https://www.yankodesign.com/2009/04/01/is-this-starfox-on-wheels-polygonal/>

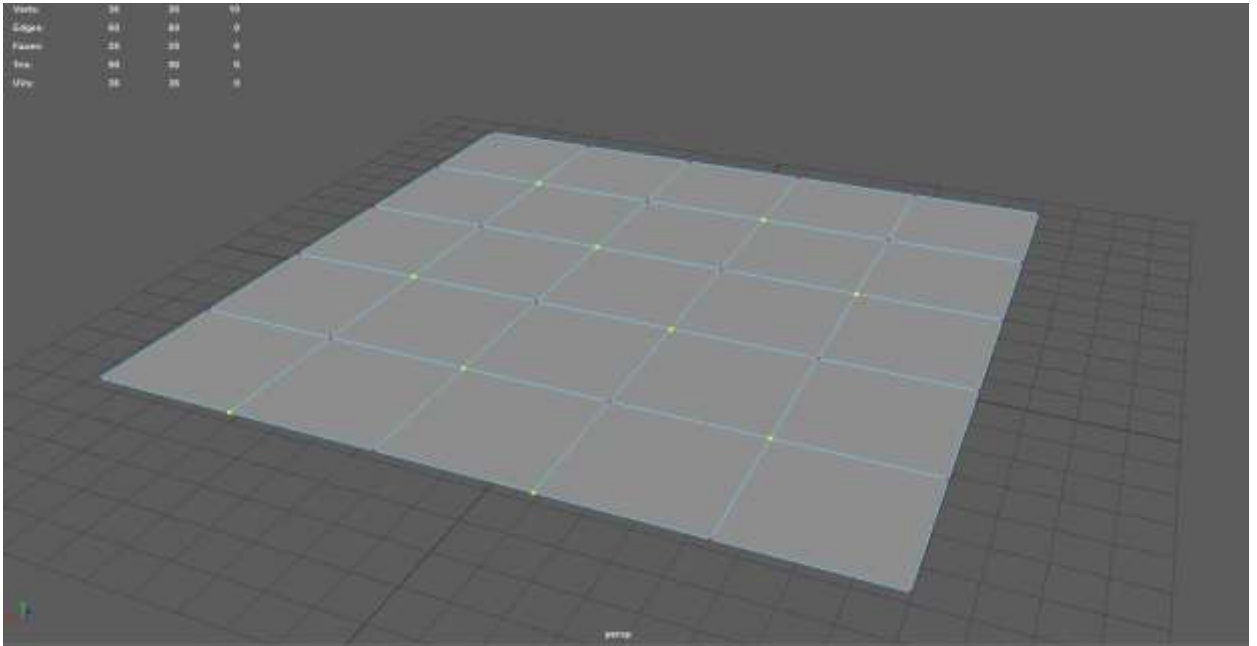
Κεφάλαιο 2 - Μέθοδοι δημιουργίας Low Poly μοτίβων σε διαφορετικά συστήματα

2.1 Λόγοι επίδειξης σε διάφορα συστήματα

Σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι η δημιουργία των γεωμετριών low-poly σε διαφορετικά συστήματα ως απόδειξη ότι η μέθοδος αυτή είναι προσβάσιμη από κάθε χρήστη, αλλά και τον τρόπο που αυτό επιτυγχάνεται ανά διαφορετικά συστήματα.

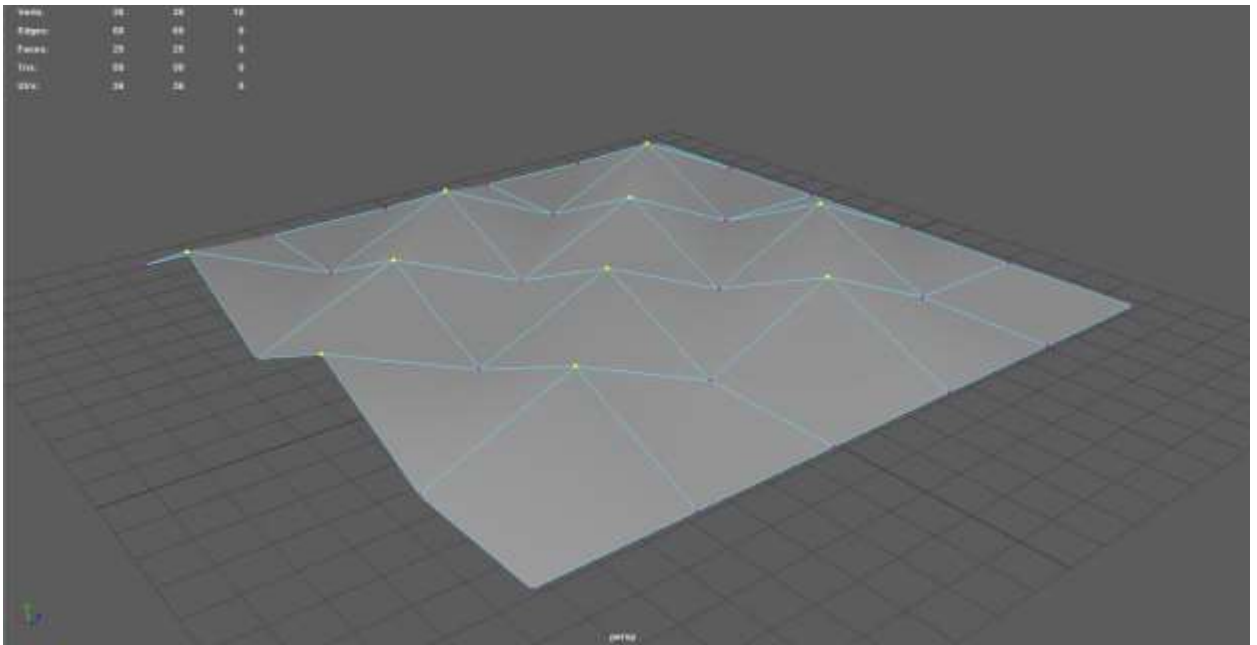
2.2 Autodesk Maya | Με μετακινήσεις σημείων ελέγχων | 3D Modeling Software

1. Μια επιφάνεια αναλύεται σε τρίγωνα (κυρίως, παράδειγμα με τετράγωνα χάριν απλότητας).



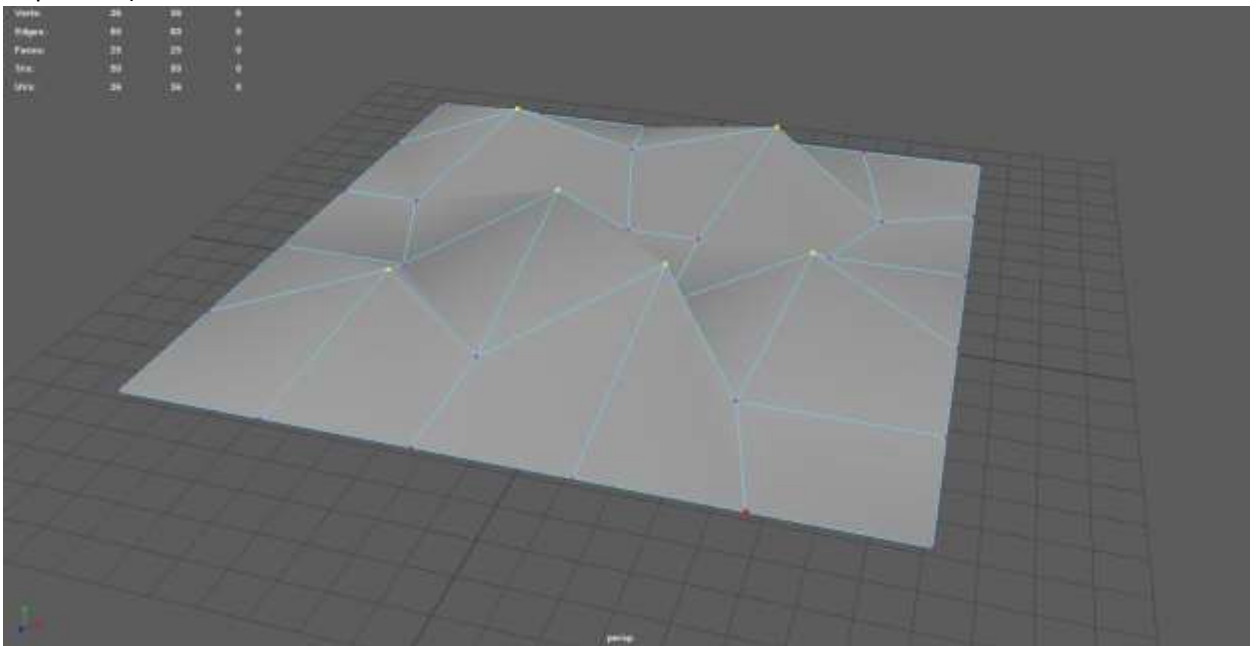
Εικόνα 35 Επεξηγηματικό Screenshot #1. Autodesk Maya (2020.4). [Screenshot from Software]. [Dec 10, 2020]

2. Ανά ένα (προς και τις δύο κατευθύνσεις), τα σημεία των τριγώνων εξωθούνται (ο άξονα Z αποτελεί το ύψος).



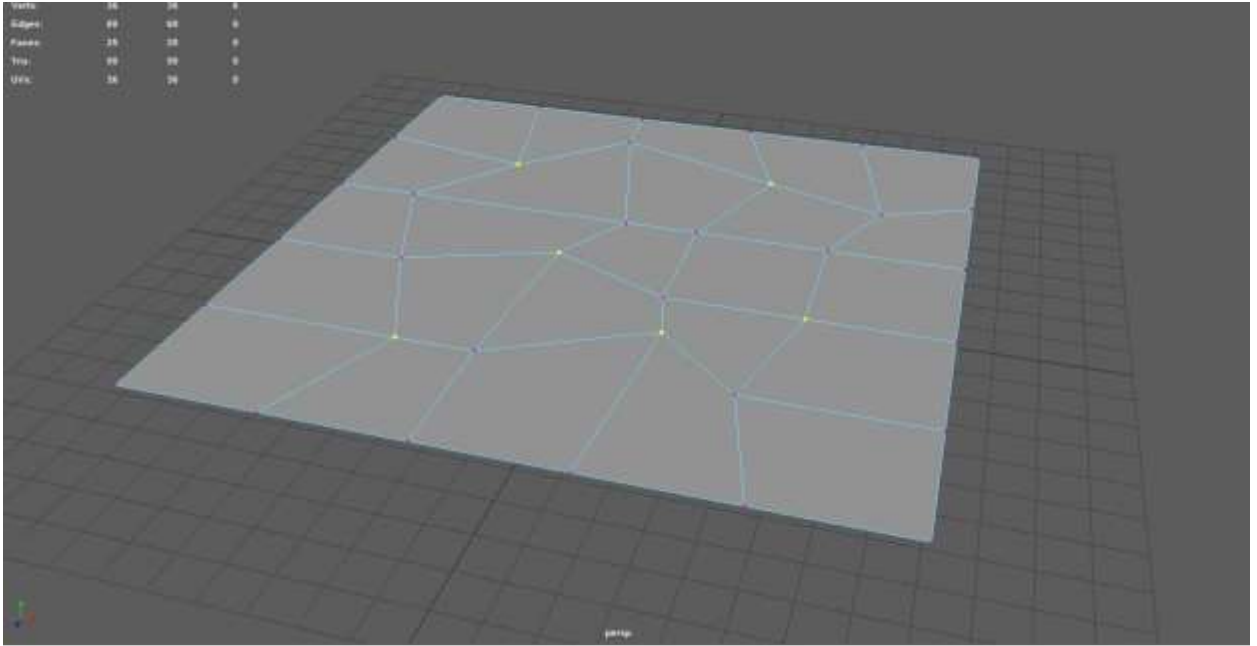
Εικόνα 36 Επεξηγηματικό Screenshot #2. Autodesk Maya (2020.4). [Screenshot from Software]. [Dec 10, 2020]

3. Και μετά ανακατεύονται οι Χ-Υ συντεταγμένες τους (με τα όρια τους να περιγράφονται παρακάτω)



Εικόνα 246 Επεξηγηματικό Screenshot #3. Autodesk Maya (2020.4). [Screenshot from Software]. [Dec 10, 2020]

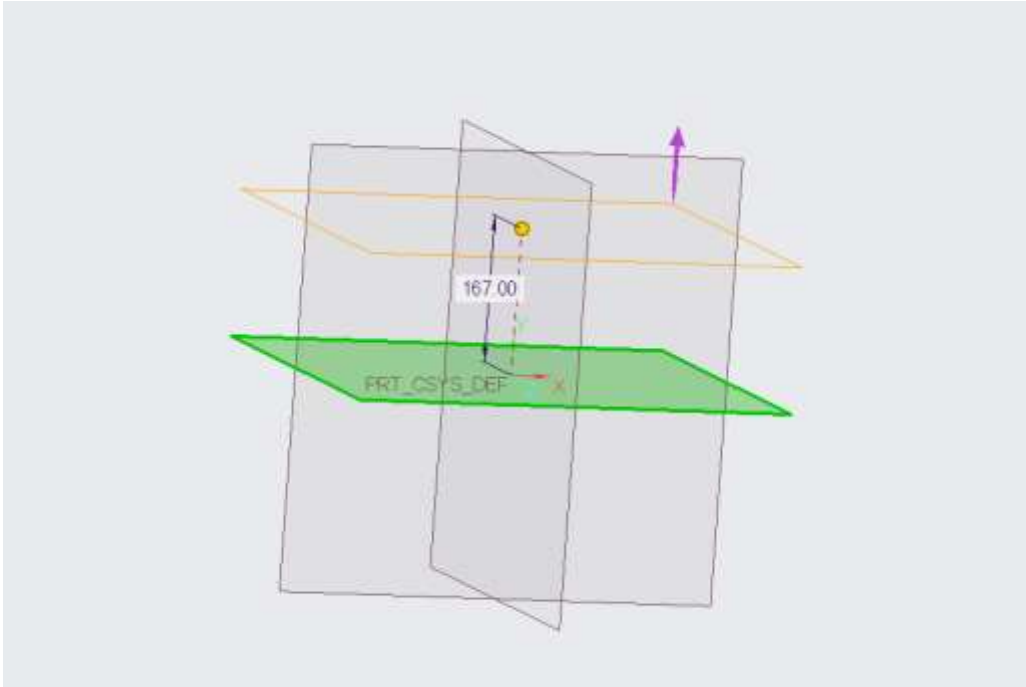
4. Εικόνα με ανακατεμένα σημεία ελέγχου(vertices) μη εξωθημένα για καλύτερη αναπαράσταση του ανακατέματος.



Εικόνα 37 Επεξηγηματικό Screenshot #4. Autodesk Maya (2020.4). [Screenshot from Software]. [Dec 10, 2020]

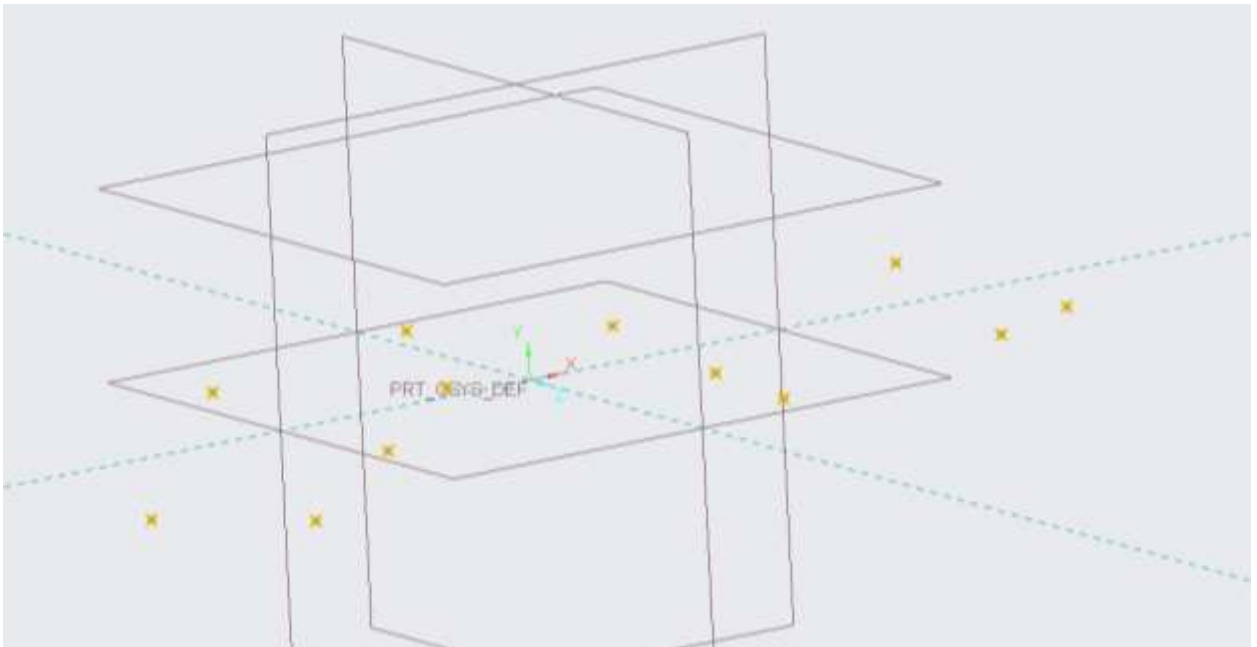
2.3 Creo Parametric | Με δημιουργία επιφανειών από σημεία | Παραμετρική Σχεδίαση/CAD

1. Ορισμός ύψους των σημείων.



Εικόνα 38 Επεξηγηματικό Screenshot #5. Creo Parametric (8.0.0.0) [Screenshot from Software May 15, 2023]

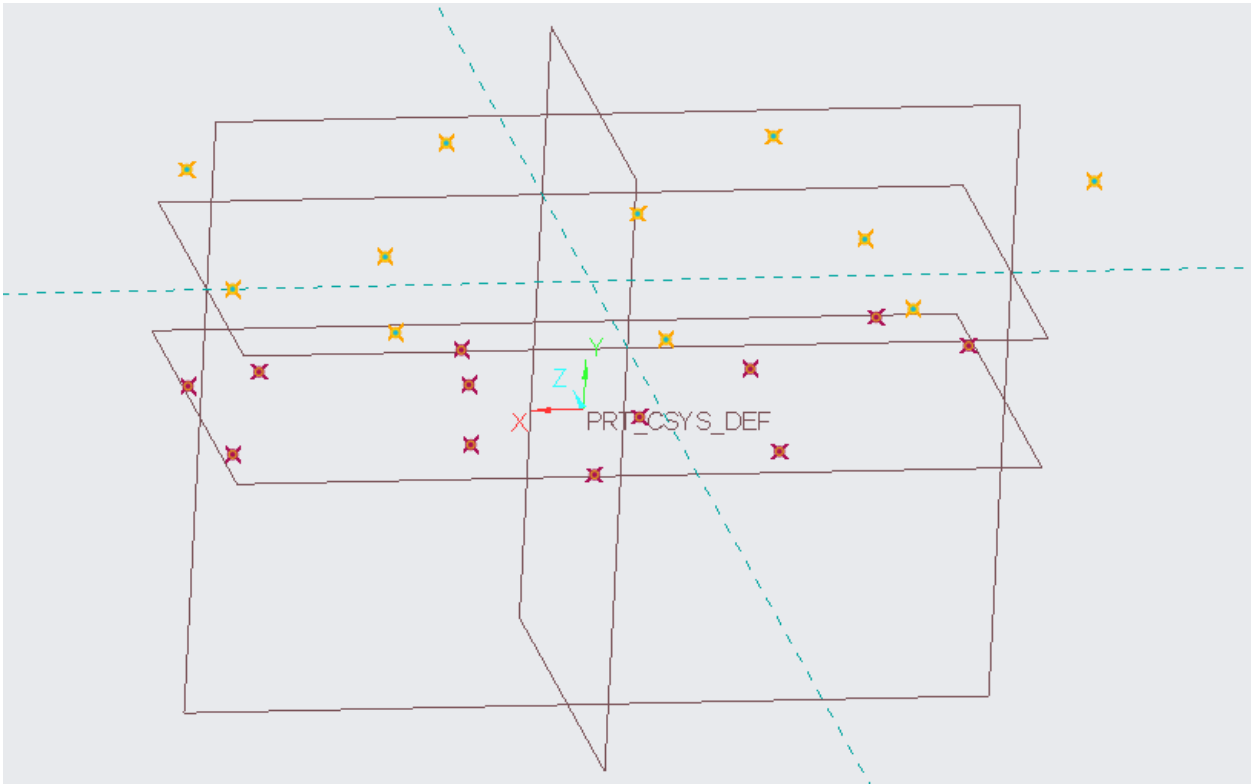
2. Ορισμός σημείων βάσης.



Εικόνα 39 Επεξηγηματικό Screenshot #6. Creo Parametric (8.0.0.0) [Screenshot from Software May 15, 2023]

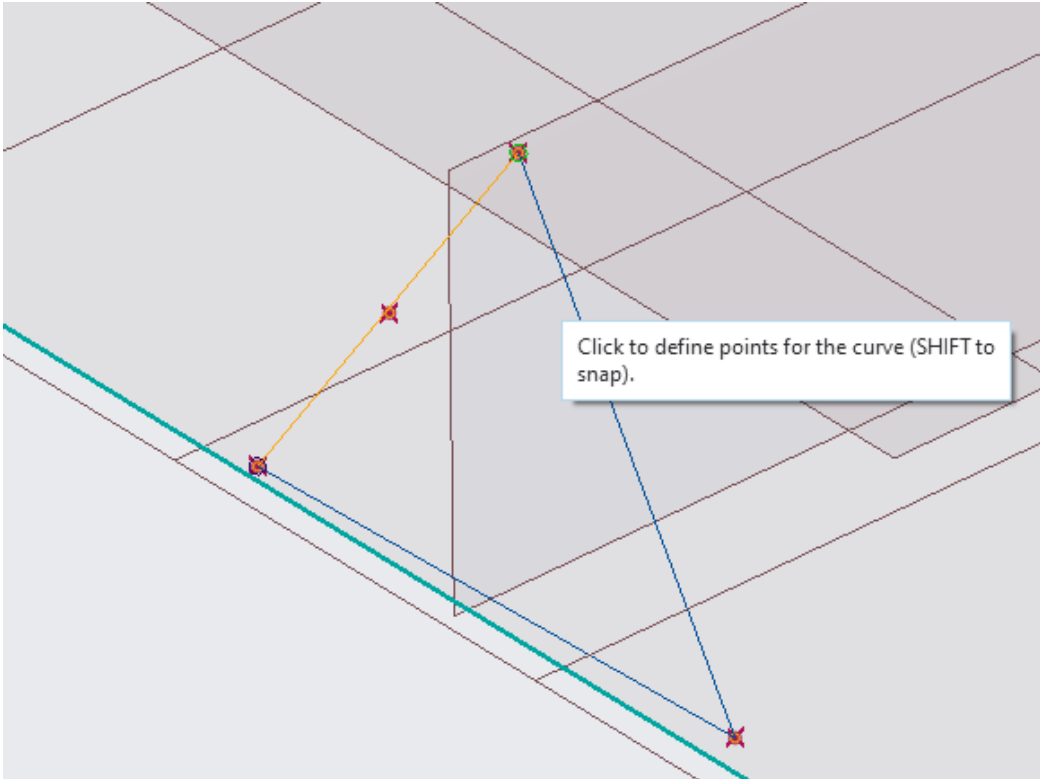
3. Ορισμός

κορυφών.



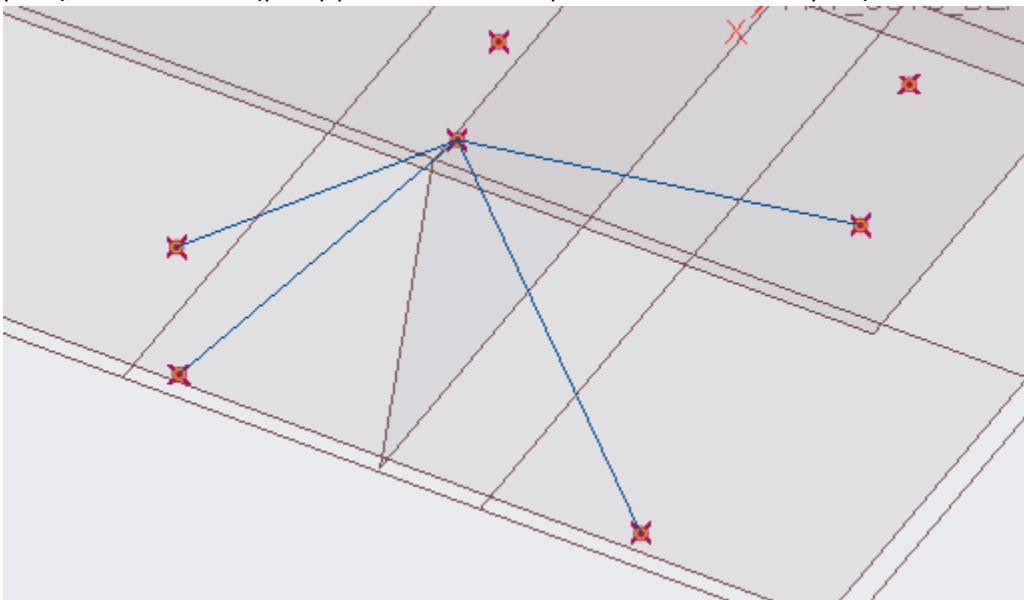
Εικόνα 40 Επεξηγηματικό Screenshot #7. Creo Parametric (8.0.0.0) [Screenshot from Software May 15, 2023]

4. Δημιουργία τριγώνων ανά 3 σημεία. Δύο από τη βάση ένα από την κορυφή.



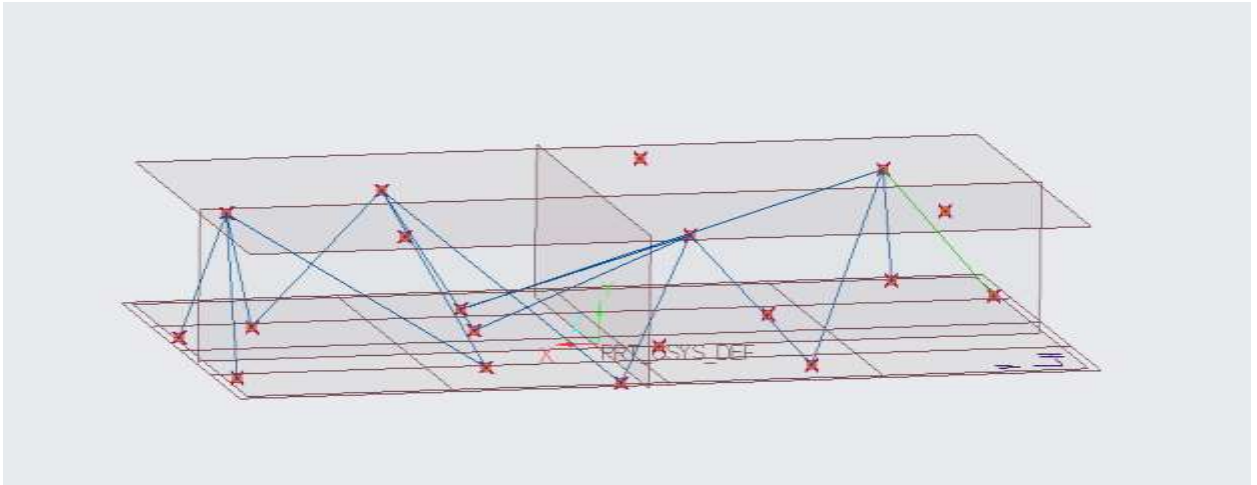
Εικόνα 41 Επεξηγηματικό Screenshot #8. Creo Parametric (8.0.0.0) [Screenshot from Software May 15, 2023]

5. Τα τρίγωνα μετά, με κοινή κορυφή, και 4 σημεία, ανά 2 ενωμένα για να σχηματίζουν τετράεδρη βάση, δημιουργούν μια κεκλιμένη πυραμίδα.



Εικόνα 42 Επεξηγηματικό Screenshot #9. Creo Parametric (8.0.0.0) [Screenshot from Software May 15, 2023]

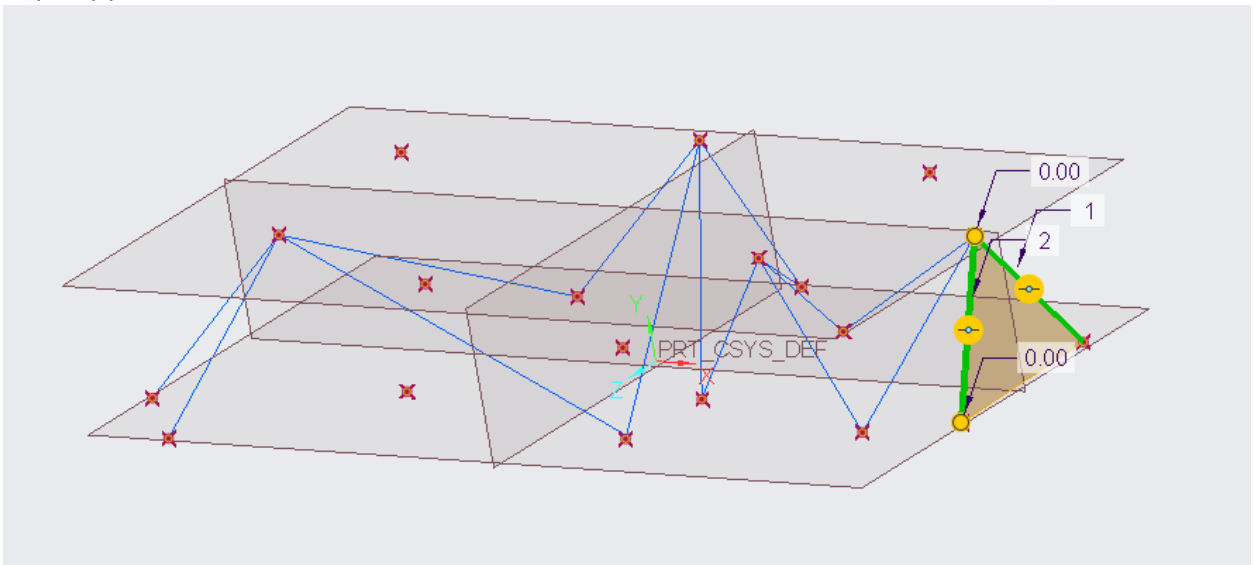
6. Και μετά επανάληψη για όλες τις κορυφές. Με 2 κοινά σημεία της κάθε πυραμίδας στη βάση τους, να είναι κοινά με την επόμενη.



Εικόνα 43 Επεξηγηματικό Screenshot #9. Creo Parametric (8.0.0.0) [Screenshot from Software May 15, 2023]

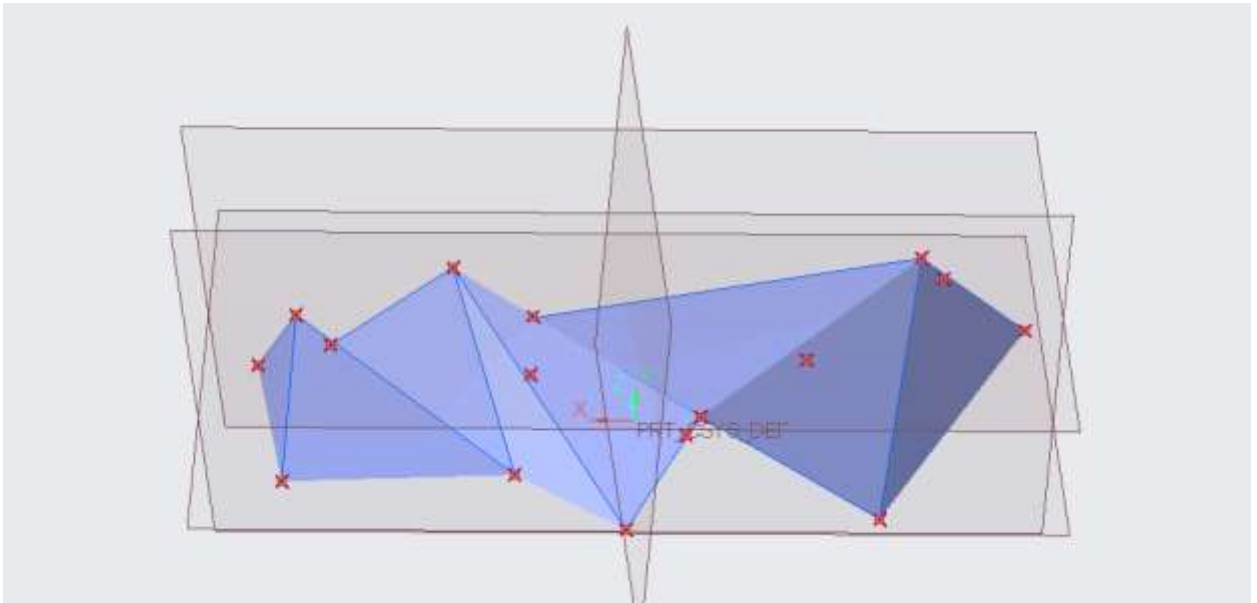
7. Δημιουργία

επιφανειών.



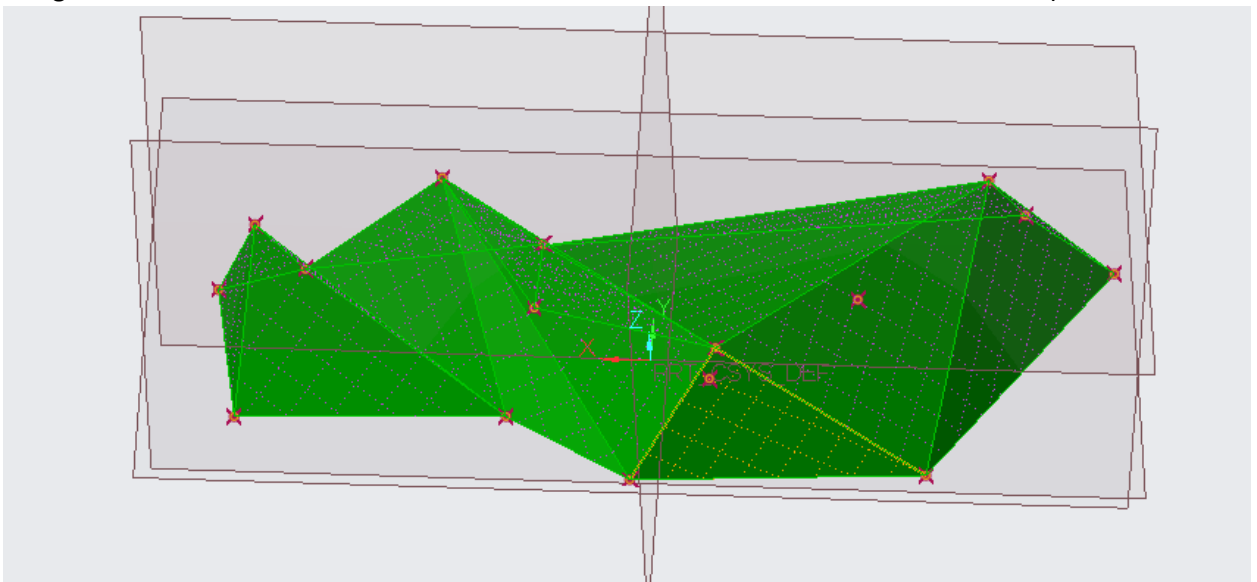
Εικόνα 254 Επεξηγηματικό Screenshot #10. Creo Parametric (8.0.0.0) [Screenshot from Software May 15, 2023]

8. Επανάληψη για όλα τα τρίγωνα.



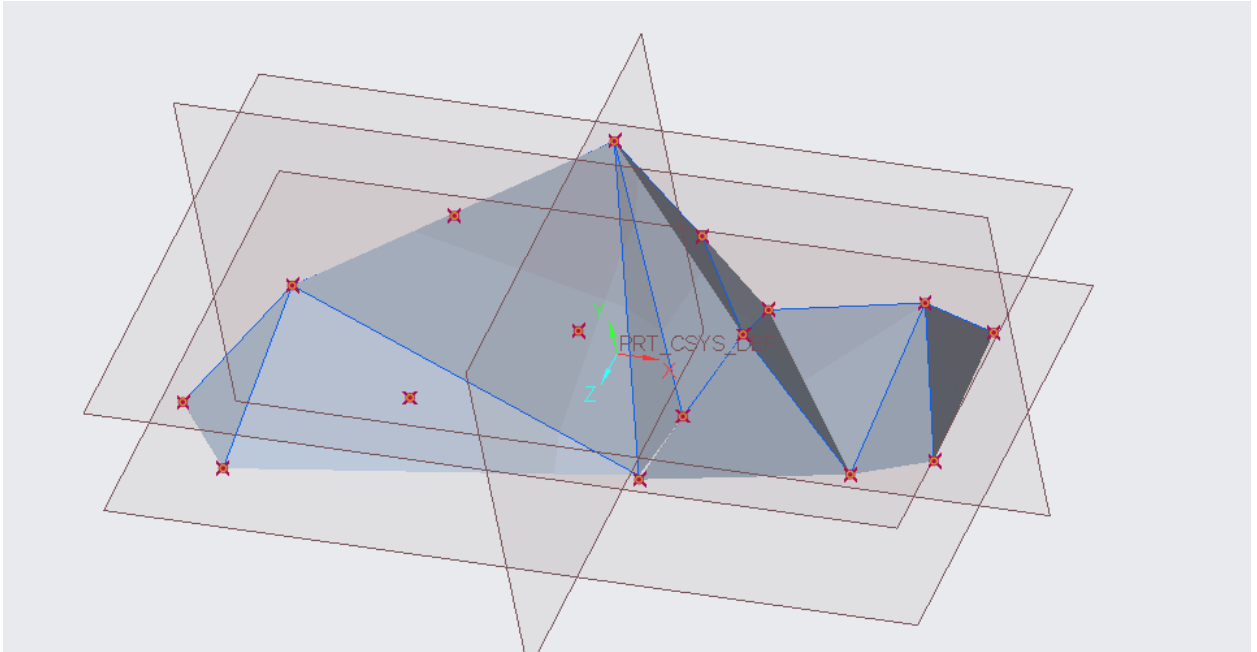
Εικόνα 45 Επεξηγηματικό Screenshot #11. Creo Parametric (8.0.0.0) [Screenshot from Software May 15, 2023]

9. Merge επιφανειών.



Εικόνα 46 Επεξηγηματικό Screenshot #12. Creo Parametric (8.0.0.0) [Screenshot from Software May 15, 2023]

10. Και τελικά κλείσιμο της γεωμετρίας από κάτω και solidify.



Εικόνα 47 Επεξηγηματικό Screenshot #13. Creo Parametric (8.0.0.0) [Screenshot from Software May 15, 2023]

Συμπέρασμα

Οι γεωμετρίες αυτές είναι υλοποιήσιμες σε οποιοδήποτε επαγγελματικό λογισμικό οποιασδήποτε στόχευσης (3D modeling, σχεδίαση για την παραγωγή, σχεδίαση για πρωτότυπο). Επιπλέον επιδέχονται οποιονδήποτε βαθμό πολυπλοκότητας επιθυμεί ο χρήστης.

Κεφάλαιο 3 - Κατανόηση των εννοιών του μοτίβου Low Poly μέσω σεναρίων χρήσης

3.1 Case study δύο(2) αντικειμένων low-poly γεωμετρίας σε σύγκριση με συμβατικές γεωμετρικές βάση αισθητικού αποτελέσματος

3.1.1 Επιλογή αντικειμένων και λόγοι

Για την ανάδειξη των πλεονεκτημάτων, σε συγκεκριμένες περιπτώσεις αυτής της αισθητικής επιλέχθηκαν ως παραδείγματα μια φόρμα ζαχαροπλαστικής και κάρτες γραφικών της εταιρείας NVidia. Οι επιλογές αυτές είναι στοχευμένες, ώστε να αναδείξουν την πραγματευόμενη αισθητική ως προς την αισθητική προστιθέμενη αξία που δίνει σε ένα προϊόν ως προς τον ανταγωνισμό του και πως αυτή η επιπρόσθετη καλλιτεχνική αξία γίνεται αποδεκτή από έναν καταναλωτή (Goldman, 2006).

Τα πλεονεκτήματα που θα αναδειχθούν, δεν αντιπροσωπεύουν μια εν δυνάμει αντικατάσταση αισθητικών με αυτή. Αυτές οι συγκρίσεις θα αποδείξουν ότι υπάρχει χώρος για τέτοιου είδους γεωμετρίες, που δικαιώνουν την ύπαρξη και επιλογή αυτής της αισθητικής, για να μπου στην αγορά ως ανταγωνιστές των προϊόντων συμβατικότερης αισθητικής με εξαιρετικά καλά αποτελέσματα. Επιπλέον θα καταδειχθεί η αποδοχή της εκκεντρικότητας της αισθητικής αυτής και η αποδοχή της βάσει ενδείξεων εμπορικής επιτυχίας. (Wijnand Adriaan Pieter van Tilburg et al., 2014)

Επιλεγμένο αντικείμενο A: Low-poly φόρμα ζαχαροπλαστικής. Σύγκριση με άλλες φόρμες.

Η επιλογή αυτή έγινε λόγω του εύρους και της προσβασιμότητας που έχουν οι φόρμες ζαχαροπλαστικής καθώς και της προτίμησής τους προς χρήση, καθότι αποτελούν έναν εύκολο τρόπο αναβάθμισης του γλυκού. Επιπλέον, επειδή είναι ευρέως διαδεδομένες υπάρχουν αρκετοί ανταγωνιστές προς σύγκριση.

Το επιλεγμένο low-poly σχέδιο που επιλέγεται προς σύγκριση είναι αυτό του τετράγωνης επιφάνειας με low-poly γεωμετρία στη πάνω επιφάνεια (αν η πάνω επιφάνεια θεωρηθεί ως παραλληλεπίπεδο, καθώς οι low-poly γεωμετρίες έχουν σαν κύριο χαρακτηριστικό την πληθώρα επιφανειών) (βλ. Εικόνα 7).

Επιλεγμένο αντικείμενο B: Κάρτες γραφικών της Nvidia της σειράς 10 (2014). Σύγκριση με άλλες κάρτες και σχέση τιμής-αισθητικής.

Η επιλογή του προϊόντος αυτού έγινε λόγω του μεγέθους της εταιρίας και του κύρους της, αλλά και των στοιχείων (αποδώσεις προϊόντος, τιμές, αριθμός πωλήσεων, συγκρίσεις με ανταγωνιστές, κ.ο.κ.) που υπάρχουν από πολλαπλές πηγές λόγω της φύσης των προϊόντων.

3.1.2 Εύρεση μέσου/ενδεικτικού ανταγωνιστή

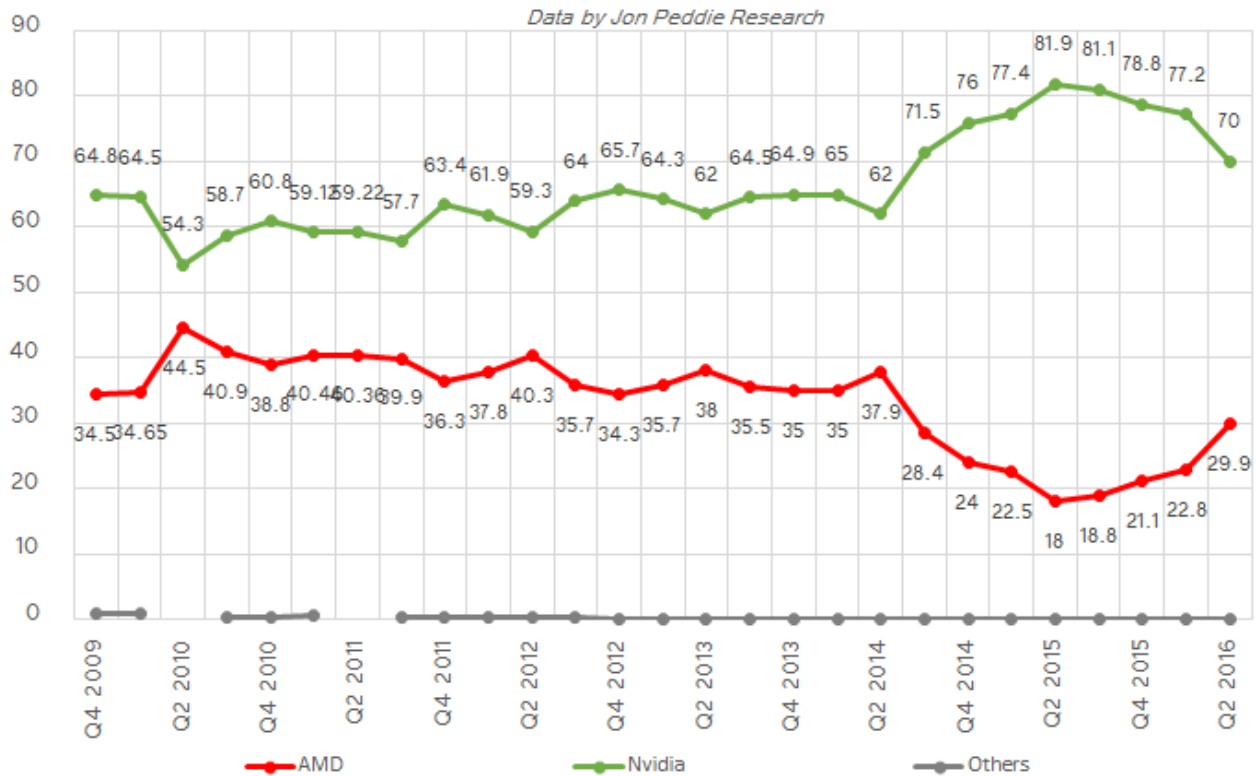
Ανταγωνιστής αντικειμένου A: Ως ανταγωνιστες θα επιλεχθούν λοιπές φόρμες σιλικόνης από το διαδίκτυο ατομικά -δηλαδή συγκρίνοντας κάποιο χαρακτηριστικό της με το επιλεγμένο αντικείμενο- ή ομαδικά, -δηλαδή συγκρίνοντας κάποιο κοινό χαρακτηριστικό ή μια μέση τιμή πολλών προϊόντων της ίδιας κατηγορίας (π.χ. μέση τιμή πώλησης χωρίς μεταφορικά)-.

Δευτερευόντως, θα συγκριθεί και με προϊόντα ίδιας κατηγορίας από το ηλεκτρονικό κατάστημα (e-shop) της σεφ Ντινάρα Κάσκο (<https://dinarakasko.com/>) στη οποία ανήκουν τα σχέδια.

Πρέπει να λειφθεί υπόψη ότι, στο συγκριμένο e-shop ήδη χρησιμοποιείται η τεχνική της έκπτωσης στο συγκριμένο e-shop, άρα όταν κάτι αναφέρεται με την σήμανση «sold out» έχει όντως ξεπουλήσει, και πρόκειται για πραγματικό και όχι εικονικό ξεπούλημα για να επηρεαστεί η τιμή ή η ζήτηση (Duffy et al., 2019). Ο λόγος στήριξης της επιτυχούς προσαύξησης αξίας και εμπορικής επιτυχίας του προϊόντος γίνεται σε αυτή τη περίπτωση με σύγκριση τιμών και συνυπολογισμό του αν κάτι είναι sold out (ή όχι) είναι η έλλειψη στοιχείων. Επομένως γίνεται η υπόθεση ότι υπάρχει ισάριθμο απόθεμα προϊόντων, άρα τα sold out πουλήθηκαν περισσότερο ενώ η τιμή είναι μια αρκετά πιο αξιόπιστη ένδειξη.

Ανταγωνιστής αντικειμένου B: Ως κύριο ανταγωνιστή των καρτών γραφικών της Nvidia, επιλέγονται οι κάρτες γραφικών της AMD λόγω του μεριδίου της αγοράς που κατέχουν ως προς τον μέσο καταναλωτή στους επιτραπέζιους προσωπικούς Η/Υ (βλ. Εικόνα 48) ([Rothschild et al., 1991](#)).

Discrete Desktop GPU Market Shares of AMD and NVIDIA



Εικόνα 268 Peddie, J. (2016). GPU Market Share [Graph].

Αυτή η επιλογή της κατηγορίας γίνεται καθώς άλλες εφαρμογές καρτών γραφικών για διακομιστές (server) ή για συγκεκριμένες εφαρμογές έχουν το πιο ανειδίκευτο κοινό που χρησιμοποιεί τον υπολογιστή για χόμπι ή προσωπική χρήση. Ένας επαγγελματίας θα ενδιαφερθεί λιγότερο για την αισθητική μιας πλακέτας και περισσότερο για την απόδοσή της.

Σαν εξαίρεση λαμβάνεται η κατηγορία των φορητών Η/Υ (laptop) καθώς παραδοσιακά εκεί δεν υπάρχει χώρος για αισθητικές παρεμβάσεις ή και τρόπος να φανούν εάν υπήρχαν.

Ταυτόχρονος «ανταγωνιστής» θα είναι οι υπόλοιπες κάρτες γραφικών της ίδιας εταιρίας (Nvidia), όπου από την ίδια σειρά, θα συγκριθούν αυτές της low-poly αισθητικής με τις υπόλοιπες που έχουν διαφορετικές γεωμετρίες (Kalish et al., 1991).

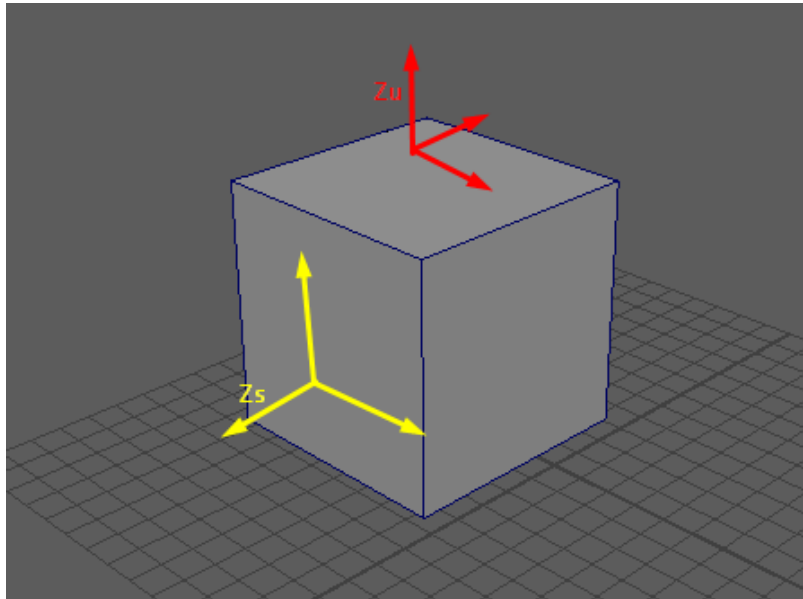
3.1.3 Συγκρίσεις διαθέσιμων στοιχείων

Αντικείμενο Α: Το παρακάτω προϊόν (βλ. Εικόνα 49) είναι ένα από τα 2 που έχουν την ένδειξη «sold-out» από τα 50 σχέδια του ηλεκτρονικού μαγαζιού (Δεκέμβριος, 2021). Δεδομένου ότι το κατάστημα αυτό είναι το μοναδικό που το εμπορεύεται. Υπάρχει σχετική ασφάλεια στην υπόθεση πως δεν είναι κάποια εμπορική τεχνική για επιλογή άλλου προϊόντος καθώς δεν υπάρχει παρόμοιο στο κατάστημα, δεν πωλείται αλλού και χρησιμοποιείται ο απόλυτος όρος «sold-out» αντί για λιγότερο απόλυτους όπως προσωρινά μη διαθέσιμο («Not available») ([Peterson et al., 2019](#)).



Εικόνα 279 Kasko, D. (n.d.). TRIANGULATION cake [Product]. <https://dinarakasko.com/shop/silicone-molds/handmade-silicone-moulds>

Το άλλο σχέδιο (βλ. Εικόνα 51), που είναι επίσης «sold-out», παρόλο που έχει φαινομενικά άλλη αισθητική, θα ανήκε και αυτό στη low-poly αισθητική, αν αν τα σημεία ελέγχου είχαν εξωθηθεί και στον άξονα του ύψους (Z) ή στο άξονα Z ως προς την κατεύθυνση των διανυσμάτων των επιφανειών όπως περιγράφεται και από Κανόνα 5 (βλ. Εικόνα 50, Zs). Τώρα υπάρχει απλά μακρινή συγγένεια που όμως ενισχύει ελαφρώς τη θέση ότι τυχαίες σχηματικές (όχι καμπύλες) γεωμετρίες προσδίδουν αξία.



Εικόνα 50 Z_s (Z axis of the side). (n.d.). [Illustration].



Εικόνα 51 Kasko, D. (n.d.-a). CLUSTER cake [Product].

Επίσης από το ίδιο διαδικτυακό κατάστημα πωλείται και το προϊόν της Εικόνας 52.



Εικόνα 52 Kasko, D. (n.d.-a). Low-Poly Heart cake [Product].

Το συγκεκριμένο προϊόν έχει διατεθεί από 3^{ους} σε πολλά διαδικτυακά καταστήματα σε πολύ χαμηλότερες τιμές και με ενδείξεις εμπορικές επιτυχίας. (1/5/2021)

- Amazon, Sold out
- AliExpress, 800+ πωλήσεις (και πρώτη σελίδα στα best seller φορμών κέικ)
- Etsy, 2.100+ πωλήσεις, και πάνω από 10.000 πωλήσεις από παραλλαγές μεγεθών του ίδιου ακριβώς σχήματος.

Αντικείμενο Β: Η παρακάτω λίστα, βλ. Εικόνα 53, έχει σε σειρά τιμές και απόδοσης κάρτες γραφικών της Nvidia, καθώς αυτά τα δύο στοιχεία είναι αλληλένδετα σε αυτή τη κατηγορία προϊόντων. Η σύγκριση γίνεται σε εσωτερικό επίπεδο, δηλαδή μεταξύ καρτών της ίδιας εταιρίας, και όχι σε σύγκριση με ανταγωνιστές.

Entry-level	GeForce GT 1010 GeForce GT 1030
Mid-range	GeForce GTX 1050 GeForce GTX 1050 Ti GeForce GTX 1060
High-end	GeForce GTX 1070 GeForce GTX 1070 Ti GeForce GTX 1080
Enthusiast	GeForce GTX 1080 Ti TITAN X PASCAL TITAN Xp

Εικόνα 283 Nvidia. (2016). Series 10 GPUs [List]. https://en.wikipedia.org/wiki/GeForce_10_series



Εικόνα 294 Nvidia. (n.d.). GeForce GT 1010 [GPU].



Εικόνα 55 Nvidia. (n.d.). GeForce GT 1030 [GPU].



Εικόνα 30 Nvidia. (n.d.). GeForce GTX 1050 [GPU].



Εικόνα 31 Nvidia. (n.d.). GeForce GTX 1050Ti [GPU].



Εικόνα 58 Nvidia. (n.d.). GeForce GTX 1060 [GPU].



Εικόνα 59 Nvidia. (n.d.). GeForce GTX 1070 [GPU].



Εικόνα 6032 Nvidia. (n.d.). GeForce GTX 1070Ti [GPU].



Εικόνα 6133 Nvidia. (n.d.). GeForce GTX 1080 [GPU].



Εικόνα 62 Nvidia. (n.d.). GeForce GTX 1080Ti [GPU].



Εικόνα 343 Nvidia. (n.d.). TITAN X Pascal/TITAN Xp [GPU].

Στις παραπάνω εικόνες, βλ. Εικόνα 54-63, διαπιστώνεται ότι τη low-poly αισθητική την υιοθετούν όλες οι κάρτες γραφικών από high-end και πάνω, ως προς τιμή και απόδοση (βλ. Εικόνα 64).

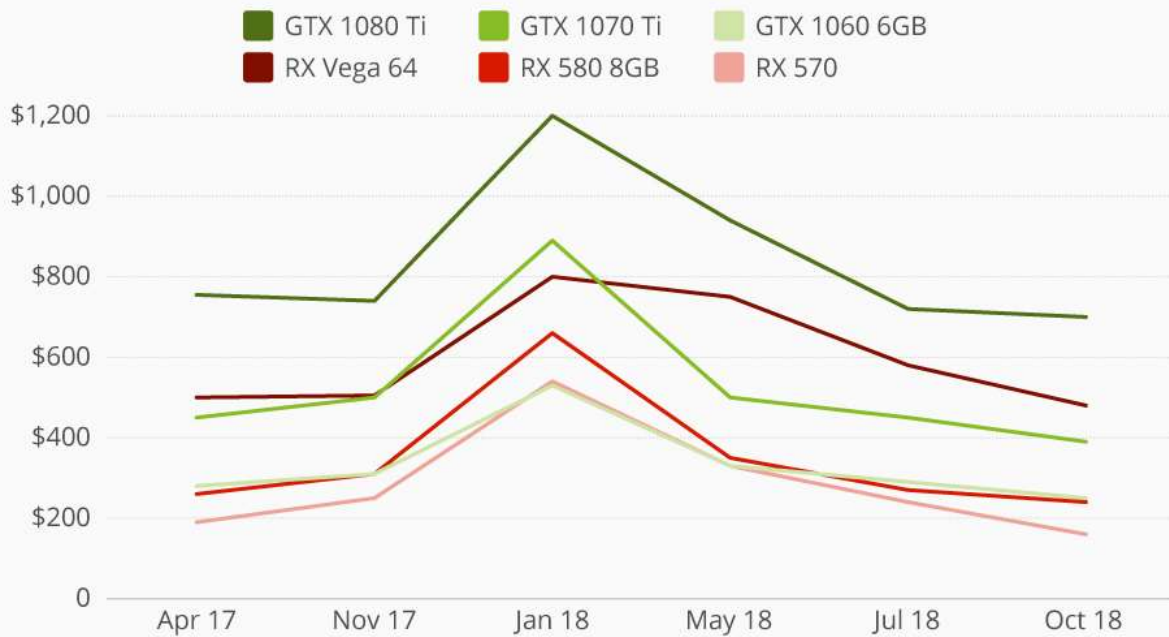
Entry-level	GeForce GT 1010 GeForce GT 1030
Mid-range	GeForce GTX 1050 GeForce GTX 1050 Ti GeForce GTX 1060
High-end	GeForce GTX 1070 GeForce GTX 1070 Ti GeForce GTX 1080
Enthusiast	GeForce GTX 1080 Ti TITAN X PASCAL TITAN Xp

Εικόνα 64 Nvidia. (2016). Series 10 GPUs edited [List]. https://en.wikipedia.org/wiki/GeForce_10_series

Τα επίπεδα παραπάνω (entry-level-enthusiast) είναι ιεραρχημένα βάση τιμής και απόδοσης καθώς αυτά τα δύο μεγέθη ανεβαίνουν συγχρόνως. Παρακάτω είναι ένας πίνακας με ενδεικτικές τιμές όταν οι κάρτες βγήκαν στην αγορά. Οι τιμές αυτές άλλαξαν λόγω ζήτησης ή δεν ήταν διαθέσιμες προς αγορά, αλλά αυτές ήταν η ενδεικτικές τιμές (νόμος της προσφοράς και της ζήτησης).

GPU Prices Stabilizing After Crypto-Mining Boom

Nvidia and Radeon GPU pricing from April 2017 to October 2018 (U.S. dollars)

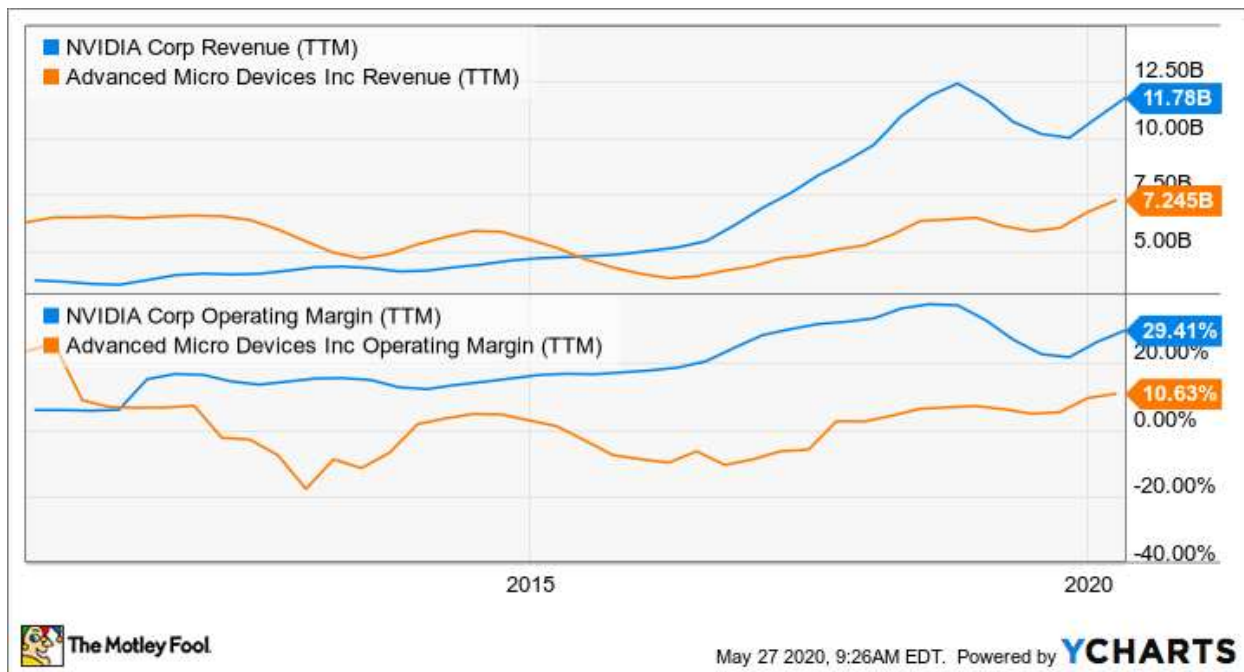


@StatistaCharts Source: Techspot

statista

Εικόνα 67 Techspot. (2018). GPU prices [Graph]. <https://www.statista.com/chart/15843/nvidia-and-radeon-gpu-pricing/>

Δεδομένων και των εσόδων των 2 εταιριών, βλ. Εικόνα 68.



Εικόνα 68 The Motley Fool. (2020). AMD vs Nvidia income chart [Graph]. <https://www.fool.com/investing/2020/05/28/better-buy-advanced-micro-devices-vs-nvidia.aspx>

Με ασφάλεια μπορούμε να υποθέσουμε ότι η Nvidia ήταν εκείνη την περίοδο (2016-2018) ο ρυθμιστής της εκάστοτε τάσης (trend setter) σε αυτή τη κατηγορία διατηρώντας το πλεονέκτημά της. Γι' αυτό το λόγο μπορεί να θεωρηθεί ως αυθεντία. Συνεπώς, η επιλογή της low-rolg τάσης για να αναδείξει την πολυτέλεια των καλύτερων (σε απόδοση, και υψηλότερων σε τιμή) καρτών γραφικών ενισχύει τη θέση της Δ.Ε. περί της προστιθέμενης αξίας που δίνουν οι πραγματευόμενες γεωμετρίες (Dell'Era et al., 2010).

3.1.4 Τελικά συμπεράσματα

Συμπεράσματα για αντικείμενο Α: Το γεγονός ότι ένα συγγενικής αισθητικής προϊόν και ένα της πραγματευόμενης είναι τα μόνα sold out στην κατηγορία τους είναι μια καλή ένδειξη εμπορικής επιτυχίας.

Οι τιμές τους τα τοποθετούν σε πιο υψηλό βάθρο από τα υπόλοιπα. Από τα 50 προϊόντα του ηλεκτρονικού καταστήματος, η μέση τιμή πώλησης χωρίς μεταφορικά είναι τα 32.95\$. Και τα 2 συγκεκριμένα, παρόλο που εξετάζεται μόνο το ένα, είναι στα 45\$. Περίπου +35% (36.57% με ακρίβεια) πάνω από τον μέσο όρο δηλαδή (Lee et al., 2015).

Ταυτόχρονα, το πραγματευόμενο προϊόν, είναι ένα εκ των σχεδίων που αναγνωρίστηκαν και δημοσιεύθηκαν (βλ. πηγή Εικόνας 20), δίνοντας φήμη σε όλη τη συλλογή σχεδίων του ηλεκτρονικού καταστήματος.

Συμπεράσματα για αντικείμενο β: Η γραμμή που ορίζεται από την ίδια (η γραμμή είναι η κόκκινη διαχωριστική, βλ. Εικόνα 64) την εταιρία στα σχέδιά της δείχνει ξεκάθαρα την πολυτέλεια που δίνει στο τελικό προϊόν ([Kalish et al., 1991](#)).

Η αισθητική αυτή είναι πιο δύσκολο να σχεδιαστεί και σίγουρα μια εταιρία αξίας δισεκατομμυρίων δεν πειραματίζεται με τα κορυφαία προϊόντα της. Συνεπώς με ασφάλεια εκτιμάται ότι η επιλογή αυτών των γεωμετριών δεν έγινε στη τύχη.

Το συνολικό αποτέλεσμα (βλ. Εικόνα 68) δικαιώνει την επιλογή αυτή. Το συνολικό αποτέλεσμα περιλαμβάνει τις πραγματευόμενες γεωμετρίες ως σχεδιαστική επιλογή/κατεύθυνση της εταιρίας για να εκφράσουν ανωτερότητα στην απόδοση, στην αισθητική και στην τιμή.

Γενικά συμπεράσματα: Και τα δύο επιλεγμένα αντικείμενα έχουν την αισθητική σαν δευτερεύοντα στόχο προς επίτευξη. Οι κάρτες γραφικών έπρεπε να είναι αποδοτικές για να δικαιολογήσουν την τιμή τους, ενώ για να αξιοποιηθεί (τουλάχιστον επαγγελματικά) η φόρμα του γλυκού, θα πρέπει και το γλυκό να έχει συγκεκριμένη στόχευση. Παρόλα αυτά εντοπίζεται με επιτυχία η εσκεμμένη επιλογή αυτής της αισθητικής για να περάσει στον καταναλωτή την εικόνα ενός υψηλής αισθητικής (high-end) προϊόντος, που, σίγουρα, δεν έγινε τυχαία.

Το αντίστροφο δεν ισχύει καθώς υπάρχουν πολλές αισθητικές και γενικότερα τρόποι (π.χ. χρήση υλικών, υφών επιφανειών). Στόχος είναι όμως η ανάδειξη αυτής της αισθητικής ως συνυφασμένη με την πολυτέλεια, και όχι πως δεν υπάρχει άλλη ή πως είναι η καλύτερη, κάτι που δεν θα ίσχυε άλλωστε.

3.2 Case study αντικείμενου low-poly γεωμετρίας σε σύγκριση με συμβατικές γεωμετρίες βάση χρηστικού αποτελέσματος

3.2.1 Επιλογή αντικειμένων και λόγοι

Για την ανάδειξη της ανωτερότητας, σε συγκεκριμένες περιπτώσεις αυτής της αισθητικής επιλέχθηκαν τα παρακάτω παραδείγματα. Η επιλογή αυτή είναι στοχευμένη, ώστε να γεωμετρίας η πραγματευόμενη αισθητική, ως προς την χρηστική προστιθέμενη αξία που προσδίδει σε ένα προϊόν, σε σχέση με τον ανταγωνισμό του.

Τα παραδείγματα προσπαθούν να αποδείξουν με μετρήσιμα μεγέθη, το πλεονέκτημα υιοθέτησης τέτοιων γεωμετριών, σε εφαρμογές που χρησιμοποιούν την πραγματευόμενη αισθητική, χωρίς ποτέ να αγνοείται η αισθητική αξία αυτών.

Άλλου είδους γεωμετρίας μπορεί να λύνουν ή να βελτιώνουν προβλήματα κατά τη διαδικασία σύγκρισης των ακόλουθων προϊόντων. Π.χ. μπορεί δηλαδή μία κυλινδρική λαβή να γλιστράει, ενώ με τη χρήση της low-poly αισθητικής να βελτιώνεται σημαντικά. Μία άλλη γεωμετρία όπως ένας κύλινδρος μεταβαλλόμενης διατομής μπορεί να έχει επίσης βελτιωτικά αποτελέσματα, αλλά η Δ.Ε. εξετάζει πως η συγκεκριμένες γεωμετρίας υπερτερούν σε υπάρχουσες εφαρμογές και όχι αν είναι η κορυφαία λύση. Μένοντας στο ίδιο παράδειγμα, σαν λύση στον κύλινδρο, θα μπορούσε να είναι η επιλογή τραχιάς επιφάνειας αντί λείας ή υλικό που επιτρέπει καλύτερη επαφή με το δέρμα, αλλά όλες αυτές οι εναλλακτικές δεν εξετάζονται.

Επιλεγμένο αντικείμενο : Την 1^η θήκη κινητού iPhone της Gray International (<https://gray.inc/>).
Σύγκριση με άλλες θήκες.

Αγνοώντας την εμπορική επιτυχία του προϊόντος, η οποία αναφέρθηκε ως παράδειγμα στην εισαγωγή,, σε αυτό το κεφάλαιο θα εξεταστεί το πως αυτή η γεωμετρία αυξάνει την αξία ενός προϊόντος χηρστικά.

3.2.2 Εύρεση μέσου/ενδεικτικού ανταγωνιστή

Ως ανταγωνιστές, θα είναι άλλες θήκες κινητών γενικότερα, όχι μόνο iPhone καθώς τα μεγέθη των κινητών είναι πανομοιότυπα, επομένως και τα σχέδια των θηκών δεν έχουν και πολλές ευκαιρίες για διαφοροποίηση.

3.2.3 Συγκρίσεις διαθέσιμων στοιχείων

A) Ανάγλυφο ως προς την λαβή. Όπως ήταν αναμενόμενο, και αναφέρεται και στην έρευνα των Pelosi et al., 2009, όλα τα grip περιλαμβάνουν κάποια δάχτυλα του χεριού πάντα να κρατούν το κινητό από το πλάι.



Εικόνα 69 Johnson, H. (2017). Gray's International iPhone case, perspective view [Photograph]. <https://www.businessinsider.com/>

Για να ενισχύσει ο κατασκευαστής την αίσθηση πολυτέλειας γύρω από το προϊόν ανακοινώνει πως θα παραχθούν μόνο 500 κομμάτια (βλ. Εικόνα 70) (Sjostrom et al., 2016) και επαυξάνει αυτή με την επιλογή υλικού υψηλής αξίας (βλ. Εικόνα 69) (Τιτάνιο). Η τιμή του συγκεκριμένου κράματος ανέρχεται στα 35\$/kg για μαζικές παραγγελίες, όταν τα πλαστικά πλησιάζουν χωρίς να ξεπερνούν τα 2\$/kg, όπως φαίνεται από τις τιμές που ελήφθησαν από το λογισμικό: «CES Edupack. (2020). [Software]. Granta Design. <https://www.grantadesign.com/education/>».



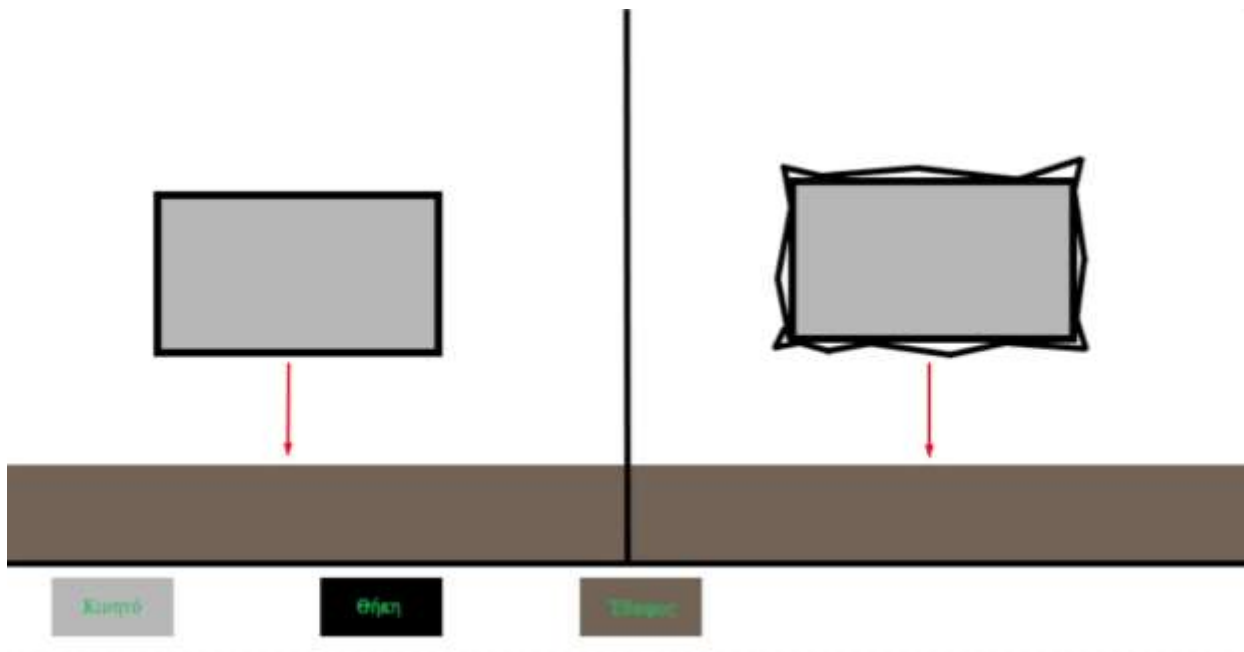
Εικόνα 70 Johnson, H. (2017). Gray's International iPhone case, production numbering [Photograph]. <https://www.businessinsider.com/>

Ως πρώτος ενδεικτικός ανταγωνιστής σε αυτό, παρατίθεται μια θήκη που αντιπροσωπεύει τη συντριπτική πλειοψηφία όλων των θηκών, η πλειοψηφία των οποίων έχει λεία πλαινά που ακολουθούν τη φόρμα του κινητού, π.χ. βλ. Εικόνα 71



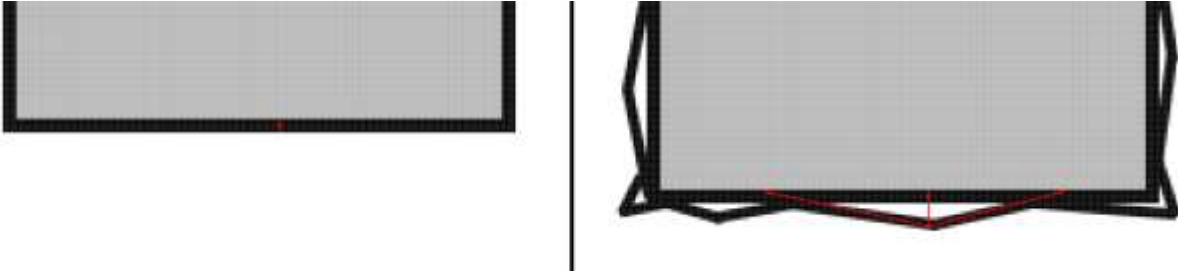
Εικόνα 71 Apple iPhone 12 Pro Max Silicone Case with MagSafe

Β) Βελτιστοποιημένος προσανατολισμός επιφάνειας. Με το ίδιο ή ελάχιστα παραπάνω υλικό, το ανάγλυφο επιτρέπει μεγαλύτερη απόσβεση κατά την πτώση. Έστω ελεύθερη πτώση Βλ. Εικόνα 60



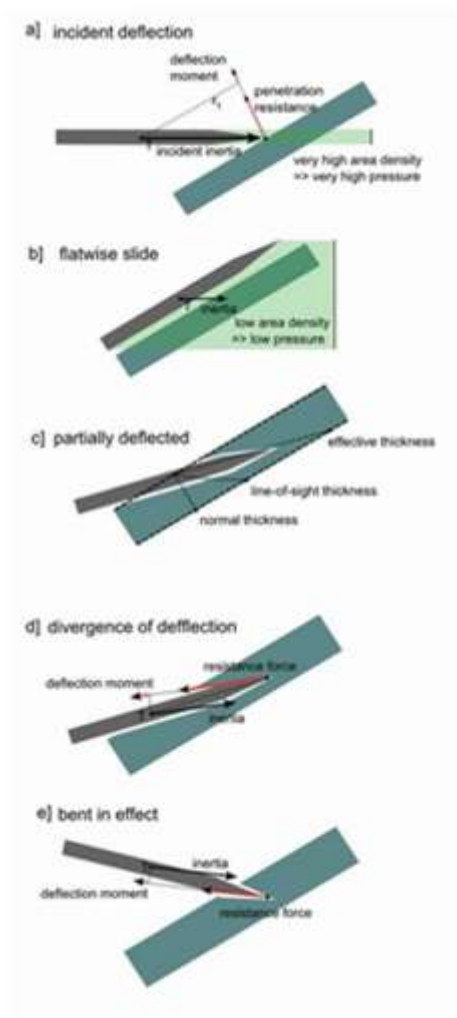
Εικόνα 72 Free fall example. (n.d.). [Illustration].

Κατά την πτώση η αντίδραση του εδάφους, αφενός έχει περισσότερο υλικό ανάμεσα στη συσκευή και το σημείο κρούσης, αφετέρου αναλύεται προς περισσότερες κατευθύνσεις και αποσβάνεται λόγω σχήματος (βλ. Εικόνα 72). Επίσης ανεξαρτήτως σημείου κρούσης, αν η low-poly γεωμετρία περικλείει όλο το κινητό, οπότε σε όποιο σημείο της θήκης, κατά τη πτώση, χτυπήσει πρώτο στο πάτωμα, κατά την πτώση, θα έχει μεγαλύτερη απόσβεση σε σχέση με μια κοινή επίπεδη θήκη.

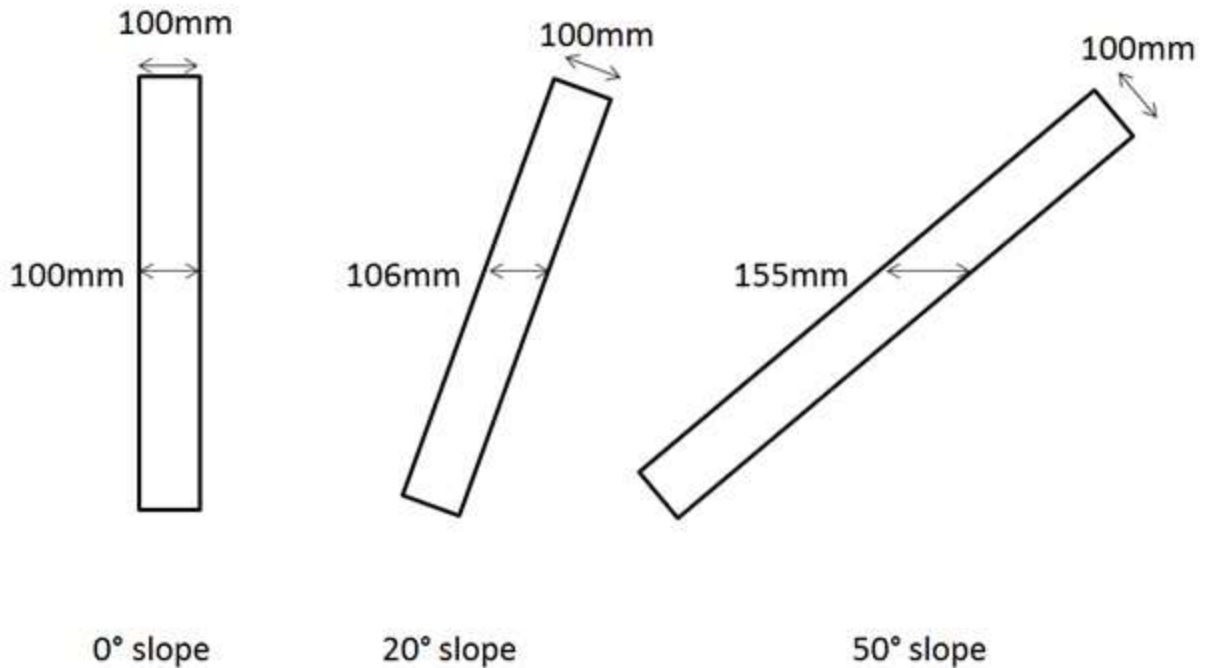


Εικόνα 373 Free fall impact. (n.d.). [Illustration].

Η χρήση κλίσεων για την αύξηση του αποτελεσματικού πάχους (βλ. Εικόνα 74 & 75) του υλικού για κρούσεις χρησιμοποιείται και από τον 2^ο παγκόσμιο πόλεμο στα τεθωρακισμένα οχήματα. (Yaziv et al., 2001)

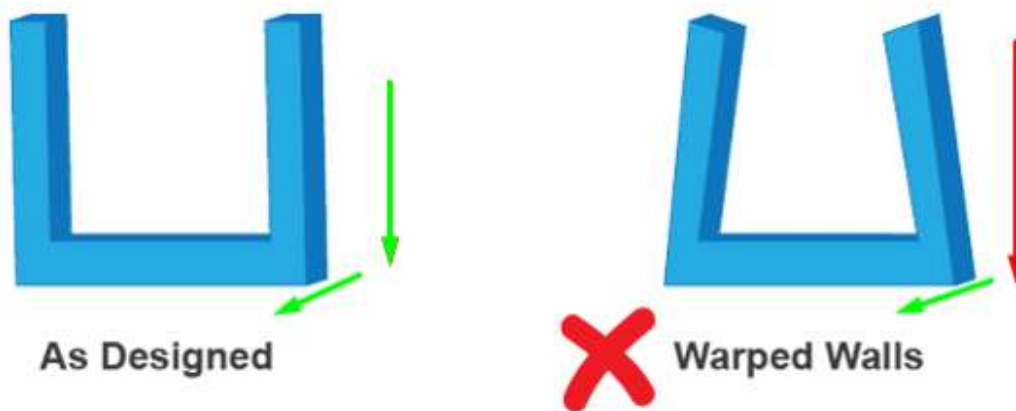


Εικόνα 74 Projectile deflection effect. (n.d.). [Illustration]. https://en.wikipedia.org/wiki/Sloped_armour



Εικόνα 385 Armor Angles. (n.d.). [Illustration]. <http://forum.worldoftanks.com/>

Γ) Δυσκολία παραγωγής. Όπως φαίνεται και από το επιλεγμένο προϊόν, το οποίο είναι σε 2 κομμάτια, κυρίως λόγω της επιλογής του υλικού, η παραγωγή τέτοιων γεωμετριών δυσκολεύουν την έκχυση ανεξαρτήτως υλικού. Εάν η low-poly γεωμετρία πάνω σε κάποιο προϊόν ή κομμάτι προϊόντος δεν βρίσκεται προσανατολισμένη κάθετα στη φορά ανοίγματος της φόρμας/του καλουπιού της έκχυσης, βλ Εικόνα 65.



Εικόνα 76 Injection mould ejection direction. (n.d.). [Illustration]. <https://3space.com/>

Στην Εικόνα 76, η μόνη λύση είναι η αφαίρεση της φόρμας από τις πράσινες κατευθύνσεις καθώς είναι το ίδιο πρόβλημα που προκύπτει με αυτές τις γεωμετρίες.

3.2.4 Επιβεβαίωση χρηστικής ανωτερότητας (ή μη) λόγω αισθητικής

Α) Λόγω του ανάγλυφου στο πλάι της θήκης, η συγκεκριμένη θήκη έχει πλεονέκτημα ως προς τη σταθερότητα της λαβής έναντι των άλλων θηκών που είναι λείες.

Β) Λόγω ιδιαίτερου, εξωθημένου, αναγλύφου, και όχι απλά ενός αντιολισθητικού μοτίβου π.χ. βλ. Εικόνα 77, κατά τη ατυχή κρούση με το δάπεδο, η απόσταση και το υλικό ανάμεσα στο δάπεδο ή σε οποιαδήποτε άλλη επιφάνεια γίνει η κρούση είναι μεγαλύτερο.



Εικόνα 77 Presidio Perfect-Clear with Grips. (n.d.). [Product]. <https://www.speckproducts.com>

Αυτό θα συμβεί γιατί με το σωστό low-poly ανάγλυφο, ανεξαρτήτως γωνίας της (ελεύθερης) πτώσης του κινητού, η πρόσκρουση θα γίνει σε κάποια ακμή, ή πολύ κοντά σε αυτή.

Γ) Προφανώς η κατασκευασσιμότητα προϊόντων τέτοιων γεωμετριών, αλλά και η σχεδίαση τέτοιων επιφανειών είναι στα αρνητικά κατά την επιλογή τέτοιας αισθητικής για το προϊόν προς παραγωγή. Οι λόγοι

1. Δυσκολία στην σχεδίαση και στη σύνδεση επιφανειών, καθώς όχι μόνο πρέπει να υπάρχει αυτή η πολύπλοκη γεωμετρία, αλλά πρέπει να συνδέεται και με την επόμενη επιφάνεια με κάποιο τρόπο, σε αντίθεση με ότι θα συνέβαινε με απλές λείες επιφάνειες, βλ. Εικόνα 76.
2. Η δυσκολία κατά την έκχυση, την αφαίρεση υλικού και οποιασδήποτε άλλης διεργασίας επηρεάζεται από τον προσανατολισμό της επιφάνειας, χρειάζεται ξεχωριστή μελέτη και αλλαγές ή συμβιβασμούς (να είναι μόνο μία επιφάνεια γεωμετρίας low-poly στον προσανατολισμό αφαίρεσης της φόρμας) για να επιτευχθεί κατασκευάσιμο αποτέλεσμα.

3.3 Τελικά συμπεράσματα

Η επιλογή τέτοιων επιφανειών σε προϊόντα είναι αυτονόητα δαπανηρή, σε σχέση με μια συμβατικότερη, λόγω αυξημένου κόστους, για τους λόγους που έχουν προαναφερθεί όπως φαίνεται και από το συγκεκριμένο παράδειγμα, που συνδυάζει την πολυτέλεια και την χρηστικότητα.

Η πολυτέλεια, είθισται να μην θυσιάζει την άνεση ή το τελικό αποτέλεσμα. Γενικά επιδιώκει το αντίθετο, για να αυξήσει τους λόγους προτίμησης του (Macdonald et al., 2016) πιο ακριβού προϊόντος έναντι των άλλων. Τα χρηστικά προτερήματα αυτών των γεωμετριών, όπως παρουσιάστηκε, δίνουν και αυτή την επιθυμητή προσθήκη στο τελικό αποτέλεσμα, που θα έχει στη διάθεσή του ο καταναλωτής.

Με την επιλογή αυτού του παραδείγματος, αναδεικνύεται μια αναδυόμενη ιδιότητα αυτής της αισθητικής, δηλαδή του αποτελεσματικού πάχους. Παρόλο που ο λόγος της σχεδίασης του αντικειμένου που μελετήθηκε ήταν χρηστικός (μόνο για λόγους άδραξης), είναι προφανώς και αισθητικός, γιατί αυτό είναι το κύριο κριτήριο της επιλογής αυτής της αισθητικής, καθώς πάντα υπάρχει κάποιο πιο αποτελεσματικό μοτίβο στη λαβή τη στιγμή που, εγγενώς, κάτι περιορίζει τον σχεδιαστή μόνο σε συγκεκριμένες γεωμετρίες.

Κεφάλαιο 4 - Σχεδιασμός και σύγκριση low-poly σχήματος προϊόντος με την κλασική του εκδοχή

4.1 Σχεδιασμός προϊόντος #1

4.1.1 Λόγοι επιλογής αντικειμένου

Το επιλεγόμενο είναι ένα ευέλικτο αντικείμενο αποτελούμενο από από μακρόστενα, σφαιρικά, ή συμβατικά κυβικά παγάκια, καθώς και παγάκια που απεικονίζουν ανάγλυφα φιγούρες για παιδικά πάρτυ, ανάλογα το ποτό ή το ποτήρι.) Επιλέχθηκε ώστε να φανεί πως δύναται να διαφοροποιηθεί το προϊόν τόσο χρηστικά όσο και αισθητικά. Είναι ένα αντικείμενο που έχει μεγάλο ανταγωνισμό και αφού όσο μεγαλύτερος είναι ο ανταγωνισμός τόσο πιο δύσκολη είναι η επίτευξη διαφοροποίησης και πρωτοτυπίας, η παγοθήκη και το παράγωγό της, το παγάκι, μπορούν να αποδείξουν κάποιους από τους λόγους (για να αποδειχθεί η εμπορική επιτυχία θα έπρεπε να βγει στην αγορά και υπάρχουν και νούμερα από τον άμεσο ανταγωνισμό της) της ανωτερότητας της γεωμετρίας.

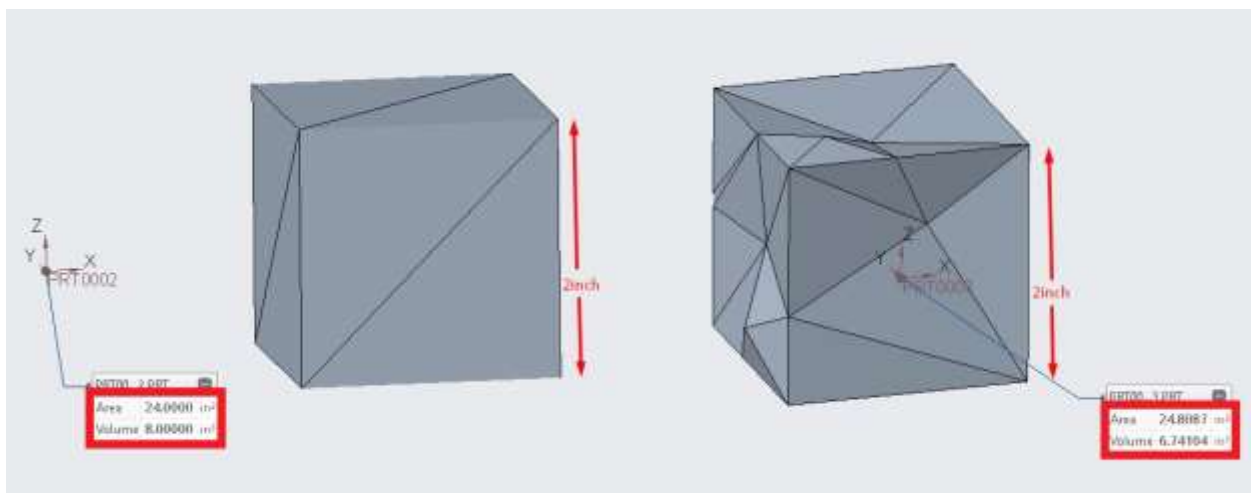
4.1.2 Αντικείμενο και σύγκριση

Ως επιλογή αντικειμένου για σχεδίαση επιλέγεται μια παγοθήκη. Τα παγάκια χρησιμοποιούνται για να παγώνουν το υγρό με το οποίο βρίσκονται στο ίδιο δοχείο.

Τα παγάκια, όσο μεγαλύτερη επιφάνεια έχουν, τόσο γρηγορότερα λιώνουν, και συνεπώς παγώνουν πιο γρήγορα το υγρό, με το οποίο βρίσκονται μαζί στο ίδιο δοχείο (συνήθως ποτήριως παράδειγμα Εικόνας 79). Βλ. Εικόνα 78. Ταυτόχρονα όμως, αυτό συμβαίνει λόγω της μεγαλύτερης επιφάνειας που φέρνει περισσότερο νερό σε επαφή με τον πάγο. Μέσω επαγωγής, η θερμότητα του υγρού περνάει στον πάγο γρηγορότερα, παγώνοντας το υγρό γρηγορότερα.

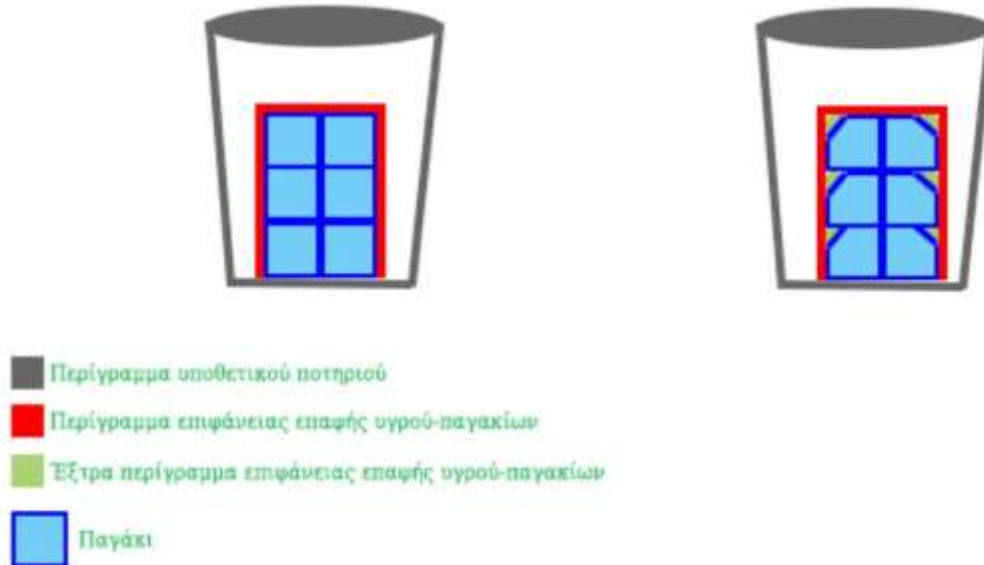
Επιπλέον, ο μικρότερος όγκος νερού στο παγάκι, που τελικά θα καταλήξει στο υγρό, συνεπάγεται λιγότερο αραιώμα του αρχικού υγρού όταν/αν ο πάγος λιώσει εντελώς. Βλ. Εικόνα 78.

Ο αριστερά κύβος είναι 2x2x2, ενώ ο δεξιά της Εικόνας 78, είναι κυβικών συνόρων 2x2x2.



Εικόνα 78 Volume-Area comparison. (n.d.). [Illustration].

Επίσης οι ακανόνιστες επιφάνειες κάνουν πιο δύσκολο να κολλήσουν, ή να κολλήσουν μικρότερες επιφάνειες μεταξύ του. Έτσι τα παγάκια επιτρέπουν περισσότερο υγρό να βρίσκεται γύρω από τις ακανόνιστες επιφάνειες. Βλ. Εικόνα 68.



Εικόνα 79 2D Area vs Extra Area comparison. (n.d.). [Illustration].

Θεωρείται ότι ο χρήστης αδιαφορεί για τα παγάκια που θα λιώσουν και θα αραιώσουν το υγρό ή πως το επιδιώκει για να έχει νόημα η επιλογή παγακίων που λιώνουν γρηγορότερα καθώς μεγιστοποιούν την επιφάνεια από την οποία προσλαμβάνουν θερμότητα για να λιώσουν.

Επιπλέον, θεωρείται πως το υγρό αυτό είναι άμεσης κατανάλωσης, επομένως απλά θέλει να παγώσει το υγρό στον ελάχιστον δυνατό χρόνο. Πάνω στην ίδια λογική, η μεγαλύτερη επιφάνεια απορροφά πιο γρήγορα θερμότητα από το υγρό στο οποίο βρίσκεται μέσα.

Ακόμα ένα σενάριο χρήσης, που πάλι υπάρχει χρηστική ανωτερότητα έναντι των απλών παγακίων, είναι η περίπτωση που ο χρήστης θέλει να λιώσουν τα παγάκια πιο γρήγορα. Π.χ. παγάκια αποθηκευμένου χυμού λεμονιού σε φαΐ.

4.1.3 Συζήτηση αποτελεσμάτων

Η ανωτερότητα των παγακίων στις εφαρμογές της καθημερινότητας όταν αυτά έχουν πολύπλοκη, ή στην προκειμένη περίπτωση, low poly επιφάνεια, είναι αφενός μηδαμινή και αφετέρου σχεδιαστικά δυσκολότερη σε έναν αποτρεπτικό βαθμό όπως φαίνεται από την έρευνα ανταγωνιστών. Εξαίρεση είναι παιδικά παγάκια με σχέδια από ζώα που όμως δεν μπορούν να σταθούν ή να συγκριθούν αισθητικά.

Άρα λοιπόν, το συγκεκριμένο προϊόν, μπορεί να εκμεταλλευτεί κυρίως την αισθητική του πτυχή με επιπρόσθετη αιτιολόγηση την χρηστική του ανωτερότητα αλλά όχι το αντίθετο για λόγους ανταγωνιστικότητας.

4.2 Σχεδιασμός, πρωτοτυποποίηση, δημιουργία μήτρας και υλοποίηση προϊόντος #2



Εικόνα 80 Indigo Ribs. (Pantelis Paraisidorou). Low-Poly πλαστικό τροφοδοσίας ατύπητο και τρυπημένο [Product]

4.2.1 Λόγοι επιλογής αντικειμένου

Τα σκάφη πέρα από τα κύρια δομικά μέρη τους αποτελούνται από πολλά περιφερειακά μέρη για το χειρισμό, τις μηχανολογικές τους λειτουργίες και όταν πρόκειται για σκάφη αναψυχής, εμπεριέχονται κάποιες ανέσεις. Τα σκάφη πετυχαίνουν την προστιθέμενη αξία τους, μεταξύ άλλων και με σχεδιαστικές/διακοσμητικές λεπτομέρειες απαραίτητων εξαρτημάτων (π.χ. τιμόνι). Στην προκειμένη περίπτωση, σχεδιάστηκε, πρωτοτυποποιήθηκε, δημιουργήθηκε καλούπι και παράχθηκε προϊόν για αυτόν τον σκοπό. Φτιάχτηκε, μια εναλλακτική εκδοχή του πλαστικού που βιδώνει πάνω η τροφοδοσία της βενζίνης και ο εξαερισμός του ντεποζίτου. Ο λόγος είναι η διαφοροποίηση από τον ανταγωνισμό και η επαύξηση της προστιθέμενης αξίας του συνολικού προϊόντος (το σκάφος).



Εικόνα 8139 πλαστικό τροφοδοσίας συναρμολογημένα [Product]

Στην παραπάνω εικόνα όπως φαίνεται υπάρχουν δύο μεταλλικά (ανοξειδωτο ατσάλι) εξαρτήματα. Στο ένα που αναγράφεται “fuel” είναι η τροφοδοσία του ντεποζίτου, ενώ το άλλο είναι ο εξαερισμός, το σημείο από το οποίο αδειάζει ο αέρας του ντεποζίτου όταν μπαίνει το καύσιμο.

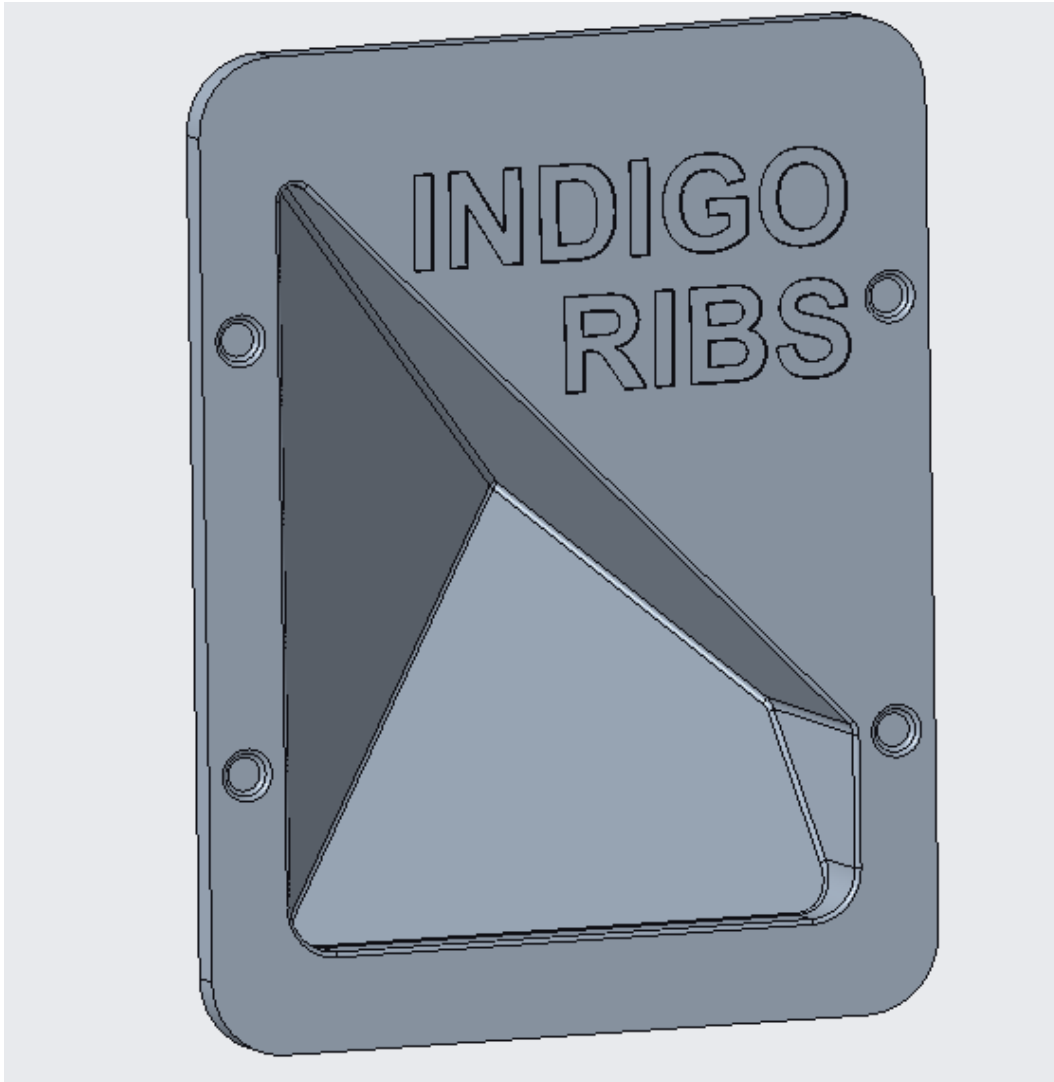
4.2.2 Σχεδιασμένο Αντικείμενο

Το σχεδιασμένο αντικείμενο σεβάστηκε τις προδιαγραφές και την αρχή λειτουργίας του υπάρχοντος προϊόντος. Συγκεκριμένα οι προδιαγραφές ήταν:

- Αντοχή σε πιέσεις
- Να βρίσκεται εσωτερικά από την επιφάνεια που θα βιδωθεί το όλο αντικείμενο
- Να έχει τον εξαερισμό πιο πάνω από την τροφοδοσία
- Να έχει αρκετό χώρο στις επιφάνειές του για τον εξαερισμό και την τροφοδοσία
- Να έχει αρκετό χώρο και κλίση ώστε να επιτρέπει τη τροφοδοσία της βενζίνης
- Οι επιφάνειες που βιδώνονται πρέπει να μην είναι καμπύλες

- Να μπορεί να δημιουργηθεί χωρίς διαιρέσεις από καλούπι για να μην αυξηθεί το κόστος παραγωγής

Έτσι επιλέχθηκε μια low-poly γεωμετρία για να κάνει ξεκάθαρη τη πρόθεση για διακοσμητικότητα αλλά και για να γίνει εκμετάλλευση των ευθείων επιφανειών. Η τροφοδοσία βενζίνης τοποθετήθηκε σε παρόμοιο με άλλα σκάφη, συνηθισμένο σημείο για να είναι οικίο στους χρήστες, αλλά ο εξαερισμός «κρύφτηκε» σε μια πλάγια επιφάνεια.



Εικόνα 82 Indigo Ribs. (Pantelis Papisidorou). Low-Poly πλαστικό τροφοδοσίας, ψηφιακό [CAD]



Εικόνα 403 Indigo Ribs. (Pantelis Papatodorou). Low-Poly πλαστικό τροφοδοσίας τρυπημένο



Εικόνα 414 Indigo Ribs. (Pantelis Papatodorou). Low-Poly πλαστικό τροφοδοσίας ατύπητο και τρυπημένο [Product]

4.2.3 Πρωτοτυποποίηση, δημιουργία μήτρας/καλουπιού και παραγωγή προϊόντος

Η πρωτοτυποποίηση ήταν απαραίτητη για τη δημιουργία καλουπιού καθότι αυτό θα δημιουργείτο πάνω του και επομένως το πρωτότυπο έπρεπε να είναι υψηλής ανάλυσης, καθώς από υλικό που επιδέχεται γυάλισμα.



Εικόνα 85 Indigo Ribs. (Pantelis Pappasidorou). Low-Poly πλαστικό τροφοδοσίας [3D Print]



Εικόνα 426 Indigo Ribs. (Pantelis Parrisidorou). Low-Poly πλαστικό τροφοδοσίας πάνω στο καλούπι [Product]



Εικόνα 437 Indigo Ribs. (Pantelis Parrisidorou). Low-Poly πλαστικά τροφοδοσίας στοιβαγμένα [Product]



Εικόνα 88 Indigo Ribs. (Pantelis Papaisidorou). Low-Poly πλαστικό τροφοδοσίας [Product

4.2.4 Συζήτηση αποτελεσμάτων

Το αποτέλεσμα, αν και δεν μπορεί να πιστοποιηθεί η συνεισφορά του, είναι η επαύξηση της αξίας του προϊόντος, μέσω και των θετικών παρατηρήσεων των αγοραστών. Εντύπωση κάνει ότι, ενώ η τροφοδοσία ενδιαφέρει τον αγοραστή απλά ως προς την θέση της, πλέον παρατηρεί και την αισθητική της. Βέβαια, κατά πόσο επαυξάνεται η αξία ενός σκάφους από το συγκεκριμένο εξάρτημα δεν μπορεί να υπολογιστεί, λόγω της πολύ μικρής συνεισφοράς του στο μεγάλο σύνολο εξαρτημάτων και λεπτομεριών ενός σκάφους.

Επιπρόσθετα, με τη δημιουργία καλουπιών, η συναρμολόγηση γίνεται με παραγόμενα κομμάτια μειώνοντας το κόστος σε βάθος χρόνου με την παραγωγή πολλών κομματιών που κοστίζουν λιγότερο απ' ό,τι αν αγοράζονταν. Ταυτόχρονα απεξαρτητοποιείται το εργοστάσιο/ναυπηγείο από εξωτερικούς προμηθευτές και πιθανές ελλείψεις ή καθυστερήσεις εξαρτημάτων από τρίτους.

Επιπλέον επισημαίνεται ότι, καθώς το εξάρτημα παράγεται πλέον εσωτερικά, το κόστος είναι 20-25% μικρότερο απ' ό,τι αν αγοράζονταν εξωτερικά και θα χρειαστούν περίπου 40-45 τεμάχια για να αποσβεστεί το κόστος του καλουπιού αυτού.

Κεφάλαιο 5 – Ανακεφαλαίωση και τελικά συμπεράσματα

5.0 Εισαγωγή

Για κλείσιμο της Δ.Ε., θα γίνει μια συγκεντρωτική αναφορά σε συμπεράσματα και ευρήματα των προηγούμενων κεφαλαίων. Σκοπός είναι η ομαδοποίηση σε κατηγορίες που θα αποτελούν έναν οδηγό, που θα μπορεί κάποιος να συμβουλευτείται πριν αποφασίσει τη χρήση της low-poly αισθητικής σε κάποιο προϊόν. Έτσι θα μπορεί να ελέγχεται η βιωσιμότητα και η υλοποιησιμότητα της συγκεκριμένης αισθητικής πριν την έναρξη των εργασιών.

5.1 Αναφορά στη πραγματική εφαρμογή

Το αντικείμενο που πραγματεύεται η Δ.Ε., δηλαδή η δημιουργία προϊόντων low-poly αισθητικής στην αγορά, εφαρμόστηκε επιτυχώς στη σχεδίαση σκαφών. Η σχεδίαση σκαφών υπάγεται στην σχεδίαση οχημάτων, και τα εξαρτήματά της, όπως αυτό που παρουσιάζεται στην παράγραφο 4.2, θεωρούνται σχεδιάσεις προϊόντων. Το συγκεκριμένο εξάρτημα εγκρίθηκε για χρήση σε 2 τουλάχιστον σκάφη, το ένα εκ των οποίων, είναι φουσκωτό σκάφος 6m. Το συγκεκριμένο αποτελεί το ακριβότερο στην κατηγορία του στην αγορά, με διαφορά 10.000€ από το επόμενο και στην βασική του έκδοση κοστίζει 50.000€, δηλαδή (20% επιπλέον από τον αμέσως επόμενο ανταγωνιστή του), κάτι που δικαιολογεί και την σχεδίαση εξατομικευμένων κομματιών (βλέπε low-poly) που ανεβάζει ακόμα περισσότερο το κόστος κατασκευής.

5.2 Λόγοι σπάνιας χρήσης ή μη χρήσης της αισθητικής – Μειονεκτήματα

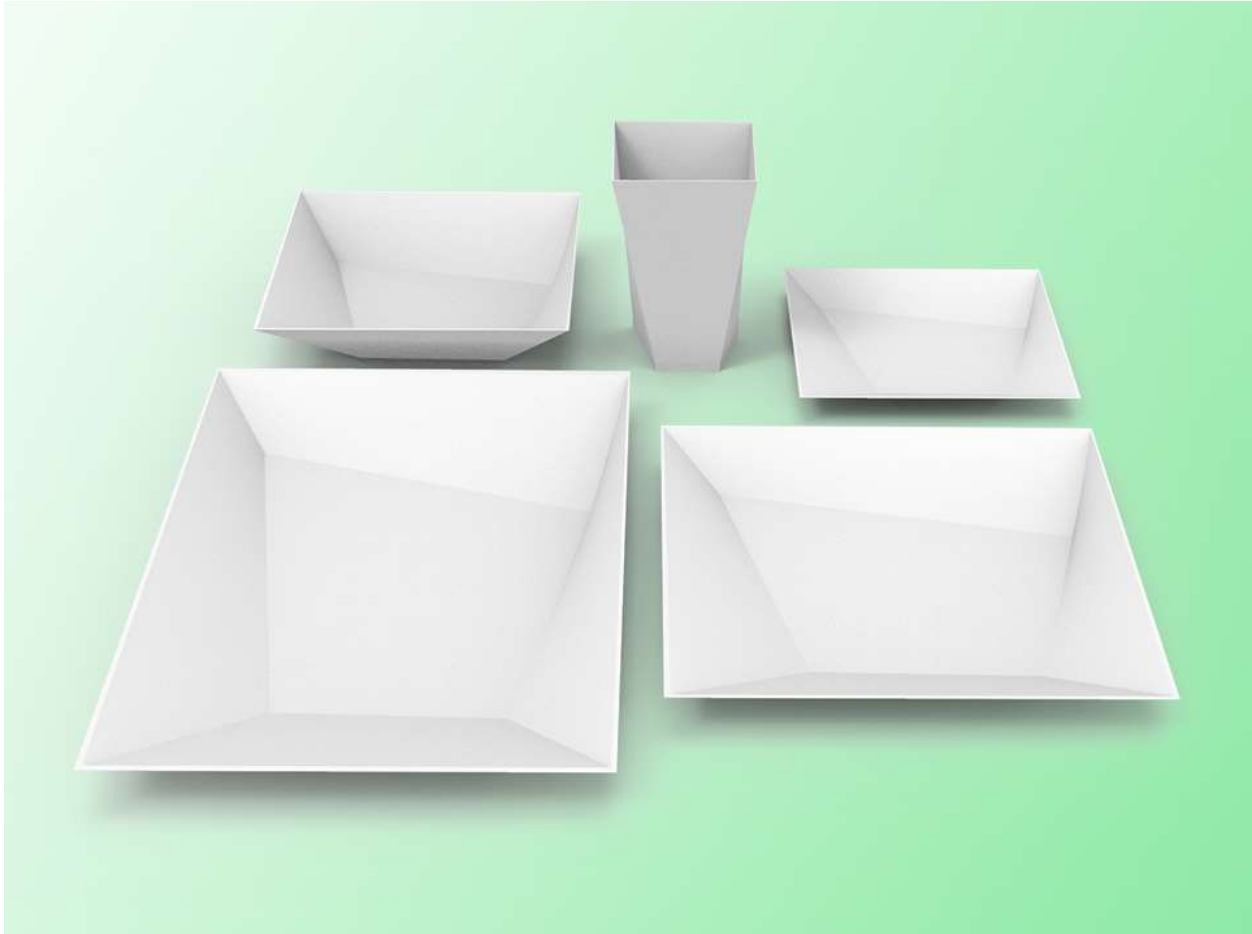
- Η σχεδίαση τέτοιου προϊόντων είναι εγγενώς δυσκολότερη όπως περιγράφεται από την παράγραφο 3.2.4.Γ.1
- Το ανάγλυφο περιπλέκει την παραγωγή σε καλούπια με οποιαδήποτε μέθοδο τα απαιτεί. Έτσι χρειάζεται περαιτέρω μελέτη, ή τουλάχιστον παραπάνω σκέψη από μεριάς σχεδίασης για να υπάρχει δυνατότητα ξεκαλουπώματος. Όπως συνοψίζεται στην παράγραφο 3.2.4.Γ.2.
- Οι παραπάνω δυσκολίες, επομένως, ανεβάζουν το κόστος.
- Επίσης, πιο πολύπλοκες επιφάνειες συνήθως αυξάνουν την ποσότητα απαιτούμενου υλικού, και επομένως το βάρος και την ενέργεια που απαιτείται.

5.3 Περιπτώσεις δυνατότητας εφαρμογής

- Πολύ μεγάλη παραγωγή που θα αποσβαίνει το κόστος σχεδιασμού και υλοποίησης του δυσκολότερου καλουπιού, σε σημείο που να καθιστά την διαφορά του προϊόντος με κάποιο συμβατικό αμελητέα.
- Υλοποίηση σε προϊόν που ανήκει σε κατηγορία η οποία δικαιολογεί την επαυξημένη αξία κοστολόγησής του και επομένως θα κοστολογείται σε μια συμφέρουσα τιμή μόνο του, ή ως μέρος του συνόλου (π.χ. ως εξάρτημα σκάφους, βλ. Παράγραφο 4.2).
- Σε στρατιωτική εφαρμογή που η βελτιστοποίηση του σχεδιασμού θεωρείται θέμα ζωής-θανάτου, όπως τεκμηριώνεται στη παράγραφο 3.2.3.Β.
- Αντιολισθητικές ιδιότητες όπως φαίνεται από παράγραφο 3.2.4.Α και 3.2.4.Β.
- Αύξηση επιφάνειας ή/και μείωση μάζας κατά σχεδιαστική βούληση όπως τεκμηριώνεται από case study στην παράγραφο 4.1.2.

5.4 Σύνοψη

Η εφαρμογή αυτής της αισθητικής, αν και περιορισμένη, όπου εφαρμόζεται πληρώντας τις προϋποθέσεις, δίνει ένα αρκετά μοναδικό concept ακόμα και σε καθημερινά, κορεσμένα από σχεδιαστικής άποψης, προϊόντα (βλ. Εικόνες 89 & 90).



Εικόνα 449 Papisidorou P. (2021). Low-Poly tableware set [Rendering].



Εικόνα 90 ChairCoverUK (2023) [Product] Party Tableware

Αυτό το κόνσεπτ, δίνει μια διαφορετική και πιο εκκεντρική αίσθηση που παραπέμπει σε περισσότερη πολυτέλεια, και επομένως δικαιολογεί υψηλότερη τιμή (Alrtekinoglu, Aydin and Gragas, Alex, 2012). Μόνο, όμως, όταν το πετυχαίνει αυτό δικαιολογείται η ύπαρξη τέτοιου προϊόντος, γιατί κατά κανόνα, το κόστος δημιουργίας είναι αυξημένο, και πρέπει να δικαιολογηθεί και να αποσβεστεί.

Παρόλα αυτά έχει πλεονεκτήματα ως προς την πρακτικότητα σε μερικές περιπτώσεις (π.χ. ανάγλυφο για καλύτερα αντιολισθητικά αποτελέσματα όπως παράγραφο 3.2.4.A και 3.2.4.B.) ή φυσικομαθηματικής φύσης πλεονεκτήματα όπως αύξηση επιφάνειας με μείωση της

μάζας,(όπως περιγράφεται στην παράγραφο 3.2.3.B.) ή αύξηση του πάχους της επιφάνειας πρόσκρουσης (όπως περιγράφεται στην παράγραφο 4.1.2).

Όποτε τελικά, κάτω από τις προαναφερθείσες προϋποθέσεις, η επιλογή αυτής τις αισθητικής πάνω για προϊόντ, μπορεί να σταθεί στην αγορά και να έχει το άνω μερίδιο των τιμών σε σχέση με άλλα ανταγωνιστικά προϊόντα.

Αναφορές

1. Goldman, A. H. (2006). The Experiential Account of Aesthetic Value. *The Journal of Aesthetics and Art Criticism*, 64(3), 333–342. <http://www.jstor.org/stable/3700565>
2. Duffy, K., Reid, E., & Finch, J. (2019). Sold out? Reconfiguring consumer demand through the secondary digital ticket market. *Consumption Markets & Culture*, 23(2), 174–194. <https://doi.org/10.1080/10253866.2019.1684270>
3. Wijnand Adriaan Pieter van Tilburg, W. A. P., & Igou, E. R. (2014). From Van Gogh to Lady Gaga: Artist eccentricity increases perceived artistic skill and art appreciation. *European Journal of Social Psychology*, 44(2), 93–103. <https://doi.org/10.1002/ejsp.1999>
4. Rothschild, R., Swann, P., & Taghavi, M. (1991). Identifying competitors from market share data: a technique and an application. *Applied Economics*, 23(3), 525–529. <https://doi.org/10.1080/00036849100000028>
5. Kalish, S., Nelson, P. A comparison of ranking, rating and reservation price measurement in conjoint analysis. *Market Lett* 2, 327–335 (1991). <https://doi.org/10.1007/BF00664219>
6. Peterson, R. A., Kim, Y., & Jeong, J. (2019). Out-of-stock, sold out, or unavailable? Framing a product outage in online retailing. *Psychology & Marketing*, 37(3), 428–440. <https://doi.org/10.1002/mar.21309>
7. Dell'Era, C. and Verganti, R. (2010), "Diffusion of product signs in industrial networks: the advantage of the trend-setter", *European Journal of Innovation Management*, Vol. 13 No. 1, pp. 81-99. <https://doi.org/10.1108/14601061011013249>
8. Lee, HC., Chen, WW. & Wang, CW. The role of visual art in enhancing perceived prestige of luxury brands. *Mark Lett* 26, 593–606 (2015). <https://doi.org/10.1007/s11002-014-9292-3>
9. Pelosi, M., Franek, O., Knudsen, M. B., Christensen, M., & Pedersen, G. F. (2009). A Grip Study for Talk and Data Modes in Mobile Phones. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 57(4), 856–865. <https://doi.org/10.1109/tap.2009.2014590>
10. Sjostrom, T., Corsi, A. M., & Lockshin, L. (2016). What characterises luxury products? A study across three product categories. *International Journal of Wine Business Research*, 28(1), 76–95. <https://doi.org/10.1108/ijwbr-05-2015-0017>
11. D. Yaziv, S. Chocron, C.E. Anderson, Jr., and D. J. Grosch (2001, May 7–11). OBLIQUE PENETRATION IN CERAMIC TARGETS [International Symposium]. 19th International Symposium of Ballistics, Interlaken, Switzerland. <http://xrayct.com/documents/data/IBS19/TB271257.pdf>
12. Froes, F. H., Friedrich, H., Kiese, J., & Bergoint, D. (2004). Titanium in the family automobile: The cost challenge. *JOM*, 56(2), 40–44. <https://doi.org/10.1007/s11837-004-0144-0>
13. Klatzky, R.L., Lederman, S.J. & Metzger, V.A. Identifying objects by touch: An “expert system”. *Perception & Psychophysics* 37, 299–302 (1985). <https://doi.org/10.3758/BF03211351>
14. Macdonald, E. K., Kleinaltenkamp, M., & Wilson, H. N. (2016). How Business Customers Judge Solutions: Solution Quality and Value in Use. *Journal of Marketing*, 80(3), 96–120. <https://doi.org/10.1509/jm.15.0109>
15. Alptekinoglu, Aydin and Grasas, Alex, When to Carry Eccentric Products? Optimal Retail Assortment under Consumer Returns (November 10, 2012). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1809198> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1809198>