

## Γραφικά & Εικονική Πραγματικότητα

Project	Rain
Επώνυμο	Μαδαρός
Όνομα	Δημήτριος
Έτος	70
ΑΜ	1031533

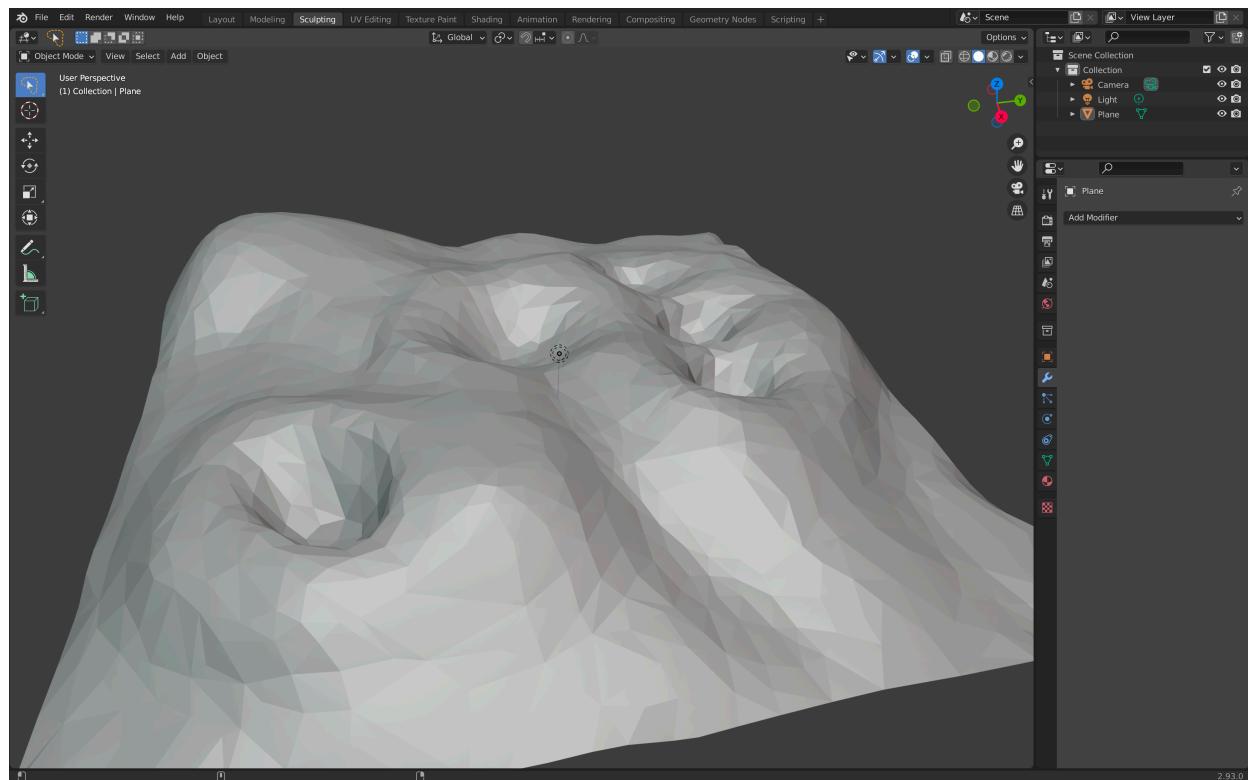
### ΔΙΕΥΚΡΙΝΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ PROJECT

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε σε **Xcode**. Γράφτηκε με βάση την όγδοη εργαστηριακή άσκηση, “**Particles**”, της οποίας η λογική χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση του συστήματος σωματιδίων βροχής, καθώς επίσης και το έβδομο εργαστήριο, “**Physics**”, για την πρόσδωση ιδιοτήτων άκαμπτου σώματος στις σταγόνες της βροχής. Επιπλέον, έγιναν οι απαραίτητες μετονομασίες στον υπάρχων κώδικα και στο αρχείο CMakeLists.txt, ώστε να είναι σχετικές με το γενικό πλαίσιο της άσκησης. Να σημειωθεί ακόμα πως η εργασία είναι παραμετρική ως προς την είσοδο, όσον αφορά την κίνηση της κάμερας, τον αριθμό των σωματιδίων, τη θέση του εκπομπού και την κατεύθυνση και δύναμη του αέρα.

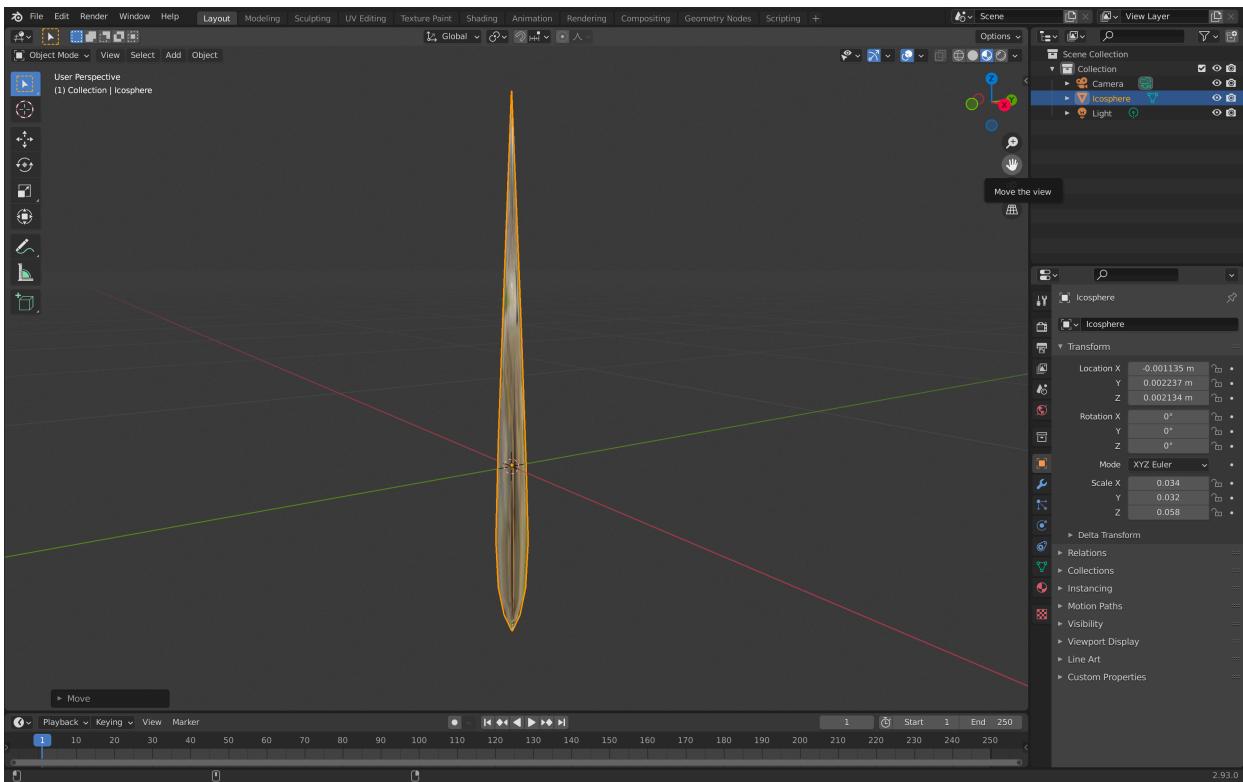
## ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Η εργασία απαιτεί τη δημιουργία δύο μοντέλων: ενός μοντέλου εδάφους, πλούσιου σε χαρακτηριστικά και ενός μοντέλου σταγόνας βροχής, για να χρησιμοποιηθεί ως το σωματίδιο στο σύστημα σωματιδίων βροχής. Για τη δημιουργία των μοντέλων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα “**Blender**”.

Για το έδαφος, έγινε προσπάθεια να διατηρηθεί ο αριθμός των τριγώνων σε μία λογική τιμή για τους υπολογισμούς, ενώ ταυτόχρονα να είναι εμφανή τα χαρακτηριστικά του (λόφοι και λακκούβες):



Για τη σταγόνα δόθηκε έμφαση στο σχήμα να είναι όσο το δυνατόν ρεαλιστικό:

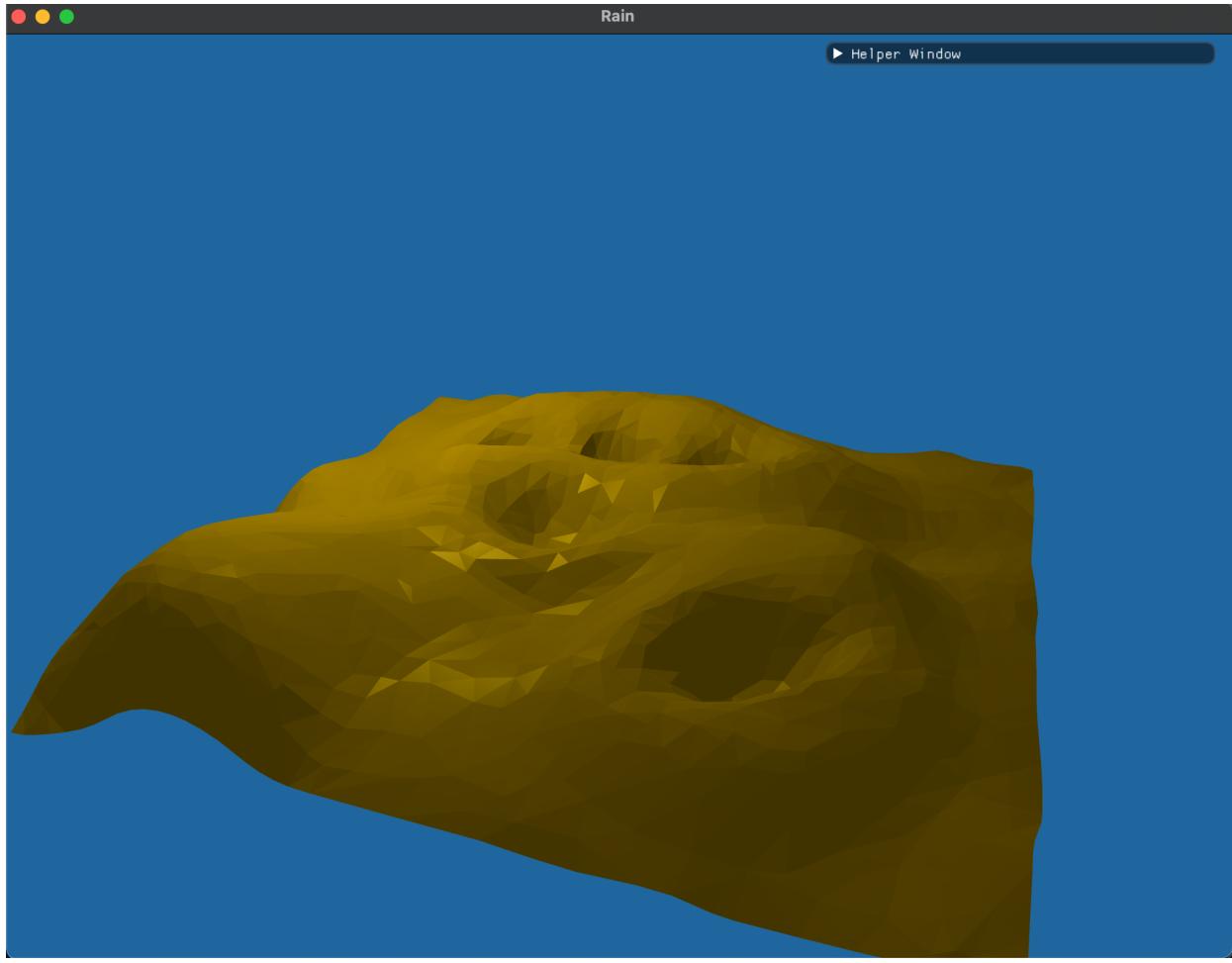


Τα μοντέλα στη συνέχεια εξήχθησαν σε **Wavefront (.obj)** αρχεία, προκειμένου να φορτωθούν στο πρόγραμμα και να γίνουν διαθέσιμα τα διανυσματικά σημεία που αποτελούν τα μοντέλα και τα κάθετα διανύσματα που ορίζουν τα τρίγωνα των μοντέλων.

## ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Αρχικά δημιουργήθηκαν δύο προγράμματα **shaders**, ώστε η διαχείριση της τύπωσης των σημείων και των εφέ φωτισμού της σκηνής για το έδαφος και το σύστημα σωματιδίων να γίνεται ξεχωριστά. Επιπλέον, η πηγή φωτισμού (ήλιος) έχει τοποθετηθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να βρίσκεται πάνω από το έδαφος σε κυκλική τροχιά. Έτσι, φωτίζεται όλη η σκηνή διαφορετικά στο χρόνο και γίνονται πιο αντιληπτά τα αποτελέσματα των εφέ φωτισμού στα χαρακτηριστικά του εδάφους, που οφείλονται στις βασικές τεχνικές φωτισμού που βρίσκονται στον **fragmentShader**.

Για το έδαφος φτιάχτηκε μια κλάση “**Terrain**”, η οποία είναι υπεύθυνη για την φόρτωση του μοντέλου, την εύρεση των σημείων, των κάθετων διανυσμάτων και των τριγώνων που το αποτελούν, τον υπολογισμό του περιβάλλοντος κουτιού του, καθώς και των πινάκων μεταφοράς, κλίμακας και περιστροφής. Η επιτυχής φόρτωση του εδάφους στο πρόγραμμα δείχνει στο παράθυρο:

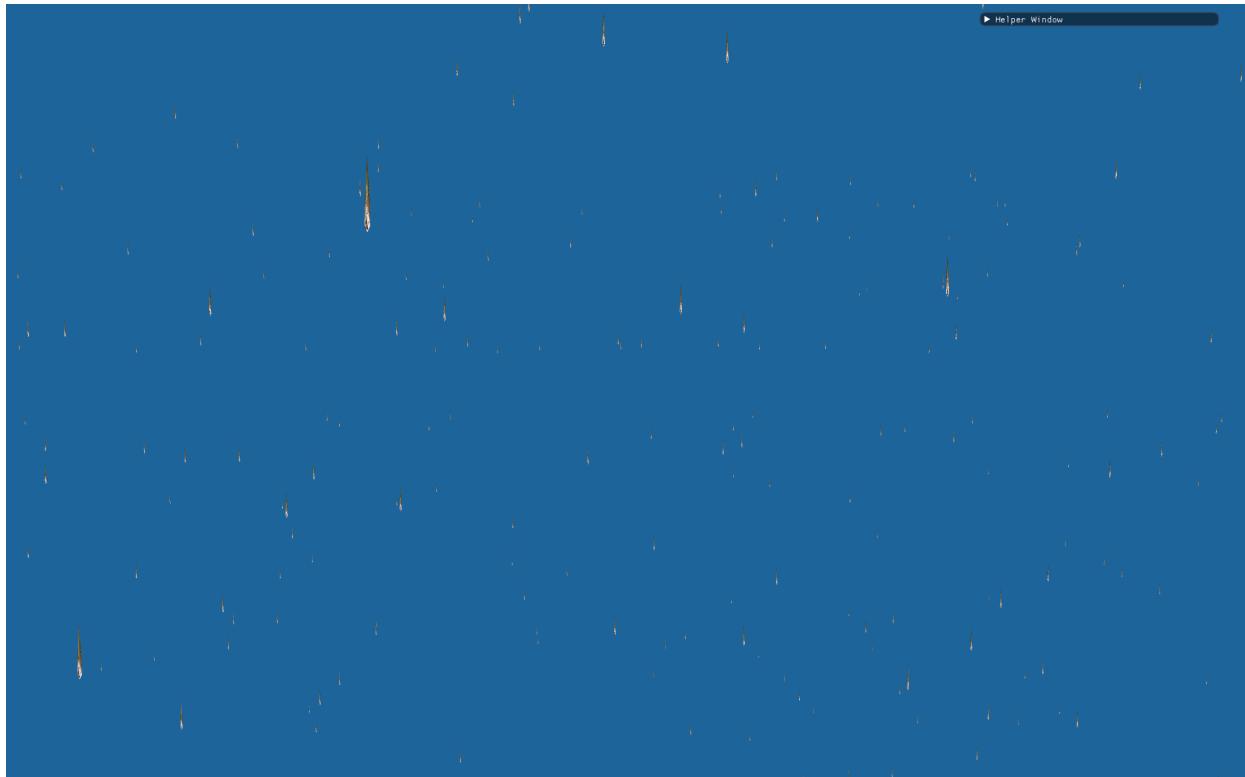


Όσον αφορά το σύστημα σωματιδίων υπάρχει μία κλάση διεπαφής, η **"IntParticleSystem"**, η οποία καθορίζει τα χαρακτηριστικά που έχουν το σωματίδια σε κάθε σύστημα, ενώ επίσης είναι υπεύθυνη για τη μεταφορά των δεδομένων στην κάρτα γραφικών. Η μεταφορά αυτή γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να ζωγραφίζονται τα σωματίδια ταυτόχρονα και όχι ένα ένα, όπως θα συνέβαινε με τη χρήση της **glDrawArrays**. Για το λόγω αυτό, χρησιμοποιείται μια τεχνική που λέγεται **instancing** και έτσι λαμβάνουμε τα ζητούμενα αποτελέσματα.

Αυτή η κλάση διεπαφής στη συνέχεια κληρονομείται από την εκάστοτε κλάση συστήματος σωματιδίων που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε. Συγκεκριμένα, η κλάση που είναι υπεύθυνη για την δημιουργία βροχής, είναι η **"RainEmitter"**, στην οποία καθορίζεται η θέση του εκπομπού, ο τρόπος με τον οποίο θα παραχθούν τα σωματίδια γύρω από αυτόν, οι αρχικές τιμές των σωματιδίων και οι τροχιές που θα ακολουθήσουν.

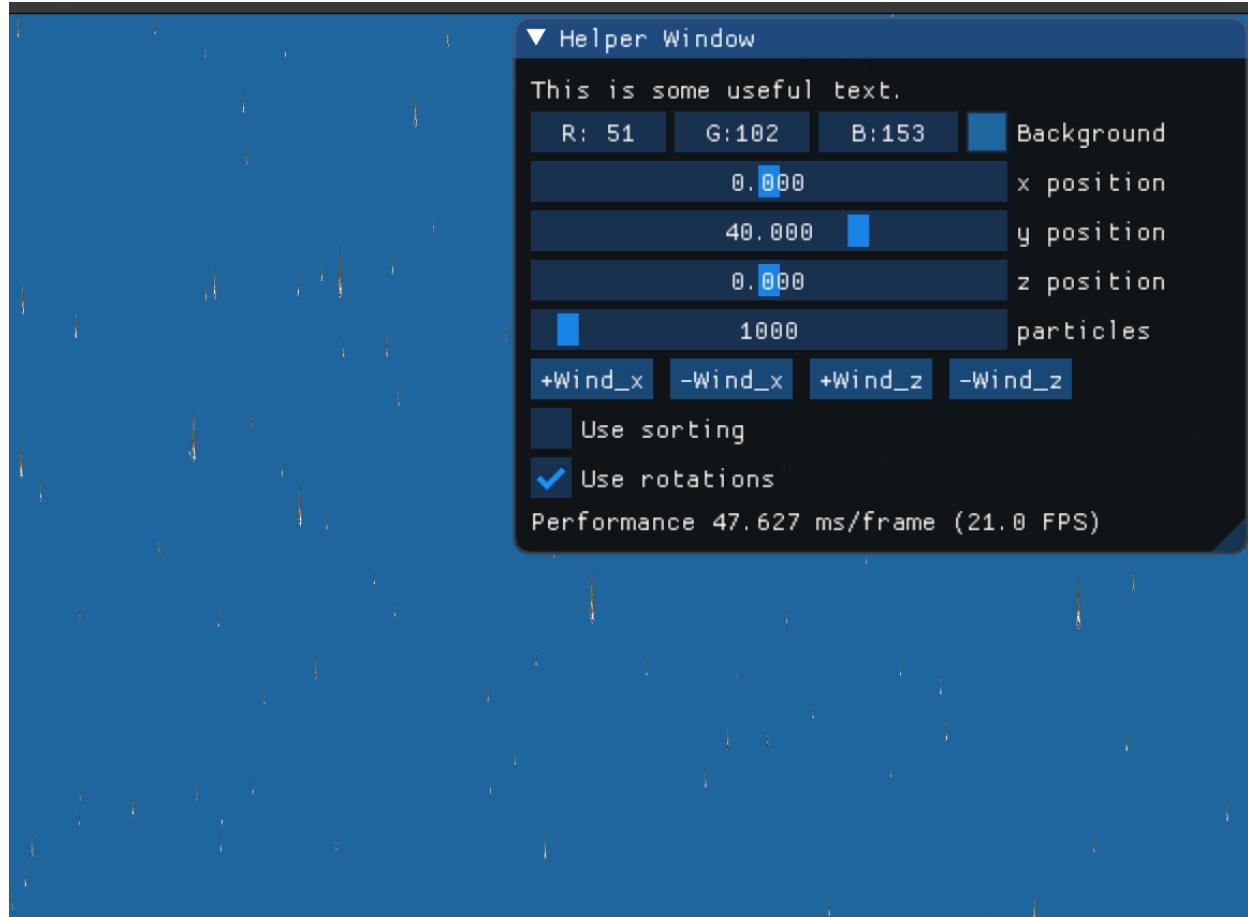
Να σημειωθεί, ότι η κλάση που σχετίζεται με τα χαρακτηριστικά των σωματιδίων, η **"particleAttributes"**, κληρονομεί την κλάση **"RigidBody"** που είναι υπεύθυνη για την πρόσδωση των ιδιοτήτων άκαμπτου σώματος στα σωματίδια. Υπολογίζει δηλαδή τις δυνάμεις που ασκούνται σε αυτά και τις μεταβολές στη θέση, την ταχύτητα, την επιτάχυνση και την ορμή αυτών. Η περιστροφή όμως που μπορεί να έχουν τα σωματίδια υπολογίζεται ξεχωριστά στην **"RainEmitter"** και όχι στην **"RigidBody"**.

Επίσης, στις σταγόνες τις βροχής έχει δοθεί συγκεκριμένο **texture**, προκειμένου να επιτευχθούν ρεαλιστικά χρώμα και υφή. Σε συνδυασμό με τις βασικές τεχνικές φωτισμού στον **fragmentShader** το αποτέλεσμα είναι αρκετά ικανοποιητικό.

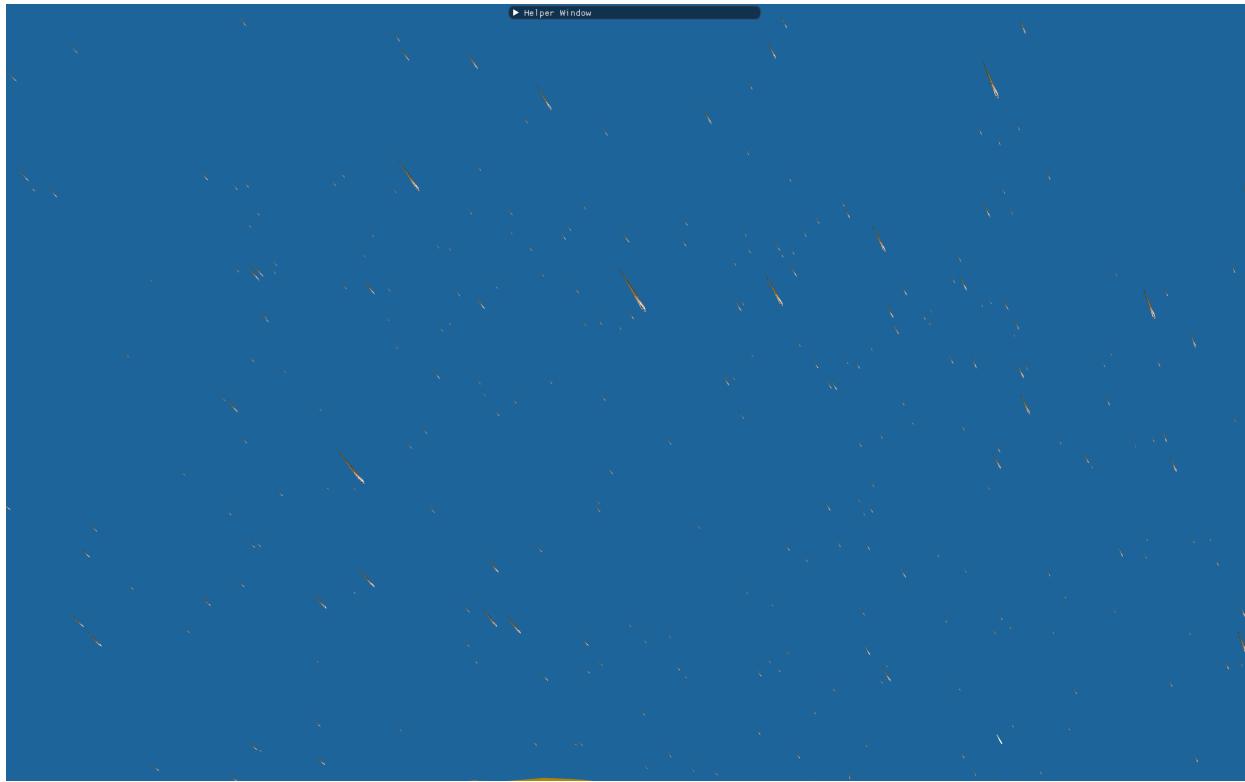


Επιπλέον, χάρη στη βιβλιοθήκη **“ImGui”**, εμφανίζεται πάνω δεξιά στο παράθυρο ένα άλλο, μικρότερο παραθυράκι το οποίο επιτρέπει στον χρήστη να επέμβει με όμορφο τρόπο στο πρόγραμμα και να επηρεάσει διάφορες παραμέτρους. Μετακινώντας τις διάφορες μπάρες μπορεί να αυξομειώσει τον αριθμό των σωματιδίων, να μεταβάλλει τη θέση του εκπομπού,

ακόμα και να δώσει κατεύθυνση και ένταση στον αέρα. Όταν συμβαίνει το τελευταίο, τα σωματίδια περιστρέφονται προς τη μεριά του αέρα και μεταβάλλεται κατά αντίστοιχο τρόπο και η τροχιά τους.



Η κατεύθυνση του αέρα μπορεί επίσης να αλλάξει με το πάτημα των πλήκτρων **J**, **L** για τον **x** άξονα και **I**, **K** για τον **z**.



Η **RainEmitter** διαχειρίζεται επίσης και την ανίχνευση σύγκρουσης των σωματιδίων βροχής με το έδαφος. Η ανίχνευση σύγκρουσης ξεκινάει εάν και εφόσον το διάνυσμα/σημείο θέσης του εκάστοτε σωματιδίου εισέλθει στο περιβάλλον κουτί του εδάφους. Στη συνέχεια, γίνεται έλεγχος σύγκρουσης κάθε σωματιδίου για κάθε τρίγωνο που αποτελεί το έδαφος.

Η μέθοδος που έχει επιλεχθεί για να ανιχνεύεται η σύγκρουση περιλαμβάνει τη συνάρτηση που υπολογίζει αν η θέση του σωματιδίου εμπεριέχεται στον χώρο ενός τριγώνου. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση βαρυκεντρικών συντεταγμένων. Οι βαρυκεντρικές συντεταγμένες παραμετροποιούν τον χώρο που διαμορφώνεται ως σταθμισμένος συνδυασμός των κορυφών του κάθε τριγώνου. Αν η θέση του τριγώνου βρίσκεται σε αυτό τον χώρο, τότε σημαίνει ότι υπάρχει σύγκρουση. Στην περίπτωση αυτή, τα σταγονίδια της βροχής αναπηδάνε στο έδαφος σχηματίζοντας ένα μικρό τόξο μέχρι να ξανασυγκρουστούν με το έδαφος, οπότε και καταστρέφονται.