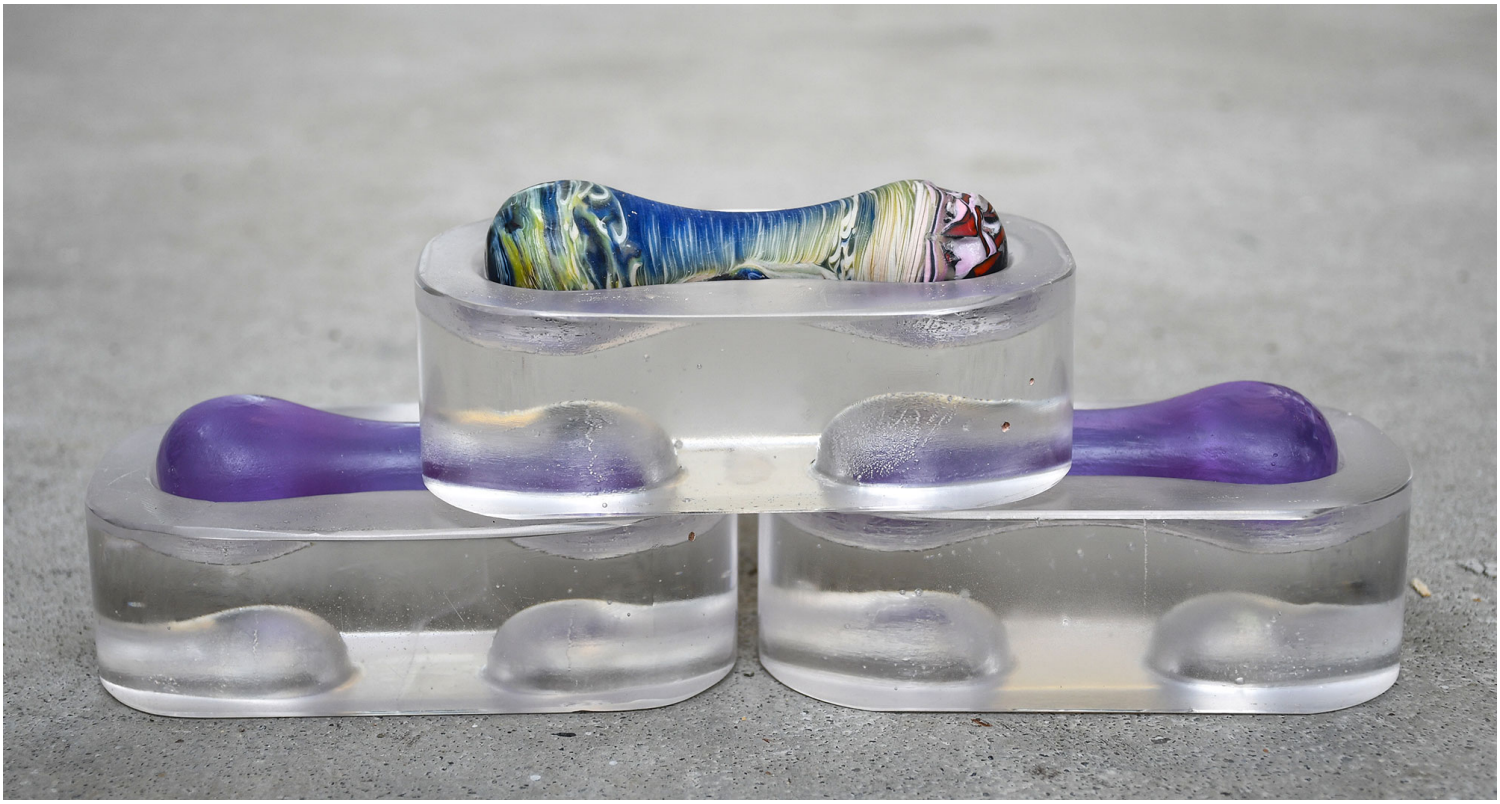
Archetype



Re³ Glass

Φαίδρα Οικονομοπούλου, Τελέσιλλα Μπριστογιάννη - 27/02/2019

Μια νέα γενιά ανακυκλώσιμων και επαναχρησιμοποιήσιμων δομικών στοιχείων από χυτό γυαλί για φέρουσες αρχιτεκτονικές εφαρμογές.

Η Τελέσιλλα Μπριστογιάννη και η Φαίδρα Οικονομοπούλου γεννήθηκαν στην Αθήνα το 1984 (με μόλις έναν μήνα διαφορά). Σπούδασαν στη Σχολή Αρχιτεκτόνων του ΕΜΠ, και στη συνέχεια έφυγαν για το Delft, όπου και ολοκλήρωσαν τις μεταπτυχιακές τους σπουδές στο Τμήμα Αρχιτεκτονικής του Πανεπιστημίου Τεχνολογίας, μεταξύ 2010-2012. Το 2014 η Φαίδρα ξεκίνησε τη διδακτορική της έρευνα για το σύστημα δόμησης με μονολιθικά γυάλινα στοιχεία (γυάλινα τούβλα) στα πλαίσια του MVRDV/Crystal Houses (https://www.mvrdv.nl/projects/240/crystal-houses). Οκτώ μήνες αργότερα την ακολούθησε η Τελέσιλλα. Για την έρευνά τους αυτή και την επιτυχή οικοδόμηση της πρώτης πρόσοψης από τρισδιάστατα γυάλινα στοιχεία έχουν βραβευτεί με σειρά βραβείων, όπως το Βραβείο Καινοτομίας της Society of Façade Engineers και το Talent met Toekomst 2017. Συνεχίζοντας τις αναζητήσεις τους στη χύτευση γυαλιού σε τρισδιάστατα καλούπια συνέλαβαν την ιδέα του Re3 Glass, ένα αναστρέψιμο σύστημα δόμησης στοιχείων από ανακυκλωμένο γυαλί, που εκτέθηκε στο Venice Design Museum. Το όραμά τους είναι να δημιουργήσουν καμπύλα, δομικά ισχυρά και αισθητικά ενδιαφέροντα, χυτά γυάλινα στοιχεία.

Ακολουθεί η αναλυτική παρουσίαση της δουλειάς τους.
Κωνσταντίνα Κάλφα

Μόλις τις τελευταίες δεκαετίες, έχουν αρχίσει οι αρχιτέκτονες και οι πολιτικοί μηχανικοί να εκμεταλλεύονται τις στατικές ιδιότητες του γυαλιού στις κατασκευές. Συνδυάζοντας τη διαφάνεια με υψηλή αντοχή σε θλίψη -μεγαλύτερη από αυτή του σκυροδέματος, του ξύλου, ακόμη και του χάλυβα-, το γυαλί μάς δίνει τη δυνατότητα να δημιουργήσουμε διαφανή φέροντα στοιχεία, όπως δοκάρια και κολώνες μέχρι ολόκληρες προσόψεις. Αναζητώντας την απόλυτη διαφάνεια, τα τελευταία χρόνια τα κατασκευαστικά όρια του γυαλιού συνεχώς επεκτείνονται: ενιαία γυάλινα στοιχεία 20 x 4 μέτρα, μέχρι και πλήρως γυάλινες κατασκευές, είναι πλέον πραγματικότητα. Από την άλλη πλευρά όμως, οι γυάλινες κατασκευές περιορίζονται ακόμη στα σχήματα και τις διαστάσεις που μπορούν να υλοποιηθούν από τα ουσιαστικά δισδιάστατα στοιχεία (υαλοπίνακες) που κατασκευάζονται από τη float glass βιομηχανία.

Το χυτό γυαλί μπορεί να υπερβεί τους κατασκευαστικούς περιορισμούς που επιβάλλονται από τη δισδιάστατη φύση του float γυαλιού. Χυτεύοντας λιωμένο γυαλί σε καλούπια, μπορούμε να αποκτήσουμε τρισδιάστατα, μονολιθικά γυάλινα στοιχεία σε οποιοδήποτε μέγεθος και σχήμα.

Χάρη στη μεγάλη διατομή τους και την τρισδιάστατη, μονολιθική τους φύση, τέτοια στοιχεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως επαναλαμβανόμενες δομικές μονάδες για τη δημιουργία τρισδιάστατων κατασκευών, εξ ολοκλήρου από γυαλί, που δεν λυγίζουν ένεκα λεπτών αναλογιών (όπως το δισδιάστατο float γυαλί), αξιοποιώντας πλήρως την υψηλή αντοχή του υλικού σε θλίψη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα των δυνατοτήτων του χυτού γυαλιού ως οικοδομικού υλικού είναι η αυτοφερόμενη όψη του Crystal Houses στο Άμστερνταμ, σχεδιασμένη από τους *MVRDV αρχιτέκτονες* και κατασκευασμένη ύστερα από μελέτη και έρευνα από το Glass & Transparency Lab, την ερευνητική ομάδα πάνω στο δομικό γυαλί, του TU Delft.

Η όψη του Crystal Houses, που αποτελεί την πιστή αλλά διαφανή αναπαραγωγή της προηγούμενης παραδοσιακής όψης του κτηρίου, είναι κατασκευασμένη εξ ολοκλήρου από χυτά γυάλινα τούβλα συνδεδεμένα με μια ισχυρή, διάφανη ακρυλική κόλλα σχεδόν μηδενικού πάχους. Το Crystal Houses αναδεικνύει τις δομικές δυνατότητες του χυτού γυαλιού στην αρχιτεκτονική, αλλά παράλληλα επισημαίνει τις τεχνικές προκλήσεις που προκύπτουν επειδή αφ’ενός είναι μη αναστρέψιμη η κατασκευή και αφετέρου γιατί απαιτεί πολύ υψηλή ακρίβεια, καθώς και εντατική και σχολαστική εργασία λόγω των σχεδόν μηδενικών αρμών, που

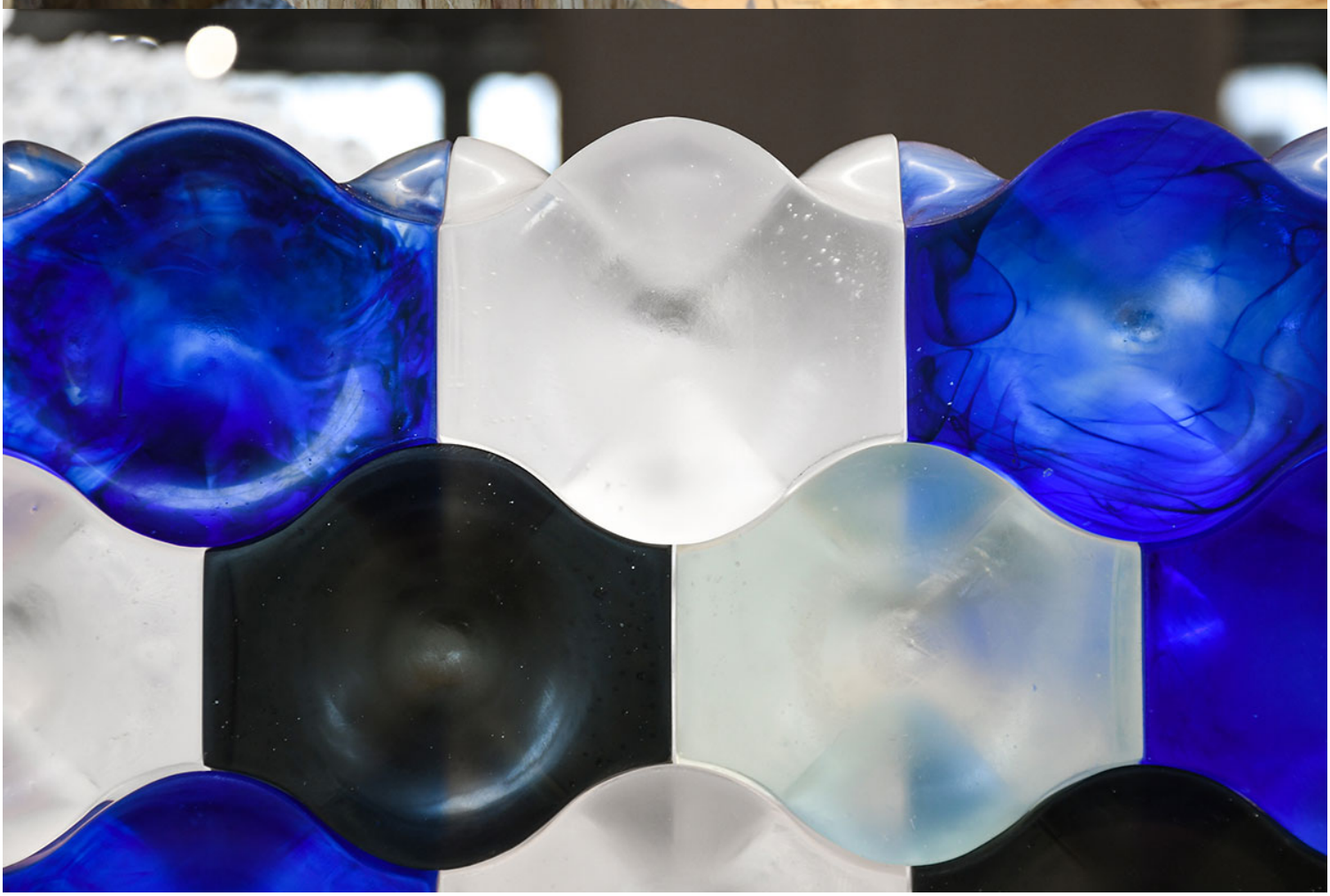
επιβάλλουν αντίστοιχα αυστηρές κατασκευαστικές ανοχές στο μέγεθος των γυάλινων τούβλων.

Με βάση την προσωπική τους εμπειρία πάνω στην έρευνα, ανάπτυξη και επίβλεψη της κατασκευής του συστήματος από γυάλινα χυτά τούβλα για το Crystal Houses, οι ερευνήτριες του Glass & Transparency Lab τουTU Delft, Φαίδρα Οικονομοπούλου και Τελέσιλλα Μπριστογιάννη, ανέπτυξαν το **Re3 Glass project.** Το Re3 Glass αφορά μια δεύτερη γενιά χυτών γυάλινων τούβλων, σχεδιασμένων βάσει της Re3 φιλοσοφίας στην κατασκευή: Reduce (μείωση), Reuse (επανάχρηση) and Recycle (ανακύκλωση)**.** Ακολουθώντας αυτή τη φιλοσοφία, το Re3 Glass εισάγει ένα νέο, αναστρέψιμο σύστημα από αλληλοσυμπλεκόμενα (interlocking) εν ξηρώ χυτά γυάλινα στοιχεία.

Το καινούργιο σύστημα μπορεί να αντιμετωπίσει όλες τις τεχνικές προκλήσεις του προηγούμενου συστήματος που εφαρμόστηκε στο Crystal Houses και παράλληλα να επιτύχει την κυκλική χρήση των χυτών γυάλινων μονάδων, μέσω της εξής τριπλής προσέγγισης:

1. Ανακύκλωση (REcycle) απορριφθέντων γυαλιών:
Παρά το γεγονός ότι το γυαλί είναι -θεωρητικά- πλήρως ανακυκλώσιμο, στην πράξη μόνο ένα μικρό ποσοστό ανακυκλώνεται, κυρίως για την παραγωγή μπουκαλιών. Στην πραγματικότητα, η μεγαλύτερη ποσότητα του χρησιμοποιημένου γυαλιού, λόγω των προσμίξεων από επικαλύψεις, κόλλες και χρωστικές ή/και λόγω ασυμβατότητας μεταξύ των διαφόρων συνταγών σύνθεσης γυαλιού, δεν ανταποκρίνεται στις υψηλές προδιαγραφές ποιότητας της επικρατούσας βιομηχανίας παραγωγής γυαλιού, με αποτέλεσμα να απορρίπτεται ως απόβλητο. Αυτά τα απορριφθέντα γυαλιά μπορούν να επανεισαχθούν στην κατασκευή ως χυτά δομικά στοιχεία. Χάρη στην τρισδιάστατη φύση τους και τη μεγάλη διατομή τους, τα στοιχεία από χυτό γυαλί μπορούν να παραχθούν χρησιμοποιώντας απορρίμματα γυαλιού ως πρώτη ύλη, καθώς επιδέχονται έναν υψηλότερο βαθμό προσμίξεων χωρίς να υποβαθμιστούν οι μηχανικές και αισθητικές τους ιδιότητες. Παράλληλα, η χύτευση ως μέθοδος παραγωγής επιτρέπει την ανακύκλωση γυαλιών από διαφορετικές συνταγές, χωρίς να χρειαστεί να διακοπεί η παραγωγή ή να αλλάξουν οι υποδομές.

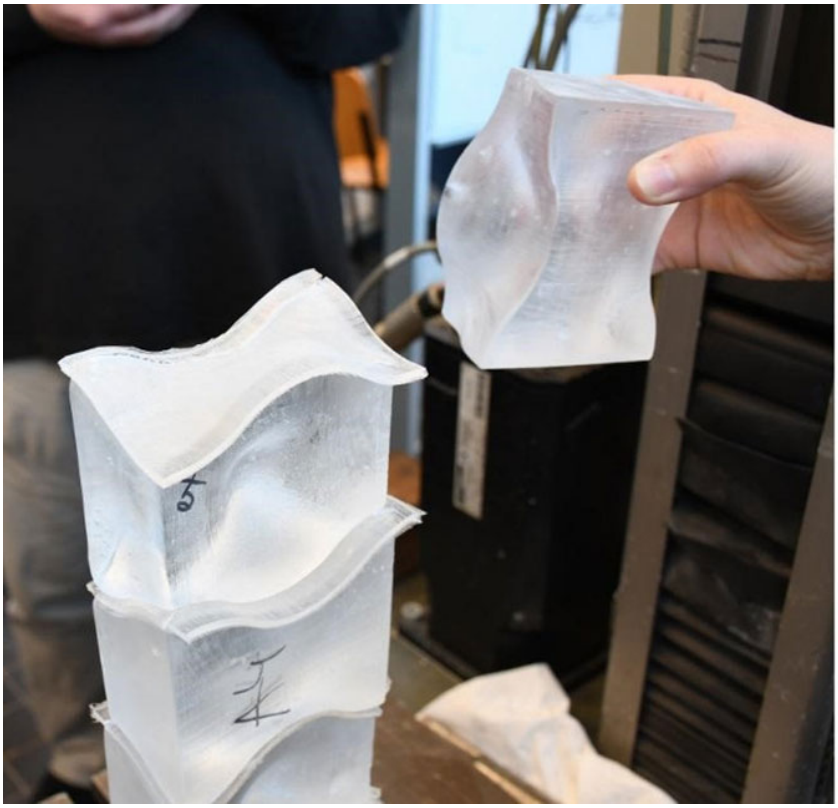
2. Μείωση (REduce) της μάζας χάρη σε βελτιστοποιημένη γεωμετρία:
Για την υλοποίηση χυτών γυάλινων δομικών στοιχείων που είναι ελαφριά αλλά και ανθεκτικά, προτείνεται ο σχεδιασμός κοιλοτήτων και προεξοχών που μειώνουν τη μάζα των στοιχείων στην άκρως απαραίτητη. Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται όχι μόνο η κατανάλωση πρώτων υλών αλλά και η απαιτούμενη ενέργεια παραγωγής.

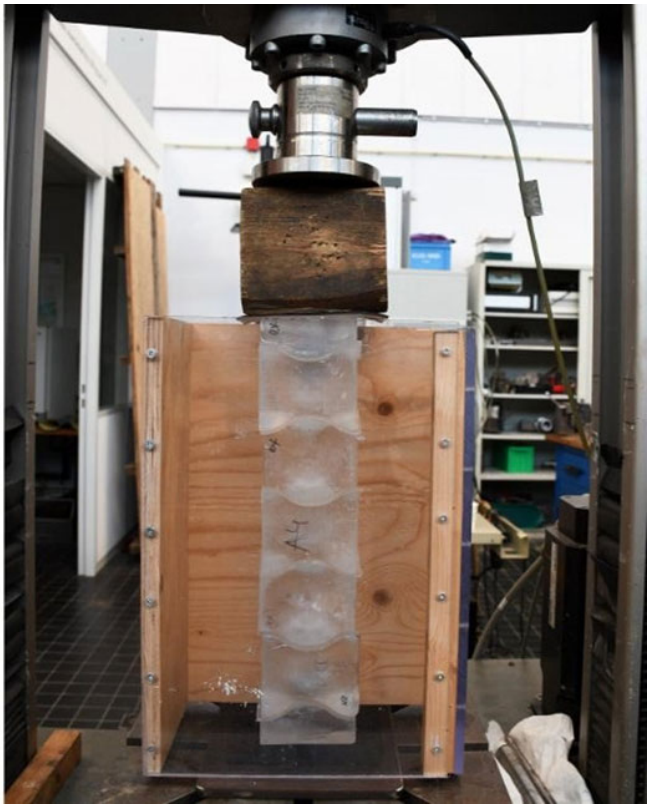


3. Επανάχρηση (Reuse) χάρη στον σχεδιασμό αλληλοσυμπλεκόμενων στοιχείων:
Το προτεινόμενο σύστημα επιτυγχάνει την επιθυμητή ακαμψία και σταθερότητα μέσω του σχεδιασμού αλληλοσυμπλεκόμενων (interlocking) στοιχείων. Επιπλέον, το νέο σύστημα δεν απαιτεί τη χρήση κόλλας.

Αντ’ αυτής παρεμβάλλεται ένα στερεό, διάφανο παρέμβυσμα (interlayer) σαν ενδιάμεση στρώση μεταξύ των γυάλινων στοιχείων. Το ξηρό παρέμβυσμα είναι απαραίτητο για να αποφευχθεί η ανάπτυξη συγκεντρωμένων υψηλών τάσεων λόγω της επαφής γυαλιού με γυαλί. Παράλληλα, μπορεί να αντισταθμίσει μέσω της παραμόρφωσής του τις αναπόφευκτες ανοχές στις διαστάσεις των γυάλινων στοιχείων. Κυρίως όμως το ξηρό παρέμβυσμα επιτρέπει τη δημιουργία ενός αναστρέψιμου γυάλινου συστήματος και την κυκλική χρήση των γυάλινων στοιχείων.

Για να αποδείξουν τις δυνατότητες του νέου αυτού συστήματος, οι Ελληνίδες ερευνήτριες του Glass & Transparency Group του TU Delft έχουν αναπτύξει και κατασκευάσει δομικά στοιχεία με διαφορετικές αλληλοσυμπλεκόμενες γεωμετρίες και τα έχουν αξιολογήσει με βάση τον μηχανικό βαθμό αλληλοσύνδεσης, την κατανομή μάζας και την ευκολία κατασκευής. Η στατική επάρκεια του προτεινόμενου αλληλοσυμπλεκόμενου συστήματος πιστοποιείται τόσο από μαθηματικά μοντέλα όσο και από την εκτέλεση πειραμάτων με φυσικά πρωτότυπα.





Οι ερευνήτριες έχουν επίσης αξιολογήσει πειραματικά διαφορετικά υλικά (π.χ. PVB, PU) και μεθόδους παραγωγής για το ξηρό, διάφανο παρέμβυσμα (interlayer). Επιπλέον, έχουν εκτελέσει σειρές πειραμάτων πάνω στην ανακύκλωση καθημερινών αντικειμένων από συνταγές γυαλιού που δεν ανακυκλώνονται από τη βιομηχανία, όπως σκεύη Pyrex®, οθόνες κινητών, τηλεοράσεων και υπολογιστών.

Στόχος του Re3 Glass είναι η δημιουργία μιας νέας γενιάς ανακυκλώσιμων και επαναχρησιμοποιήσιμων δομικών στοιχείων από χυτό γυαλί, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για καινοτόμες, οικολογικές, διάφανες -ή χρωματιστές!- κατασκευές.

Το Re3 Glass έχει εκτεθεί στο Venice Design 2018 και στο Dutch Design Week 2018. Μερικές επιλεγμένες μονάδες βρίσκονται στη μόνιμη έκθεση του Schaudepot Lab στο Vitra Design Museum. Για την καινοτόμο και κυκλική χρήση απορριφθέντος γυαλιού, το Re3 Glass ήταν υποψήφιο για το βραβείο νέου υλικού (New Material Award 2018) στην Ολλανδία.

Φωτογραφίες: Φαίδρα Οικονομοπούλου