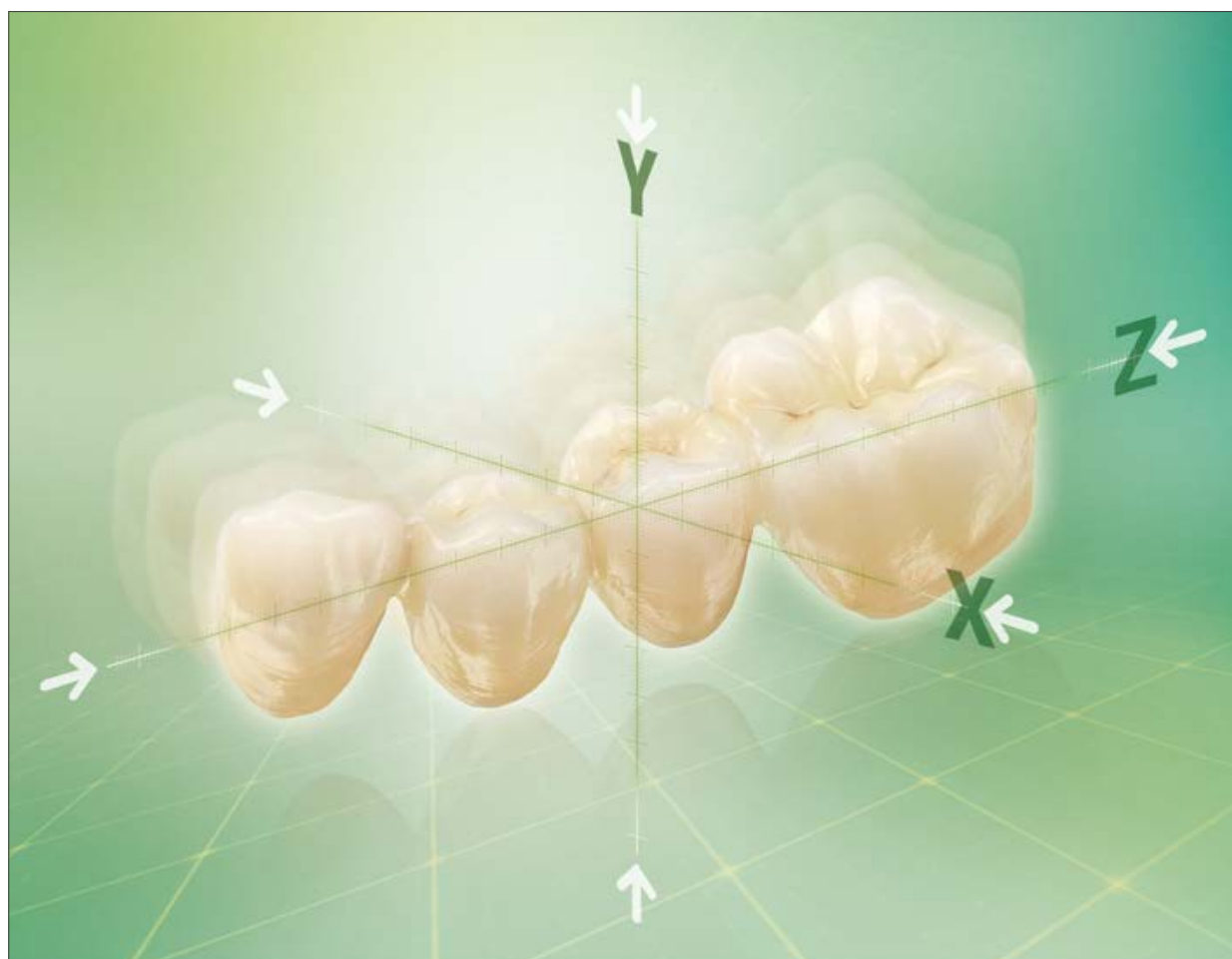


# VITA YZ<sup>®</sup> SOLUTIONS

Τεχνική-επιστημονική τεκμηρίωση



Χρωματοληψία VITA

Σχετική με το χρώμα επικοινωνία VITA

Παραγωγή χρωμάτων VITA

Έλεγχος χρωμάτων VITA

Τελευταία ενημέρωση 2022-03



VITA – perfect match.

**VITA**

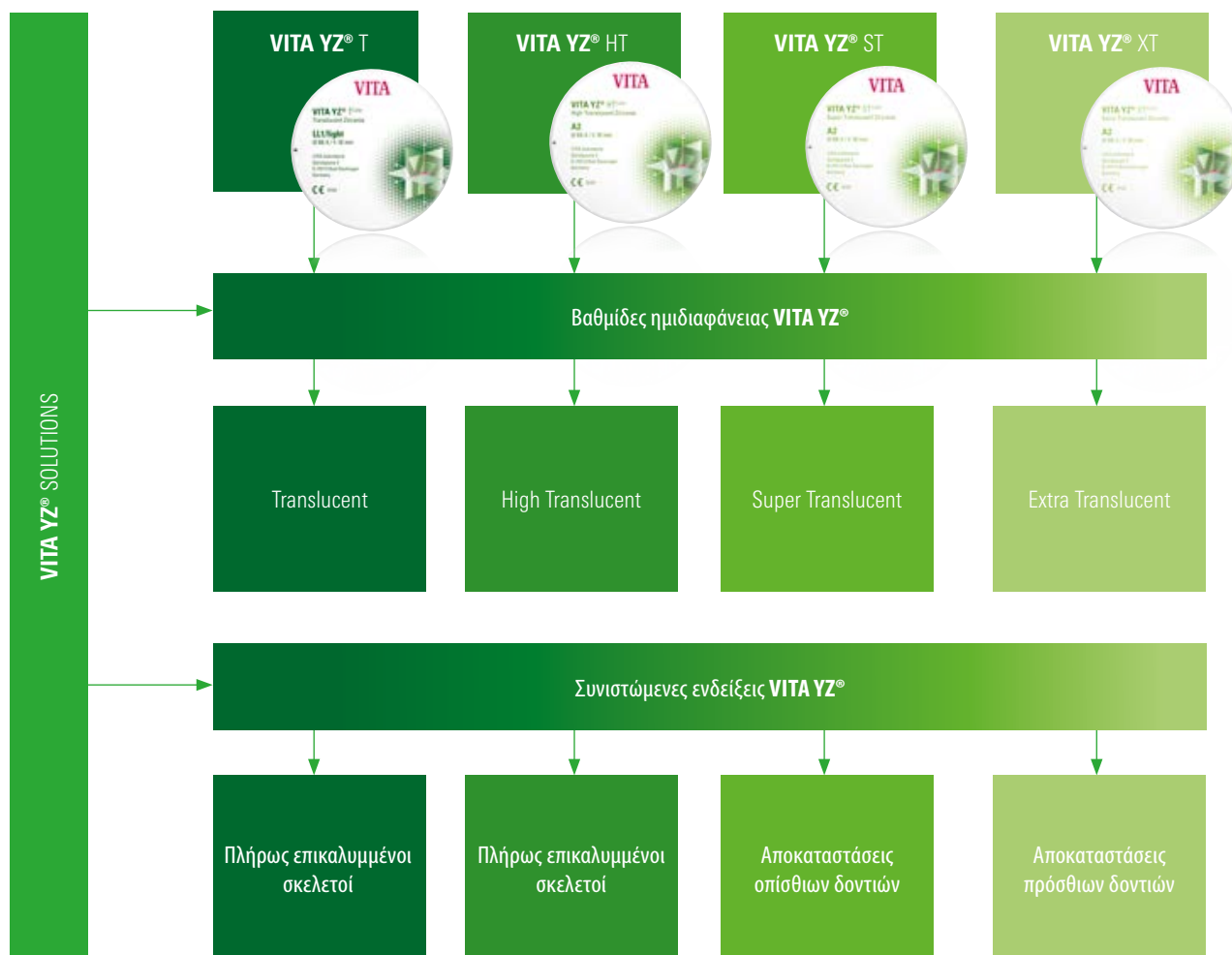
<b>1. Εισαγωγή</b>	3
1.1 Χημική σύνθεση	5
1.2 Φυσικές/μηχανικές ιδιότητες	5
1.3 Πρότυπα παραγωγής και ποιότητας	6
1.4 Έλεγχος της συμπεριφοράς πυροσυσσωμάτωσης	7
1.5 Ποιότητα υλικού και δομής	9
1.6 Εξέταση της δομής	10
1.7 Δομή διαφόρων τύπων ημιδιαφάνειας	11
<b>2. Φυσικές/μηχανικές ιδιότητες (in vitro)</b>	12
2.1 Αντοχή στην κάμψη 3 σημείων του υλικού VITA YZ	12
2.2 Αντοχή στην κάμψη 3 σημείων σε σύγκριση	13
2.3 Στατικό φορτίο θραύσης σε διάφορες διατομές συνδέσμων	14
2.4 Στατικό φορτίο θραύσης πριν από και μετά την υδροθερμική γήρανση	15
2.5 Αντοχή στη ρηγμάτωση	16
2.6 Αξιοπιστία/μονάδα Weibull	17
2.7 Ημιδιαφάνεια	18
2.8 Εφαρμογή μετά τη διαδικασία πυροσυσσωμάτωσης	19
2.9 Έλεγχος της δυνατότητας επεξεργασίας CAM μέσω γεωμετριών στεφάνης/σκελετού	20
2.10 Έλεγχος της δυνατότητας επεξεργασίας CAM μέσω γεωμετριών «Merlon»	21
2.11 Επίδραση της επεξεργασίας CAM στην αντοχή στην καταπόνηση	22
2.12 Συμπεριφορά πυροσυσσωμάτωσης	23
2.12.1 Επίδραση της θερμοκρασίας πυροσυσσωμάτωσης	23
2.12.2 Επίδραση της μεθόδου πυροσυσσωμάτωσης HighSpeed	24
2.13 Χειρωνακτική συμπληρωματική επεξεργασία/επιφανειακή επεξεργασία	25
2.13.1 Επίδραση συστημάτων λειαντήρων κεραμικών υλικών	25
2.13.2 Επίδραση αμμοβολής	26
2.14 Εξέταση για την ποιότητα της πρόσφυσης	27
2.15 Συμπεριφορά στην τριβή	28
2.16 Βιοσυμβατότητα	29
<b>3. Κεραμικό υλικό επικάλυψης VITA VM 9</b>	30
3.1 Φυσικές/μηχανικές ιδιότητες	30
3.2 Χημική σύνθεση	30
3.3 Συντελεστής θερμικής διαστολής	31
3.4 Αντοχή στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας	32
3.5 Ποιότητα σύνδεσης VITA YZ T και VITA VM 9	33
3.6 Ζώνη σύνδεσης μεταξύ VITA YZ T και VITA VM 9	34
<b>4. Στοιχεία αναφοράς</b>	35

## 1. Εισαγωγή

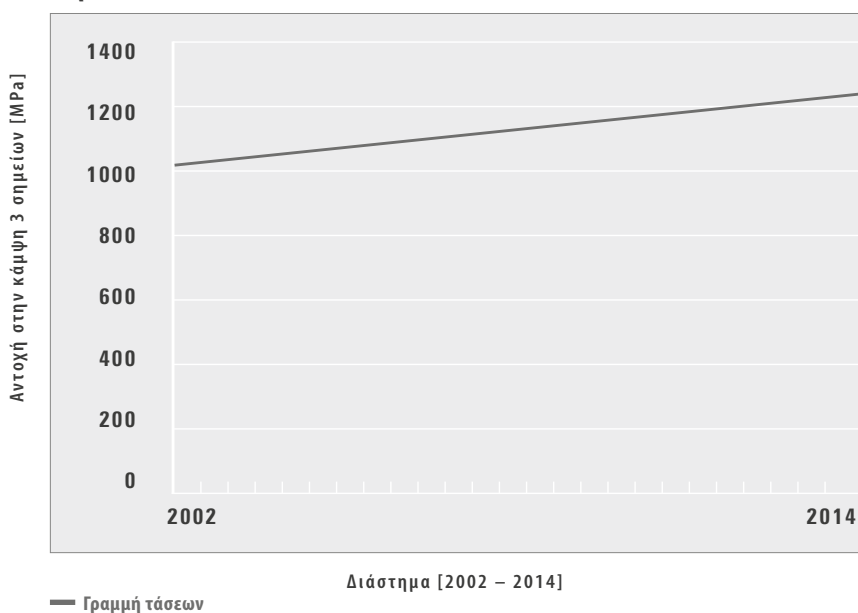
Για τη χρήση στο οδοντιατρείο και στο οδοντοτεχνικό εργαστήριο υπάρχει σήμερα ένα εξαιρετικά ευρύ φάσμα υλικών CAD/CAM. Σημαντικό ορόσημο για την ανάπτυξη οδοντοτεχνικών υλικών ήταν η χρήση του διοξειδίου του ζirkονίου (ZrO<sub>2</sub>) στις αρχές της τρέχουσας χιλιετίας. Έτσι κατέστη για πρώτη φορά δυνατή η υλοποίηση ολοκεραμικών γεφυρών πολλαπλών μονάδων.

Σε αυτόν τον τομέα, η εταιρεία VITA Zahnfabrik συγκαταλέγεται μεταξύ των πρωτοπόρων και διαθέτει ήδη από το 2002 ακατέργαστα τεμάχια διοξειδίου του ζirkονίου για την κατασκευή με την τεχνική CAD/CAM ολοκεραμικών οδοντιατρικών αποκαταστάσεων (κυκλοφόρησαν τότε με την ονομασία VITA In-Ceram YZ).

Το φάσμα των διατιθέμενων υλικών περιλαμβάνει σήμερα τέσσερις βαθμίδες ημιδιαφάνειας (T, HT, ST, XT) για μονολιθικές, μερικώς και πλήρως επικαλυμμένες γέφυρες.



### Αντοχή στην κάμψη 3 σημείων VITA YZ T στο πλαίσιο του εσωτερικού ελέγχου παρτίδων



**Εικόνα 1:** Τιμές αντοχής στην κάμψη από το 2002 έως το 2014. Προσδιορισμός στο πλαίσιο του εσωτερικού ελέγχου ποιότητας. Πηγή: Εσωτερική έρευνα, VITA E&A, (Gödiker, 09/2014, [1] βλ. σελ. 34)

Η εταιρεία VITA Zahnfabrik δεσμεύεται για την εφαρμογή πολύ υψηλών προτύπων ποιότητας. Αυτά περιλαμβάνουν το στόχο της συνεχούς βελτίωσης υλικών και διαδικασιών.

Ένα σχετικό παράδειγμα αποτελεί η βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων των υλικών VITA YZ T, όπως, π.χ., της αντοχής στην κάμψη 3 σημείων (βλ. εικ. 1). Στην παρούσα τεκμηρίωση παρέχεται ακολούθως μια επισκόπηση των σημαντικότερων τεχνικών και επιστημονικών στοιχείων για τα υλικά VITA YZ SOLUTIONS.

**1.1 Χημική σύνθεση**

Συστατικά [% κατά βάρος]	VITA YZ T	VITA YZ HT	VITA YZ ST	VITA YZ XT
ZrO <sub>2</sub>	90 – 95	90 – 95	88 – 93	86 – 91
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4 – 6	4 – 6	6 – 8	8 – 10
HfO <sub>2</sub>	1 – 3	1 – 3	1 – 3	1 – 3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1
Χρωστικές	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1

**1.2 Φυσικές/μηχανικές ιδιότητες**

Συστατικά [Μονάδα]	VITA YZ T	VITA YZ HT	VITA YZ ST	VITA YZ XT
CTE <sup>1)</sup> [10 <sup>-6</sup> /K]	10.5	10.5	10.3	10.0
Χημική διαλυτότητα <sup>1)</sup> [μg/cm <sup>2</sup> ]	< 20	< 20	< 20	< 20
Πυκνότητα πυροσυσσωμάτωσης <sup>2)</sup> [g/cm <sup>3</sup> ]	6.05	6.08	6.05	6.03
Αντοχή στην κάμψη 3 σημείων <sup>1)</sup> [MPa]	1200	1200	> 850	> 600
Αντοχή στη ρηγμάτωση <sup>3)</sup> (Μέθοδος CNB) [MPa m <sup>-0.5</sup> ]	4.5	4.5	3.5	2.5
Μέτρο ελαστικότητας <sup>4)</sup> [GPa]	210	210	210	210
Σκληρότητα <sup>5)</sup> [HV 10]	12	12	13	13
Συντελεστής Weibull <sup>1)</sup>	14	14	13	11

<sup>1)</sup> Προδιορισμός κατά DIN EN ISO 6872:2015

<sup>2)</sup> Προδιορισμός κατά DIN EN 623-2:1993

<sup>3)</sup> Προδιορισμός κατά ISO 24370:2005

<sup>4)</sup> Προδιορισμός κατά DIN EN 843-2:2007

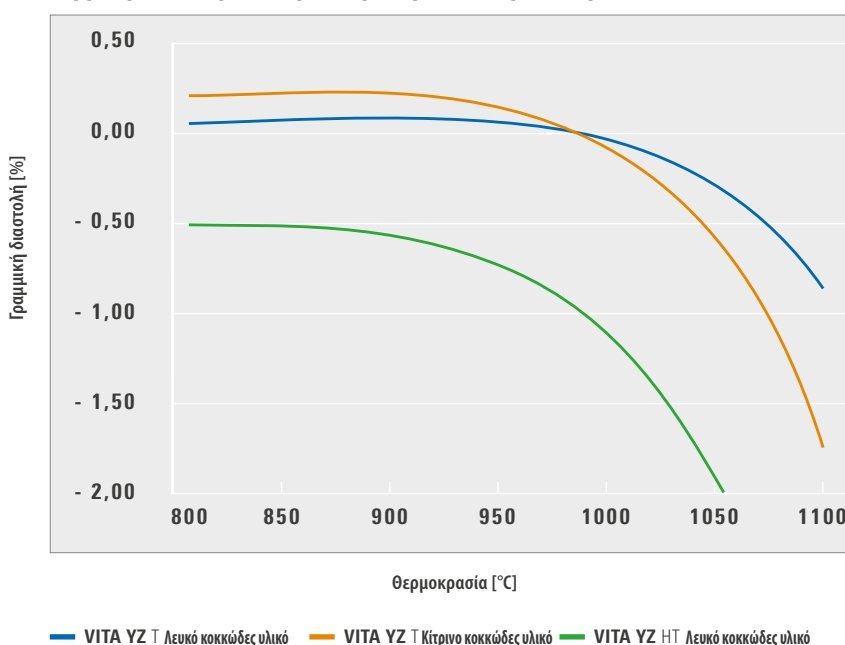
<sup>5)</sup> Προδιορισμός κατά DIN EN 843-4:2005

### 1.3 Πρότυπα παραγωγής και ποιότητας

Σήμερα είναι πολλές οι επιχειρήσεις που διαθέτουν ακατέργαστα τεμάχια διοξειδίου του ζirkονίου. Πολλά οδοντιατρεία και οδοντοτεχνικά εργαστήρια θέτουν το ερώτημα: «Είναι όλα τα ζirkόνια ίδια;» Παρ' όλο που πολλά ακατέργαστα τεμάχια δεν παρουσιάζουν με την πρώτη ματιά οπτικές ή απτικές διαφορές, κατά την εξέταση της ποιότητας και των ιδιοτήτων του υλικού διακρίνονται σημαντικές διαφορές.

Η εταιρεία VITA Zahnfabrik βελτιστοποιεί συνεχώς τη μέθοδο παραγωγής του υψηλής ποιότητας διοξειδίου του ζirkονίου VITA και εφαρμόζει πρότυπα ποιότητας και αυστηρά κριτήρια ελέγχου. Για την παραγωγή του υλικού VITA YZ χρησιμοποιούνται αποκλειστικά πρώτες ύλες άριστης ποιότητας. Για τη διασφάλιση της υψηλής ποιότητας διεξάγονται για κάθε νέα παρτίδα πρώτης ύλης όχι μόνον οι βασικές μετρήσεις της κατανομής μεγέθους κόκκου, της αντοχής στη ρηγμάτωση και της συμπεριφοράς πυροσυσσωμάτωσης, αλλά και λεπτομερείς έλεγχοι ποιότητας προκειμένου να διασφαλίζεται η αξιοπιστία.

#### Μετρήσεις διαστολόμετρου διαφόρων κοκκωδών υλικών στο εύρος της θερμοκρασίας προκαταρκτικής πυροσυσσωμάτωσης



Εικόνα 2: Εξέταση της συμπεριφοράς πυροσυσσωμάτωσης διαφόρων κοκκωδών υλικών VITA YZ  
 Πηγή: Εσωτερική έρευνα, VITA E&A, (Gödiker, 11/2014 [1] βλ. σελ. 34)

Η εταιρεία VITA Zahnfabrik επιδιώκει με τα υψηλά πρότυπα ποιότητας το στόχο, οι χρήστες στα οδοντιατρεία και στα οδοντοτεχνικά εργαστήρια να μπορούν να επιτυχάνουν με αξιόπιστο τρόπο επαναλήψιμα αποτελέσματα ανεξάρτητα από τη χρησιμοποιούμενη παραλλαγή υλικού. Οι κόκκοι από μη χρωματισμένο (π.χ., VITA YZ HTWhite) και εκ των προτέρων χρωματισμένο διοξείδιο του ζirkονίου (π.χ., VITA YZ HTColor) παρουσιάζουν, διαφορές συμπεριφοράς πυροσυσσωμάτωσης, επειδή αυτή επηρεάζεται από την προσθήκη των χρωστικών.

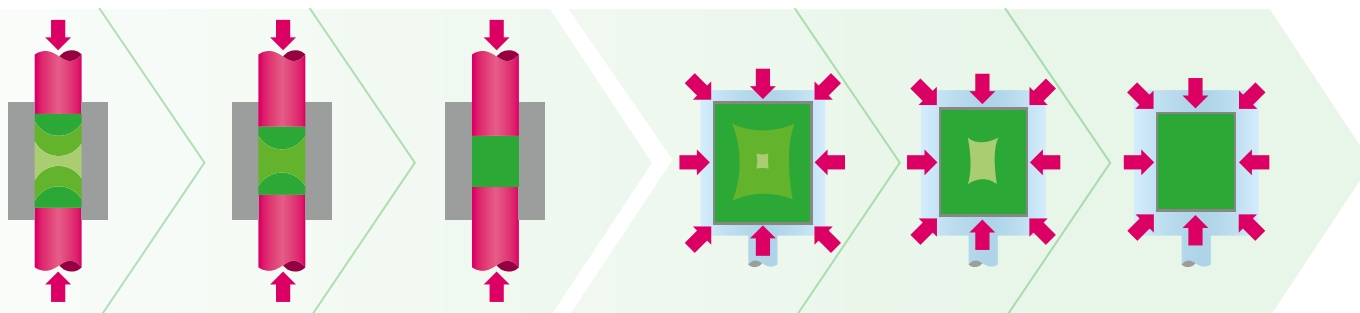
Η εταιρεία VITA βασίζεται για το λόγο αυτό σε σύγχρονες μεθόδους και τεχνικές μέτρησης (βλ. εικ. 2) προκειμένου να είναι σε θέση να προσδιορίζει επακριβώς τις διαφορές. Οι κόκκοι βελτιστοποιούνται σε μια βιομηχανική διαδικασία (π.χ., με ειδική για την εκάστοτε παραλλαγή προκαταρκτική πυροσυσσωμάτωση) κατά τρόπον που οι διάφοροι τύποι να μην διαφέρουν ως προς την αντοχή τους στη μηχανική καταπόνηση και στη συμπεριφορά πυροσυσσωμάτωσης τους κατά τη χρήση στο οδοντιατρείο και στο οδοντοτεχνικό εργαστήριο.

### 1.4 Έλεγχος της συμπεριφοράς πυροσυσσωμάτωσης

Η δυνατότητα ελέγχου ή ρύθμισης της συμπεριφοράς πυροσυσσωμάτωσης του διοξειδίου του ζirkονίου κατά τρόπον που τα οδοντιατρεία και τα οδοντοτεχνικά εργαστήρια να είναι σε θέση να επιτυγχάνουν επαναλήψιμα αποτελέσματα πυροσυσσωμάτωσης απόλυτης εφαρμογής, αποτελεί βασική πρόκληση για κάθε κατασκευαστή. Σημαντικές παράμετροι είναι εδώ, π.χ., η ποιότητα των πρώτων υλών και ο έλεγχος της διαδικασίας διαμόρφωσης και προκαταρκτικής πυροσυσσωμάτωσης.

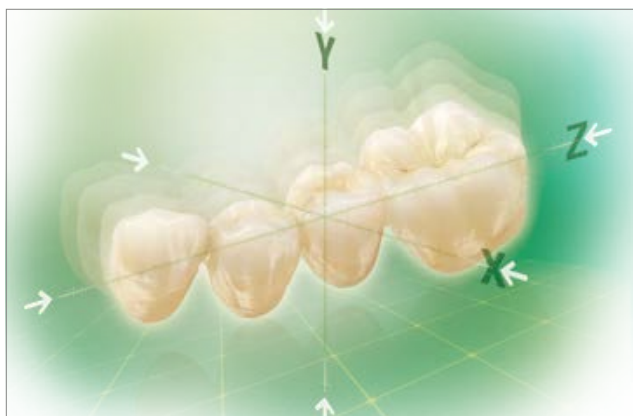
#### Βήμα 1: Αμφίπλευρη μονοαξονική διαδικασία πρεσαρίσματος

#### Βήμα 2: Ισοστατική διαδικασία πρεσαρίσματος

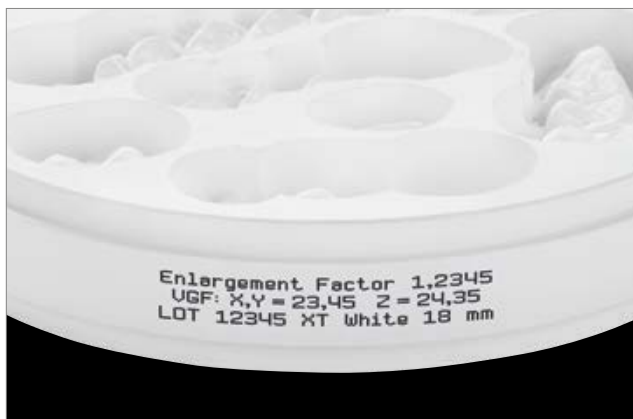


Εικόνα 3: Σχηματική παράσταση της διαδικασίας πρεσαρίσματος για ακατέργαστα τεμάχια VITA YZ SOLUTIONS

Τα ακατέργαστα τεμάχια διοξειδίου του ζirkονίου της εταιρείας VITA Zahnfabrik διαμορφώνονται κατ' αρχάς στο πλαίσιο μιας μονοαξονικής διαδικασίας πρεσαρίσματος στη βασική τους μορφή και στη συνέχεια συμπιέζονται συμπληρωματικά ισοστατικά σε δοχείο υψηλής πίεσης. Η ομοιογενής πυκνότητα που επιτυγχάνεται κατ' αυτόν τον τρόπο, αποτελεί ουσιαστική προϋπόθεση για την ομοιογενή συμπεριφορά πυροσυσσωμάτωσης. Επίσης, η διαδικασία προκαταρκτικής πυροσυσσωμάτωσης, δηλαδή, η βιομηχανική διαδικασία όπτησης, προσαρμόζεται επακριβώς στην εκάστοτε παρτίδα και στη γεωμετρία των ακατέργαστων τεμαχίων.



Εικόνα 4: Υποδειγματική απεικόνιση της συρρίκνωσης πυροσυσσωμάτωσης (διαστάσεις X, Y, Z)



Εικόνα 5: Παράδειγμα στοιχείων συντελεστή μεγέθυνσης στο ακατέργαστο τεμάχιο

Ένα περαιτέρω ουσιαστικό βήμα στην πορεία για την εξασφάλιση αποτελεσμάτων πυροσυσσωμάτωσης απόλυτης εφαρμογής αποτελεί ο απόλυτα ακριβής προσδιορισμός του συντελεστή μεγέθυνσης. Η εταιρεία VITA Zahnfabrik προσδιορίζει αυτόν το συντελεστή ανά παρτίδα παραγωγής και στις τρεις διαστάσεις του χώρου (άξονες X, Y, Z) και μετά παραθέτει τις πληροφορίες στην επιγραφή του ακατέργαστου τεμαχίου (υπό μορφή ραβδοκώδικα ή ελεύθερου κειμένου). Αντίθετα, ορισμένοι κατασκευαστές παρέχουν απλώς μέσες τιμές. Ο ακριβής προσδιορισμός της συρρίκνωσης πυροσυσσωμάτωσης και συνεπώς η ακρίβεια εφαρμογής της πυκνά πυροσυσσωματωμένης οδοντιατρικής αποκατάστασης είναι ιδιαίτερα απαραίτητο για κατασκευές γεφυρών πολλαπλών μονάδων.



Εικόνα 6: Παράδειγμα συρρίκνωσης πυροσυσσωμάτωσης του διοξειδίου του ζιρκονίου σε ποσοστό περίπου 20%





**Εικόνα 7:** Παράδειγμα ελέγχου εφαρμογής με μοντέλο ελέγχου από μέταλλο

Ο τελικός έλεγχος ποιότητας διεξάγεται στην VITA με έλεγχο εφαρμογής. Για το σκοπό αυτό κατασκευάζεται με τη μέθοδο CAD/CAM με το εκάστοτε υλικό η μέγιστη ενδεδειγμένη κατασκευή γέφυρας με εφαρμογή του προσδιορισμένου για κάθε παρτίδα συντελεστή μεγέθυνσης, συμπυκνώνεται με πυροσυσσωμάτωση και εξετάζεται σε ένα τυποποιημένο χαλύβδινο μοντέλο (βλ. εικ. 7) ως προς την εφαρμογή (βλ. 2.8).

### **1.5 Ποιότητα υλικού και δομής**

Σημαντικός παράγοντας για την υψηλή αντοχή στην καταπόνηση των αποκαταστάσεων από διοξείδιο του ζιρκονίου είναι η ποιότητα της δομής. Αυτή διασφαλίζεται κυρίως με την ποιότητα των πρώτων υλών και την προσαρμοσμένη στην πρώτη ύλη διαδικασία παραγωγής. Όταν τα βήματα διαδικασίας, όπως η διαμόρφωση, η αποσύνδεση και η προκαταρκτική πυροσυσσωμάτωση είναι προσαρμοσμένα μεταξύ τους, εξασφαλίζεται μια ομοιογενής και χωρίς πόρους δομή. Στους χρήστες στο οδοντιατρείο και στο οδοντοτεχνικό εργαστήριο παρέχεται τότε ένα υψηλής ποιότητας ακατέργαστο τεμάχιο. Όταν αυτό δεν είναι δεδομένο, μπορούν να προκύψουν στη δομή ελαττωματικά σημεία, τα οποία μπορούν να υποβαθμίσουν τη μακροπρόθεση αντοχή του κατεργαζόμενου τεμαχίου στην κλινική χρήση.

## 1.6 Εξέταση της δομής

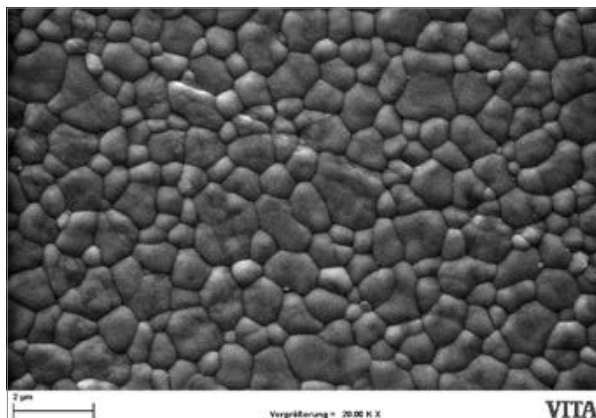
### α) Υλικό και μέθοδος

Ανάλυση εικόνας REM της δομής συμπυκνωμένων με πυροσυσσωμάτωση δοκιμίων VITA YZ T και διοξείδιο του ζιρκονίου ενός ανταγωνιστή μετά τη στίλβωση και τη θερμική αδροποίηση.

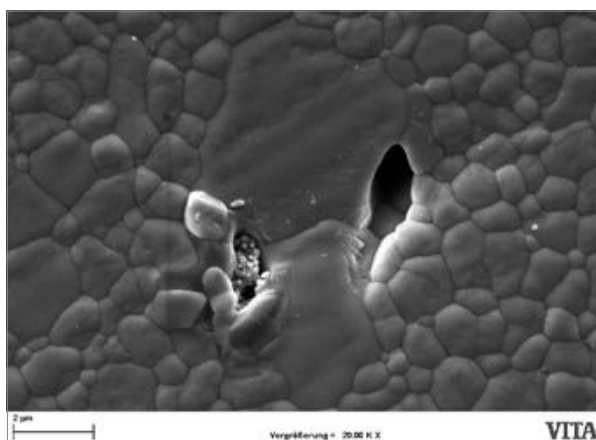
### β) Πηγή

Εσωτερική έρευνα, VITA E&A, (Gödiker, 11/2014, [1] βλ. σελ. 34)

### γ) Αποτέλεσμα



Εικόνα 8: VITA YZ T σε μεγέθυνση 20.000



Εικόνα 9: Διοξείδιο του ζιρκονίου ανταγωνιστών σε μεγέθυνση 20.000

### δ) Συμπέρασμα

Χάρη στα εξαιρετικά υψηλά πρότυπα ποιότητας, το υλικό VITA YZ διαθέτει εξαιρετικά ομοιογενή δομή χωρίς πόρους ή ελαττωματικά σημεία (βλ. εικ. 8). Η πυροσυσσωματωμένη δομή διαθέτει μέσο μέγεθος σωματιδίων της τάξης των 500 nm. Στα ακατέργαστα τεμάχια από διοξείδιο του ζιρκονίου χαμηλότερης ποιότητας (συχνά προϊόντα χαμηλής τιμής) διαπιστώνονται εν μέρει προσμείξεις και δομικά ελαττώματα (βλ. εικ. 9). Τυχόν ελαττωματικά σημεία διαπιστώνονται συνήθως μόνο σε μεγάλη μεγέθυνση. Ανάλογα με το μέγεθος και τη θέση στη δομή, τα ελαττώματα μπορούν να υποβαθμίσουν τις μηχανικές ιδιότητες.

## 1.7 Δομή διαφόρων τύπων ημιδιαφάνειας

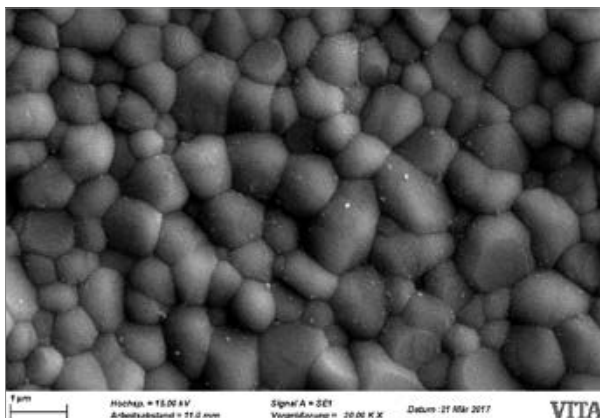
### α) Υλικό και μέθοδος

Ανάλυση εικόνας REM της δομής συμπυκνωμένων πυροσυσσωματωμένων δοκιμίων VITA YZ T, HT, ST και XT ύστερα από πυροσυσσωμάτωση σε πλήρη πυκνότητα σύμφωνα με τις υποδείξεις του κατασκευαστή. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε μετά τη στίλβωση και τη θερμική αδροποίηση.

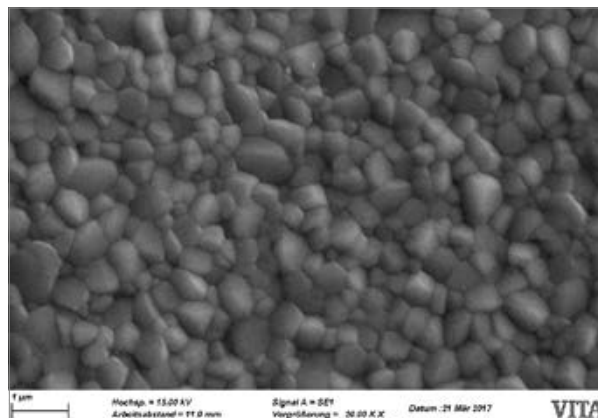
### β) Πηγή

Εσωτερική έρευνα, VITA E&A, (Gödiker, 03/2017, [1] βλ. σελ. 34)

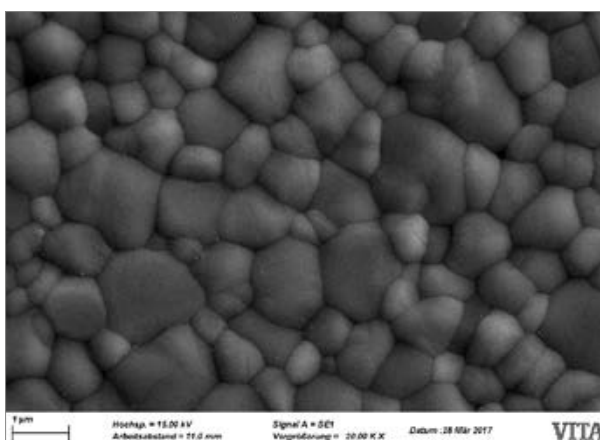
### γ) Αποτέλεσμα



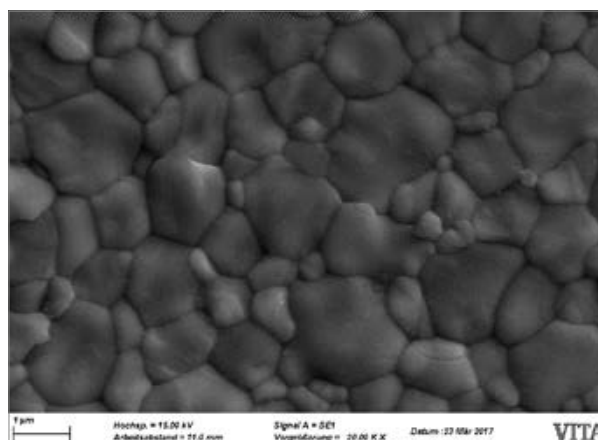
Εικόνα 10: VITA YZ T σε μεγέθυνση 20.000



Εικόνα 11: VITA YZ HT σε μεγέθυνση 20.000



Εικόνα 12: VITA YZ ST σε μεγέθυνση 20.000



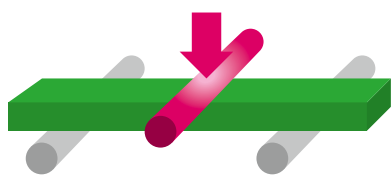
Εικόνα 13: VITA YZ XT σε μεγέθυνση 20.000

### δ) Συμπέρασμα

Τα μεγέθη σωματιδίων (και συνεπώς το ποσοστό των των ορίων των σωματιδίων) έχουν άμεση επίδραση στη διάθλαση του φωτός και συνεπώς στην ημιδιαφάνεια των διαφόρων υλικών. Όσο μεγαλύτερα είναι τα σωματίδια, τόσο μικρότερος είναι ο αριθμός των ορίων, στις οποίες διαθλάται το φως. Για το λόγο αυτό, υλικά όπως το VITA YZ XT (μέγεθος σωματιδίων ~ 1,0 μm) έχουν σχετικά ημιδιαφανή εμφάνιση. Εκτός αυτού και η χημική σύνθεση, ιδίως η περιεκτικότητα σε οξείδιο του υτρίου και ο εμπλουτισμός με οξείδιο του αργιλίου ( $Al_2O_3$ ) στα όρια των κόκκων, επηρεάζει τη συμπεριφορά διάθλασης του φωτός. Το υλικό VITA YZ T περιέχει, περίπου 0,25% κατά βάρος υψηλότερο ποσοστό  $Al_2O_3$  σε σύγκριση με τις άλλες τρεις παραλλαγές VITA YZ και έχει μέγεθος κόκκων περίπου 0,5 μm. Αυτό συνεπάγεται ότι αυτή η παραλλαγή είναι συγκριτικά αδιαφανής.

## 2. Φυσικές/μηχανικές ιδιότητες (in vitro)

### 2.1 Αντοχή στην κάμψη 3 σημείων του υλικού VITA YZ



#### α) Υλικό και μέθοδος

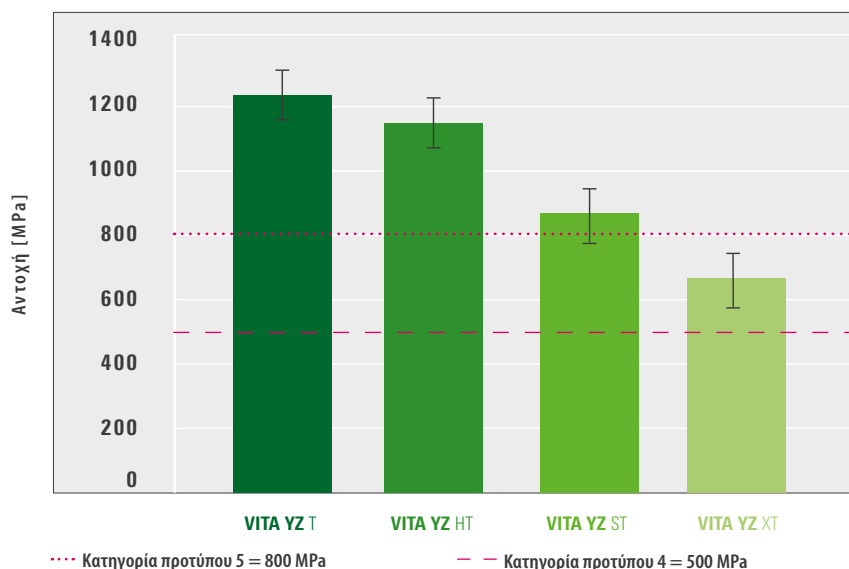
Με ένα διαμαντένιο πρίονι κατασκευάστηκαν ορθογώνια δοκίμια από ακατέργαστα τεμάχια διοξειδίου του ζirkονίου VITA. Τα δοκίμια τροχίστηκαν στη συνέχεια χειρωνακτικά με χαρτί SiC (κόκκωση P1200). Επιπροσθέτως, προστέθηκε μια λοξότμηση 45%, σε καθένα απ τα δύο όρια στην πλευρά που είναι εκτεθειμένη σε τάση εφελκυσμού. Μετά την πυροσυσσώματωση σύμφωνα με τις υποδείξεις του κατασκευαστή, οι τελικές διαστάσεις των δοκιμών ήταν 20,0 x 4,0 x 1,2 mm<sup>3</sup>. Ανά υλικό υποβλήθηκαν 30 δοκίμια σε καταπόνηση με μηχάνημα ελέγχου γενικής χρήσης έως τη θραύση και στο πλαίσιο αυτό προσδιορίστηκε η μέση αντοχή στην κάμψη 3 σημείων.

#### β) Πηγή

Εσωτερική έρευνα, VITA E&A, (Gödiker, 08/2017, [1] βλ. σελ. 34)

#### γ) Αποτέλεσμα

#### Αντοχή στην κάμψη 3 σημείων των διαφόρων παραλλαγών VITA YZ



<b>Κατηγορία προτύπου 4<sup>1)</sup>: ≥ 500 MPa</b>
μονολιθικές στεφάνες ή σκελετοί στεφανών
μονολιθικές στεφάνες ή σκελετοί στεφανών με ≤ τρεις μονάδες
<b>Κατηγορία προτύπου 5<sup>1)</sup>: ≥ 800 MPa</b>
μονολιθικές στεφάνες ή σκελετοί στεφανών με ≥ τέσσερις μονάδες

1) Κατά το πρότυπο DIN EN ISO 6872:2015

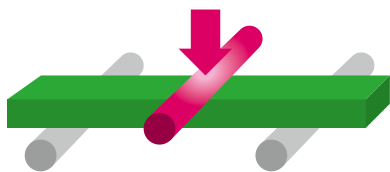
#### δ) Συμπέρασμα

Σε αυτήν τη σειρά δοκιμών, τα υλικά VITA YZ T και VITA YZ HT με τιμές αντοχής κατά μέσο όρο 1.230 MPa ή 1.150 MPa (τυπική απόκλιση < 10%) είχαν συγκριτικά υψηλές τιμές που υπερβαίνουν τις απαιτήσεις του προτύπου για ενδείξεις της κατηγορίας 5. Και το VITA YZ ST με κατά μέσο όρο > 850 MPa μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κατασκευές γεφυρών με τέσσερα ή περισσότερα τεμάχια. Λόγω της ελαφρώς μικρότερης αντοχής στην κάμψη κατ' ελάχιστον 600 MPa, το VITA YZ XT ενδείκνυται για κατασκευές γεφυρών έως τριών μονάδων (κατηγορία 4).

## 2.2 Αντοχή στην κάμψη 3 σημείων σε σύγκριση

### α) Υλικό και μέθοδος

Με ένα διαμαντένιο πρίονι κατασκευάστηκαν ορθογώνια δοκίμια από ακατέργαστα τεμάχια διοξειδίου του ζirkονίου. Τα δοκίμια τροχίστηκαν στη συνέχεια χειρωνακτικά με χαρτί SiC (κόκκωση P1200). Επίσης, προστέθηκε μια λοξότμηση 45%, σε καθένα απ τα δύο όρια στην πλευρά που είναι εκτεθειμένη σε τάση εφελκυσμού. Μετά την πυροσυσσωμάτωση σύμφωνα με τις υποδείξεις του κατασκευαστή, οι τελικές διαστάσεις των δοκιμίων ήταν 20,0 x 4,0 x 1,2 mm<sup>3</sup>. Ανά υλικό υποβλήθηκαν 10 δοκίμια σε καταπόνηση με μηχάνημα ελέγχου γενικής χρήσης έως τη θραύση και στο πλαίσιο αυτό προσδιορίστηκε η μέση αντοχή στην κάμψη 3 σημείων.

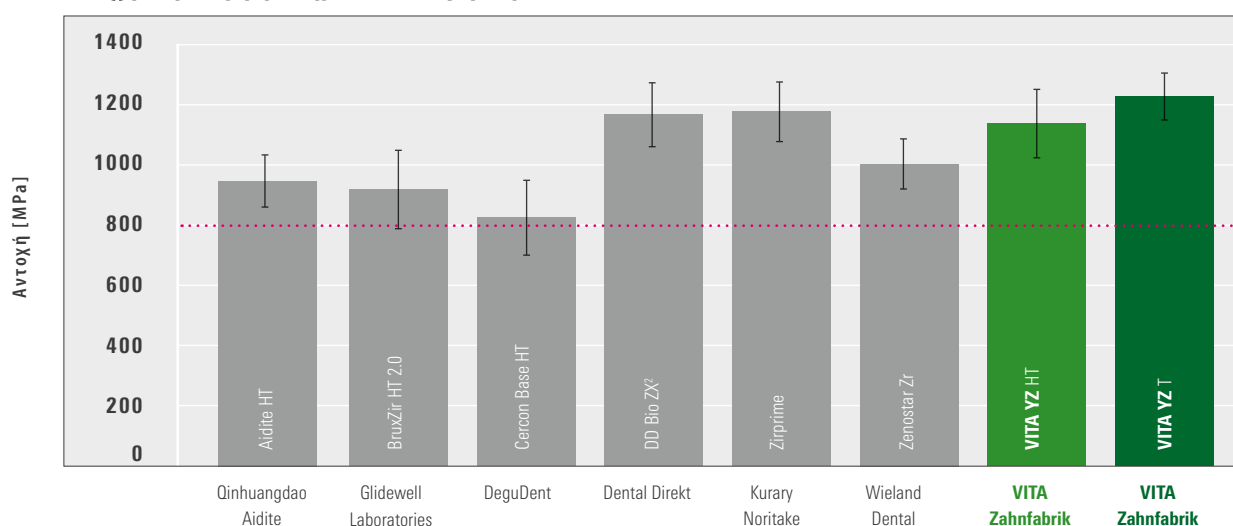


### β) Πηγή

Εσωτερική έρευνα, VITA E&A, (Gödiker, 01/2014, [1] βλ. σελ. 34)

### γ) Αποτέλεσμα

#### Αντοχή στην κάμψη 3 σημείων σε σύγκριση

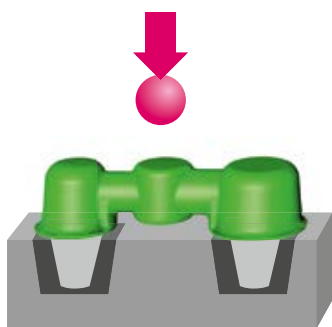


..... Κατηγορία προτύπου 5 = 800 MPa

### δ) Συμπέρασμα

Όλα τα δοκίμια διοξειδίου του ζirkονίου εξασφάλισαν σε αυτό τον έλεγχο τιμές που υπερβαίνουν την τυπική απαίτηση (> 800 MPa) για την κλάση 5. Σε σύγκριση με τα υλικά των ανταγωνιστών, οι τιμές αντοχής που προσδιορίστηκαν για τα υλικά VITA YZ SOLUTIONS ήταν σε πολύ υψηλό επίπεδο. Οι προσδιορισμένες διαφορές αντοχής μπορούν να προκύψουν, από το γεγονός ότι τα διάφορα υλικά δεν πυροσυσσωματώνονται με ισοδύναμο τρόπο, γεγονός που μπορεί να δυσχεράνει την προετοιμασία των δοκιμίων. Για να εξεταστεί αυτό, προσδιορίστηκε επιπλέον η μηχανική αντοχή (= αντοχή των δοκιμίων στο στάδιο προκαταρκτικής πυροσυσσωμάτωσης) των υλικών. Αυτή ήταν 40 έως 90 MPa, γεγονός που παραπέμπει σε διαφορές των ιδιοτήτων επεξεργασίας.

## 2.3 Στατικό φορτίο θραύσης σε διάφορες διατομές συνδέσμων



### α) Υλικό και μέθοδος

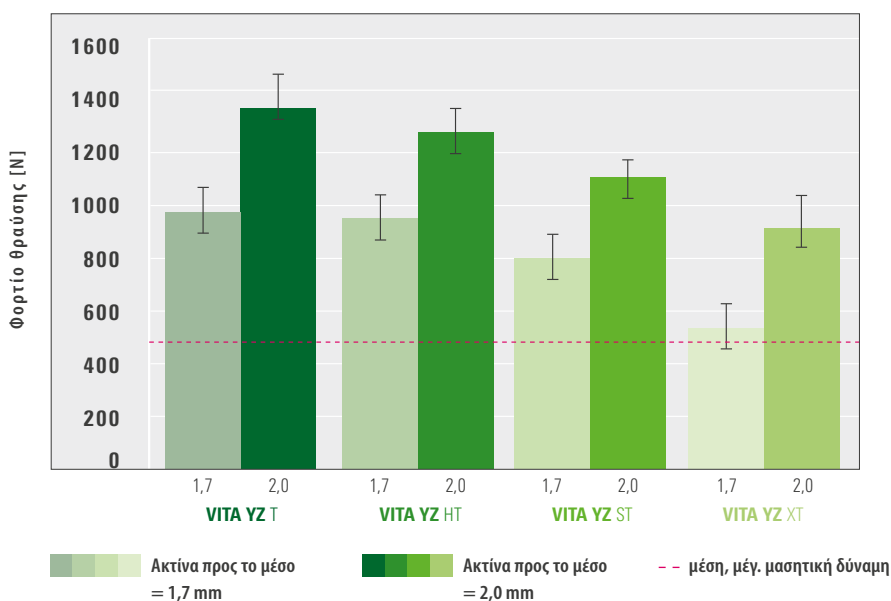
Κατασκευάστηκαν γέφυρες οπίσθιων δοντιών 3 μονάδων από VITA YZ T, HT, ST και XT με μονάδα CAM και πυροσυσσωματώθηκαν σε πλήρη πυκνότητα σύμφωνα με τις υποδείξεις του κατασκευαστή. Ο λεπτότερος «εγγύς» σύνδεσμος είχε ακτίνα 1,7 mm (επιφάνεια διατομής ~ 9,0 mm<sup>2</sup>), ενώ ο μεγαλύτερου πάχους «άπω» σύνδεσμος είχε ακτίνα 2,0 mm (~ 12,0 mm<sup>2</sup>). Οι γέφυρες με τη μεγαλύτερη διατομή συνδέσμου είχαν κατ' αναλογία ακτίνες 2,0 mm («εγγύς») και 2,3 mm («άπω»). Όλα τα στηρίγματα είχαν ενιαίο πάχος τοιχώματος 0,5 mm. Όλες οι γέφυρες στερεώθηκαν με τσιμέντο φωσφορικού ψευδαργύρου σε χαλύβδινα κολοβώματα. Ανά υλικό επιβαρύνθηκαν έξι γέφυρες με μικρή και έξι με αυξημένη διατομή συνδέσμου με μηχανήμα ελέγχου γενικής χρήσης έως την αστοχία.

### β) Πηγή

Εσωτερική έρευνα, VITA E&A, (Kolb, 08/2017, [1] βλ. σελ. 34)

### γ) Αποτέλεσμα

#### Φορτίο θραύσης γεφυρών VITA YZ με διαφορετική διατομή συνδέσμων

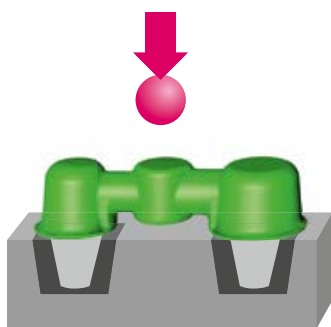


### δ) Συμπέρασμα

Όλες οι μέσες τιμές που προσδιορίζονται σε αυτήν τη δοκιμή – και εκείνες των γεφυρών με μικρότερες διατομές συνδέσμων – ήταν άνω της μέσης μέγιστης μασητικής δύναμης που αναφέρεται ως περίπου 490 N [5]. Το κάταγμα συνέβαινε πάντοτε στην περιοχή «ούλων» του λεπτότερου («εγγύς») συνδετήρα υπό τάση εφελκυσμού, όπως και με τη δοκιμή κάμψης 3 σημείων.

Η μικρή αύξηση της διατομής του συνδέσμου έχει ως αποτέλεσμα τη σαφή αύξηση του φορτίου θραύσης. Κατά συνέπεια συνιστάται, κατά τη διαμόρφωση των συνδέσμων να αξιοποιούνται πλήρως κατά το δυνατόν οι διαθέσιμες συνθήκες χώρου για την εξασφάλιση μιας κατασκευής με υψηλή αντοχή στην καταπόνηση. Για τα υλικά VITA YZ XT συνιστάται με βάση αυτήν τη σειρά δοκιμών στην περιοχή των γομφίων μια διατομή συνδέσμων τουλάχιστον 12 mm<sup>2</sup> (βλ. Συνιστώμενη διαμόρφωση, οδηγίες επεξεργασίας 10446M/1).

## 2.4 Στατικό φορτίο θραύσης πριν από και μετά την υδροθερμική γήρανση



### α) Υλικό και μέθοδος

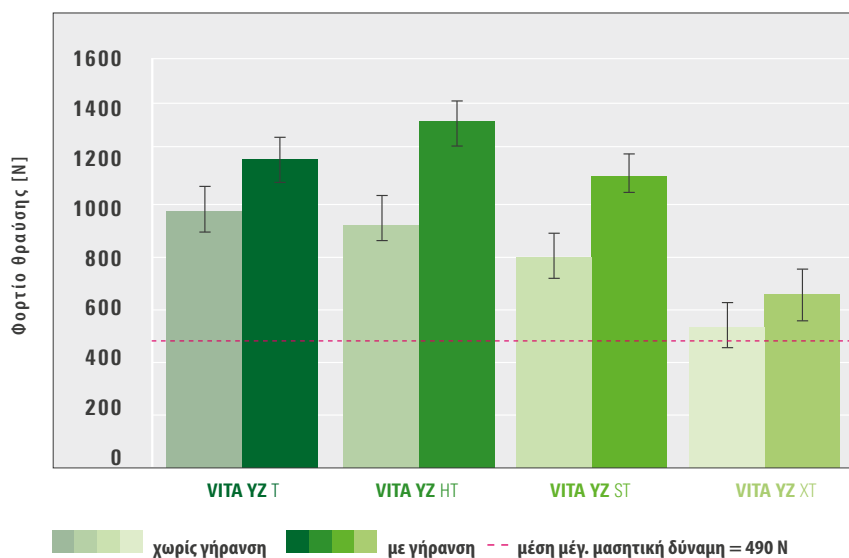
Σε αυτήν τη δοκιμασία προσομοιώθηκε η κλινική χρήση του υλικού κατασκευής μέσω της γήρανσης του υλικού για τον έλεγχο της αντοχής του στο περιβάλλον του στόματος. Κατασκευάστηκαν γέφυρες οπίσθιων δοντιών 3 μονάδων από VITA YZ T, HT, ST και XT με μονάδα CAM και πυροσυσσωματώθηκαν σε πλήρη πυκνότητα σύμφωνα με τις υποδείξεις του κατασκευαστή. Ο λεπτότερος «εγγύς» σύνδεσμος είχε ακτίνα 1,7 mm (επιφάνεια διατομής ~ 9,0 mm<sup>2</sup>), ενώ ο μεγαλύτερος πάχους «άπω» σύνδεσμος είχε ακτίνα 2,0 mm (~ 12,0 mm<sup>2</sup>). Όλα τα στηρίγματα διέθεταν ενιαίο πάχος τοιχώματος 0,5 mm. Το ήμισυ των δοκιμών κάθε υλικού υποβλήθηκε σε γήρανση για διάστημα 72 ωρών στους 134 °C σε υδρατμό στο αυτόκαυστο. Όλες οι γέφυρες συγκολλήθηκαν με τσιμέντο φωσφορικού ψευδαργύρου σε χαλύβδινα κολοβώματα. Ανά υλικό επιβαρύνθηκαν έξι γηρασμένες γέφυρες και έξι μη γηρασμένες γέφυρες με μηχανήμα ελέγχου γενικής χρήσης έως την αστοχία.

### β) Πηγή

Εσωτερική έρευνα, VITA E&A, (Kolb, 08/2017, [1] βλ. σελ. 34)

### γ) Αποτέλεσμα

#### Φορτίο θραύσης γεφυρών VITA YZ πριν από και μετά τη γήρανση

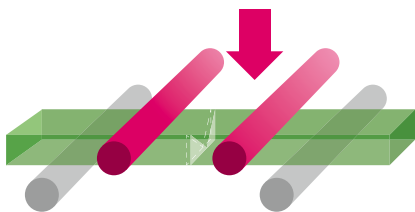


### δ) Συμπέρασμα

Τόσο για τα δοκίμια μετά την προσομοιωμένη γήρανση όσο και για τα μη γηρασμένα δοκίμια επιτεύχθηκαν μέσες τιμές άνω της μέγιστης αναμενόμενης μασητικής δύναμης [5], γεγονός που καθιστά αναμενόμενη τη μακροπρόθεσμη αντοχή στο περιβάλλον του στόματος. Το φαινόμενο του υψηλότερου φορτίου θραύσης ύστερα από υδροθερμική γήρανση θα αποτελέσει αντικείμενο μελλοντικών ερευνών.



## 2.5 Αντοχή στη ρηγμάτωση



### α) Υλικό και μέθοδος

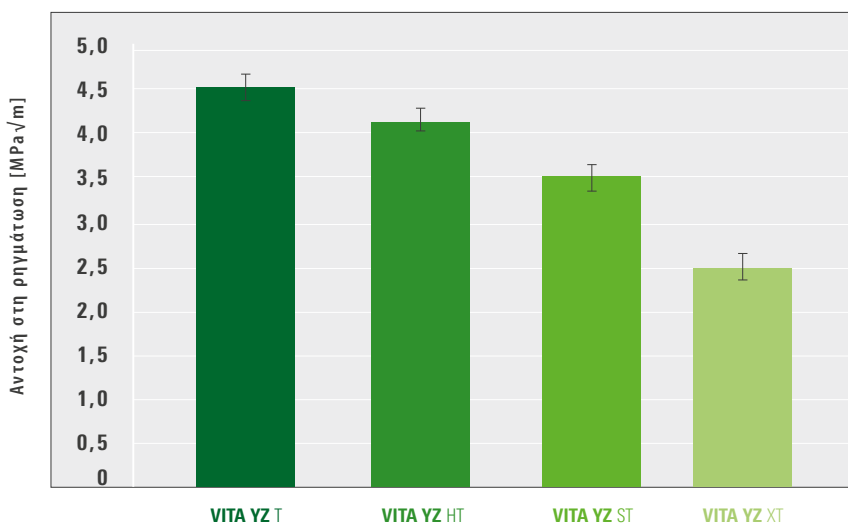
Επειδή σύμφωνα με το πρότυπο DIN EN ISO 6872:2015, η μέθοδος SEVNB δεν πρέπει να χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της αντοχής στη θραύση λεπτόκοκκων υλικών με μέγεθος κόκκου κάτω του 1 μm, ο έλεγχος της αντοχής στη ρηγμάτωση πραγματοποιήθηκε με ράβδο με εγχοπές σχήματος V κατά το πρότυπο ISO 24370 (Fine ceramics [advanced ceramics, advanced technical ceramics] – Testmethod for fracture toughness of monolithic ceramics at room temperature by chevron-notched beam [CNB] method). Για το σκοπό αυτό χαράχθηκαν στα δοκίμια κάμψης (3 x 4 x 30 mm<sup>3</sup>) καθορισμένες εγχοπές με αδαμαντοφόρο πριόνι (βλ. σχέδιο αριστερά) και στη συνέχεια επιβαρύνθηκαν έως τη θραύση με μηχανήμα ελέγχου γενικής χρήσης. Ανά σειρά ελέγχθηκαν πέντε δοκίμια.

### β) Πηγή

Εσωτερική έρευνα, VITA E&A, (Gödiker, 07/2017, [1] βλ. σελ. 34)

### γ) Αποτέλεσμα

#### Αντοχή στη ρηγμάτωση του υλικού VITA YZ με τη μέθοδο CNB κατά το πρότυπο ISO 24370



### δ) Συμπέρασμα

Ο έλεγχος δείχνει μια σχέση μεταξύ της κεραμικής σύνθεσης και της μηχανικής αντοχής. Ανάλογα με την αύξηση του ποσοστού του υτρίου (βλ. πίνακα 1.1 Χημική σύνθεση), ελαττώνεται σταθερά η αντοχή στη ρηγμάτωση των διαφόρων παραλλαγών. Αυτό αντικατοπτρίζεται και στο φορτίο θραύσης ή στην αντοχή στην κάμψη των υλικών. Τρέχουσες έρευνες [12] ασχολούνται εντατικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν και τις μεθόδους ελέγχου για την αντοχή στη ρηγμάτωση.



## 2.6 Αξιοπιστία/συντελεστής Weibull

### α) Υλικό και μέθοδος

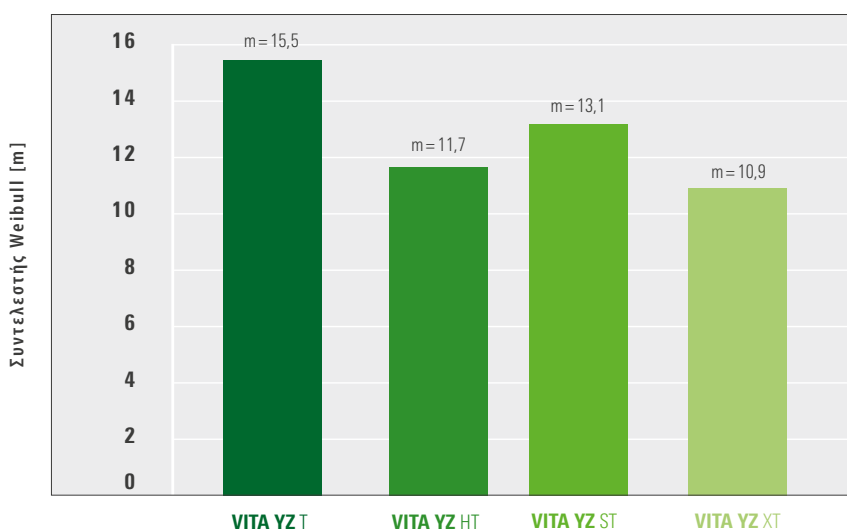
«Με τη θεωρία που αναπτύχθηκε από τον Weibull και βασίζεται στην έννοια της αστοχίας λόγω του πλέον αδύναμου σκέλους, παρέχεται η δυνατότητα ικανοποιητικής μαθηματικής περιγραφής της συμπεριφοράς διασποράς της αντοχής κεραμικών υλικών. [...] Έτσι προκύπτει όταν είναι γνωστές οι παράμετροι κατανομής, μια σαφής σχέση μεταξύ της καταπόνησης και της πιθανότητας θραύσης.» [2] Ο συντελεστής Weibull των υλικών VITA YZ T, HT, ST και XT προσδιορίστηκε με βάση τις τιμές αντοχής στην κάμψη 3 σημείων με 30 δοκίμια ανά υλικό.

### β) Πηγή

Εσωτερική έρευνα, VITA E&A, (Gödiker, 08/2017, [1] βλ. σελ. 34)

### γ) Αποτέλεσμα

#### Συντελεστής Weibull των διαφόρων υλικών VITA YZ



### δ) Συμπέρασμα

Για τα διάφορα υλικά VITA YZ προσδιορίστηκαν σε αυτήν τη δοκιμή εξαιρετικές τιμές με συντελεστή Weibull κατά μέσο όρο από περίπου 11 έως 16. Η περιορισμένη διασπορά των τιμών μέτρησης αποτελεί ένδειξη για την υψηλή αξιοπιστία και τη σταθερή ποιότητα του υλικού. Εάν διαπιστωθούν απλώς περιορισμένες αποκλίσεις μέτρησης από τη μέση τιμή (όσον αφορά στις προσδιοριζόμενες ελάχιστες τιμές), τότε είναι αναμενόμενο, το υλικό να μπορεί να χρησιμοποιηθεί αξιόπιστα εντός του εκάστοτε συνιστώμενου φάσματος ενδείξεών του.

## 2.7 Ημιδιαφάνεια

### α) Υλικό και μέθοδος

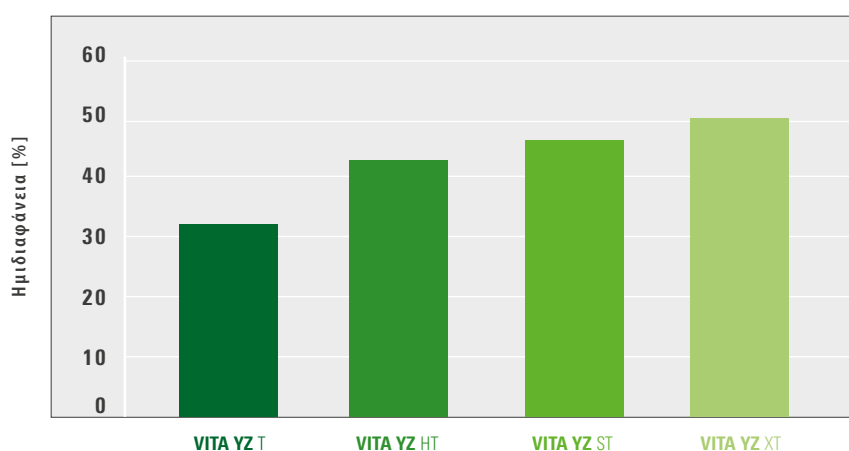
Η μέτρηση της ημιδιαφάνειας πραγματοποιήθηκε με φασματοφωτόμετρο. Τα δοκίμια υλικού που χρησιμοποιήθηκαν, είχαν πάχος υλικού 1,0 mm και είχαν στιλβωθεί σε υψηλή γυαλάδα και στις δύο πλευρές. Η τιμή μέτρησης είναι σε κάθε περίπτωση η μέση τιμή από πέντε δοκίμια ανά σειρά.

### β) Πηγή

Εξωτερική έρευνα, Tosoh Corporation, (Τεχνική έκθεση, 08/2017, [10] βλ. σελ. 34)

### γ) Αποτέλεσμα

#### Ημιδιαφάνεια των διαφόρων υλικών VITA YZ



Μέσες τιμές αναφορικά με την προσδιορισμένη ημιδιαφάνεια		
VITA YZ T	32 %	
VITA YZ HT	42 %	
VITA YZ ST	46 %	
VITA YZ XT	50 %	

### δ) Συμπέρασμα

Οι τιμές που προδιορίζονται με αυτήν τη δοκιμή είναι συγκρίσιμες μόνο στο πλαίσιο αυτής της διάταξης δοκιμής, επειδή οι τιμές μέτρησης εξαρτώνται από το πάχος του δοκιμίου, τη συσκευή μέτρησης και τα χρησιμοποιούμενα διαφράγματα. Επειδή, εκτός αυτού, η μετάδοση επηρεάζεται από το χρωματισμό, είναι δύσκολη η απευθείας σύγκριση με το υαλοκεραμικό υλικό.

Οι τιμές μέτρησης για τα υλικά VITA YZ XT είναι ωστόσο σε παρόμοιο επίπεδο.

## 2.8 Εφαρμογή μετά τη διαδικασία πυροσυσσωμάτωσης

### α) Υλικό και μέθοδος

Διάφορες αποκαταστάσεις κατασκευάζονται με βάση ένα ψηφιακό μοντέλο (σχεδιασμός CAD). Το αντίστοιχο μοντέλο ελέγχου στη συνέχεια φρεζαρίστηκε από αλουμίνιο χρησιμοποιώντας μηχανή CNC. Λαμβάνοντας υπόψη την αντίστοιχη συρρίκνωση πυροσυσσωμάτωσης, οι μεμονωμένες αποκαταστάσεις κατασκευάστηκαν επίσης (σε μεγέθυνση) χρησιμοποιώντας την ίδια μηχανή. Με αυτό τον τρόπο εξαλείφονται τυχόν ανακρίβειες μέτρησης που μπορεί να προκύψουν από μια διαδικασία σάρωσης. Τέλος, οι πυροσυσσωματωμένες κατασκευές ελέγχθηκαν οπτικά και απτικά με το μοντέλο εφαρμογής, καθώς και εικονικά με υπέρθεση της ψηφιακής με την πραγματική κατασκευή με λογισμικό Wrap ως προς την εφαρμογή τους. Στην παρούσα τεκμηρίωση παρουσιάζεται ως παράδειγμα μια κατασκευή γέφυρας 14 μονάδων από VITA YZ T.

### β) Πηγή

Εσωτερική έρευνα, VITA E&A, (Gödiker, 10/2014, [1] βλ. σελ. 34)

### γ) Αποτέλεσμα



Εικόνα 14a/b/c: α) Μοντέλο. β) Φρεζαρισμένη κατασκευή πολλαπλών σκελών VITA YZ. γ) Λογισμικό Wrap με υπέρθεση των κατασκευών (v. I. n. r.)



VITA YZ T

ZrO<sub>2</sub> των ανταγωνιστών

Εικόνα 15/16: Οπτικός έλεγχος εφαρμογής μετά τη διαδικασία πυροσυσσωμάτωσης με μοντέλο εφαρμογής για VITA YZ T/υλικό ανταγωνιστών

### δ) Συμπέρασμα

Για το σύστημα VITA YZ SOLUTIONS, ο συντελεστής μεγέθυνσης προσδιορίζεται με απόλυτη ακρίβεια ανά παρτίδα παραγωγής και στις τρεις διαστάσεις του χώρου, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται εξαιρετική εφαρμογή και σε κατασκευές γεφυρών VITA YZ πολλαπλών μονάδων. Όλα τα όρια ανοχής που προσδιορίστηκαν σε αυτήν την έρευνα ήταν της τάξης μεγέθους του διακένου του τσιμέντου (50 μm). Το διοξείδιο του ζirkονίου των ανταγωνιστών που εξετάστηκε εδώ, παρουσιάζει αντίθετα προβληματική εφαρμογή ήδη κατά τον οπτικό έλεγχο (βλ. εικ. 16).

## 2.9 Έλεγχος της δυνατότητας επεξεργασίας CAM μέσω γεωμετριών στεφάνης/σκελετού

### α) Υλικό και μέθοδος

Για τον έλεγχο της μηχανικής κατεργασίας CAM και τον πρακτικό έλεγχο της αναπαραγωγικότητας των σχεδιασμένων ορίων, κατασκευάστηκαν διάφορες αποκαταστάσεις από το VITA YZ T και το ζirkόνιο ενός ανταγωνιστή. Στη συνέχεια οι αποκαταστάσεις εξετάστηκαν κάτω από μικροσκόπιο φωτός αναφορικά με τη ποιότητα των ορίων. Δεδομένου ότι οι χρωστικές μπορούν να επηρεάσουν τη συμπεριφορά πυροσυσσωμάτωσης και την αντοχή στην θραύση του υλικού, μελετήθηκε η επεξεργασία προχρωματισμένων τεμαχίων.

### β) Πηγή

Εσωτερική έρευνα, VITA E&A, (Gödiker, 01/2014, [1] βλ. σελ. 34)

### γ) Αποτέλεσμα



Εικόνα 17: VITA YZ T (εκ των προτέρων χρωματισμένο υλικό)



Εικόνα 18: Διοξειδίο του ζirkονίου ανταγωνιστών (εκ των προτέρων χρωματισμένο υλικό)

### δ) Συμπέρασμα

Αυτή η δοκιμή δείχνει υποδειγματικά με βάση ένα σκελετό στεφάνης ότι με το υλικό VITA YZ T μπορούν να κατασκευαστούν εξαιρετικά ακριβείς και συνεπώς απόλυτης εφαρμογής αποκαταστάσεις χάρη στην υψηλή σταθερότητα των ορίων (βλ. εικ. 17). Αντίθετα, το υλικό των ανταγωνιστών που εξετάστηκε παρουσιάζει κατάγματα στα όρια μετά τη διαδικασία CAM (βλ. εικ. 18). Η VITA Zahnfabrik διασφαλίζει ότι η αντοχή θραύσης του ακατέργαστου (πριν το sintering και χωρίς συνδετικά) „λευκού“ προϊόντος είναι σε παρόμοιο επίπεδο για τα προχρωματισμένα και τα μη προχρωματισμένα υλικά VITA YZ ώστε να παρέχεται στους χρήστες οδοντιάτρους και οδοντοτεχνίτες η δυνατότητα εξασφάλισης επαναλήψιμων αποτελεσμάτων ανεξάρτητα από τη χρησιμοποιούμενη παραλλαγή.

## 2.10 Έλεγχος της δυνατότητας επεξεργασίας CAM μέσω γεωμετριών «Merlon»



### α) Υλικό και μέθοδος

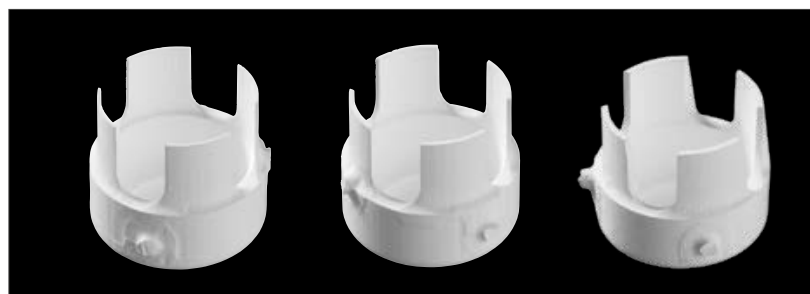
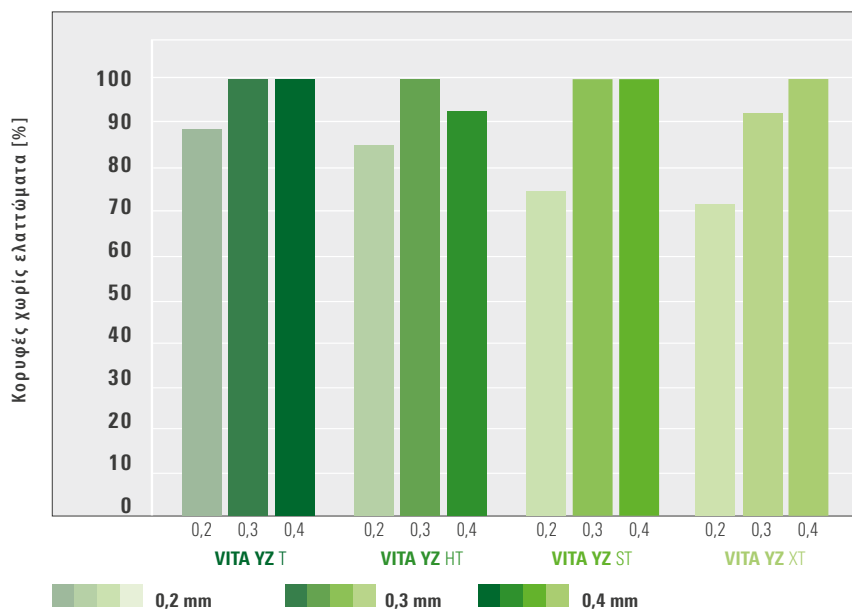
Για την καλύτερη αξιολόγηση της αναπαραγωγιμότητας των εικονικά σχεδιασμένων αυχενικών περιοχών κατά την μηχανική κατεργασία CAM, για τους διάφορους τύπους VITA YZ (T, HT, ST, XT), κατασκευάστηκαν ανά παραλλαγή επτά λεγόμενα δοκίμια «Merlon» (γεωμετρία δοκιμίου με τέσσερις κορυφές, βλ. εικόνα αριστερά) με πάχος τοιχώματος 0,2 mm ή 0,3 mm ή 0,4 mm μέσω μιας μονάδας CAD/CAM (βλ. εικ. 19). Για όλα τα δοκίμια χρησιμοποιήθηκε η ίδια στρατηγική φρεζαρίσματος. Τέλος αξιολογήθηκαν οπτικά οι γεωμετρίες των δοκιμίων στις τρεις τιμές πάχους τοιχώματος και εξετάστηκαν οι κορυφές των εκάστοτε δοκιμίων για ελαττώματα. Στο γράφημα αποτελεσμάτων παρουσιάζεται ανά παραλλαγή υλικού και πάχους τοιχώματος το λεγόμενο «ποσοστό επιτυχίας» των κορυφών ανά γεωμετρία δοκιμίου.

### β) Πηγή

Εσωτερική έρευνα, VITA E&A, (Gödiker, 08/2017, [1] βλ. σελ. 34)

### γ) Αποτέλεσμα

#### Δυνατότητα επεξεργασίας CAM των διαφόρων υλικών VITA YZ

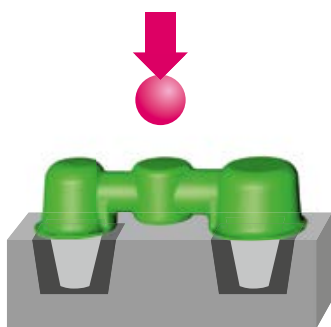


Εικόνα 19: Γεωμετρίες «Merlon» από VITA YZ με πάχος τοιχώματος; 0,2 mm, 0,3 mm και 0,4 mm (από αριστερά προς τα δεξιά)

### δ) Συμπέρασμα

Αυτή η δοκιμή δείχνει ότι με όλες τις παραλλαγές VITA YZ SOLUTIONS μπορούν να εξασφαλιστούν εξαιρετικά ακριβή και συνεπώς απόλυτης εφαρμογής αποτελέσματα χάρη στην υψηλή σταθερότητα των ακμών (βλ. εικ. 19). Ωστόσο, στις παραλλαγές με χαμηλότερη αντοχή, το ποσοστό επιβίωσης μειώνεται για ιδιαίτερα λεπτά τοιχώματα γεωμετρίας (βλέπε 0,2 mm) με αποτέλεσμα να αυξάνεται η πιθανότητα ενός ελαττώματος μετά από την επεξεργασία CAM.

## 2.11 Επίδραση της διαδικασίας επεξεργασίας CAM στην αντοχή στην καταπόνηση



### α) Υλικό και μέθοδος

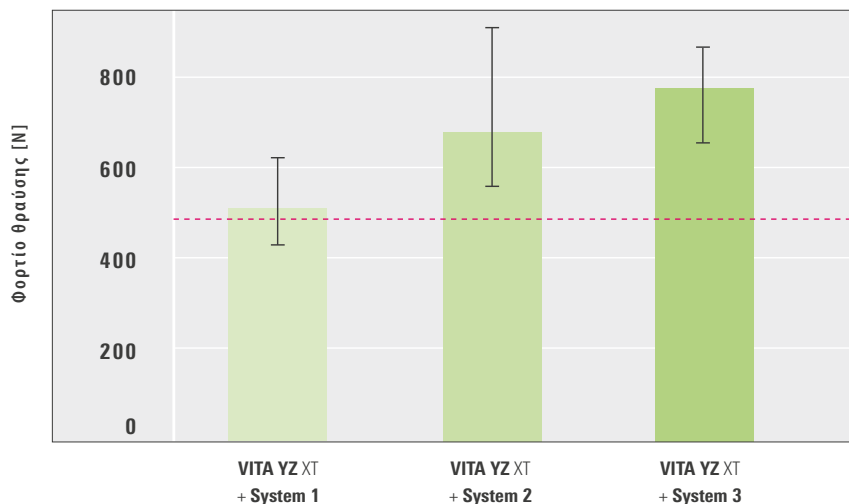
Για να εξεταστεί η επίδραση της επεξεργασίας CAM (π.χ., με διάφορες στρατηγικές φρεζαρίσματος) ως προς τη δυνατότητα καταπόνησης των γεφυρών, φρεζαρίστηκαν γέφυρες οπίσθιων δοντιών από VITA YZ XT με τρία διαφορετικά συστήματα CAD/CAM και πυροσυσσωματώθηκαν σε πλήρη πυκνότητα σύμφωνα με τις υποδείξεις του κατασκευαστή. Ο λεπτότερος «εγγύς» σύνδεσμος είχε ακτίνα 1,7 mm (επιφάνεια διατομής ~ 9,0 mm<sup>2</sup>), ενώ ο μεγαλύτερου πάχους «άπω» σύνδεσμος είχε ακτίνα 2,0 mm (~ 12,0 mm<sup>2</sup>). Τα στηρίγματα είχαν ενιαίο πάχος τοιχώματος 0,5 mm. Όλες οι γέφυρες στερεώθηκαν με τιμμένο φωσφορικού ψευδαργύρου σε χαλύβδινα κολοβώματα. Για κάθε σύστημα CAD / CAM που χρησιμοποιήθηκε, έξι γέφυρες καταπονήθηκαν έως την θραύση χρησιμοποιώντας μια μηχανή ελέγχου καθολικής δοκιμής.

### β) Πηγή

Εσωτερική έρευνα, VITA E&A, (Kolb, 11/2017, [1] βλ. σελ. 34)

### γ) Αποτέλεσμα

#### Φορτίο θραύσης ύστερα από κατασκευή CAM με διάφορα συστήματα



-- μέση μέγ. μασητική δύναμη = 490 N

### δ) Συμπέρασμα

Το αποτέλεσμα αυτής της δοκιμής δείχνει ότι το χρησιμοποιούμενο για την κατασκευή σύστημα CAD/CAM έχει σημαντική επίδραση στο φορτίο θραύσης μιας αποκατάστασης γέφυρας. Οι παράμετροι του λογισμικού (ταχύτητα περιστροφής, ταχύτητα τροφοδοσίας, τροφοδοσία) τα εργαλεία φρεζαρίσματος (τύπος, κατάσταση) και η μηχανή φρεζαρίσματος μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα της επιφάνειας της αποκατάστασης και την αντοχή στην καταπόνηση. Για ανθεκτικές αποκαταστάσεις πρέπει συνεπώς να λαμβάνονται επακριβώς υπόψη οι εκάστοτε υποδείξεις του κατασκευαστή (κατασκευαστής υλικών και συστημάτων). Συστάσεις για την επεξεργασία των υλικών VITA YZ παρέχονται στη διεύθυνση: [www.vita-zahnfabrik.com](http://www.vita-zahnfabrik.com)

## 2.12 Συμπεριφορά πυροσυσσωμάτωσης

### 2.12.1 Επίδραση της θερμοκρασίας πυροσυσσωμάτωσης

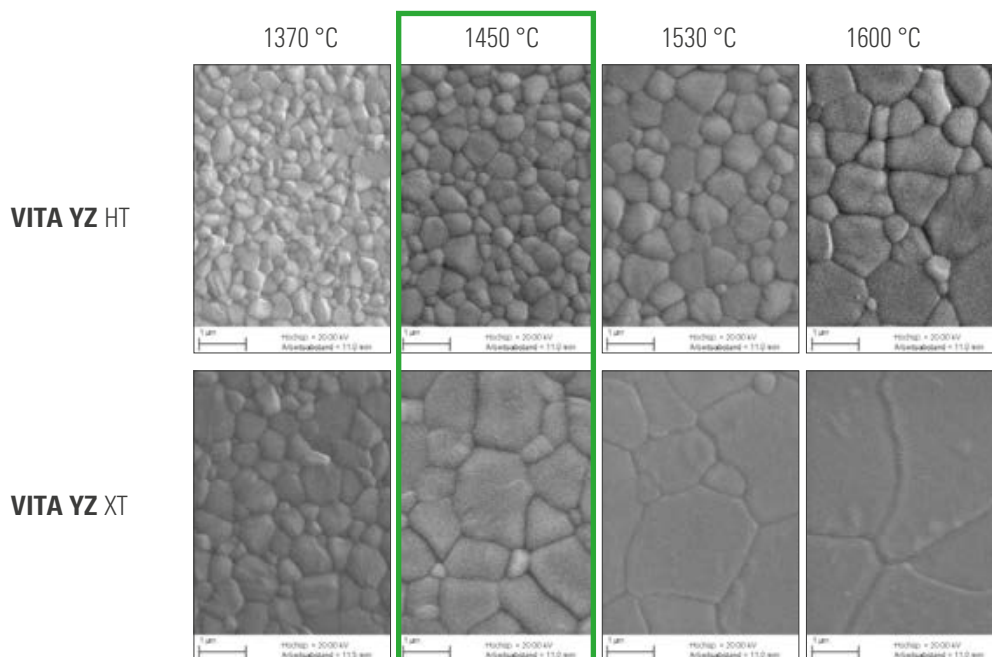
#### α) Υλικό και μέθοδος

Η επίδραση της θερμοκρασίας πυροσυσσωμάτωσης στο μέγεθος των σωματιδίων είναι γνωστή από τις έρευνες του Piconi [4]. Σε πολύ χαμηλή θερμοκρασία δεν είναι δυνατή η πυροσυσσωμάτωση της δομής σε πλήρη πυκνότητα. Σε υπερβολικές θερμοκρασίες, το υλικό τείνει προς μια αύξηση του κόκκου. Τέτοιες αποκλίσεις θερμοκρασίας επηρεάζουν οπτικά και μηχανικά το τελικό αποτέλεσμα. Τα ανεπαρκώς πυροσυσσωματωμένα υλικά έχουν αδιαφανή εμφάνιση. Τα υπερβολικά πυροσυσσωματωμένα υλικά έχουν ημιδιαφανή εμφάνιση, αλλά διαθέτουν κατά κανόνα υποβαθμισμένες μηχανικές ιδιότητες. Για την άμεση σύγκριση πυροσυσσωματώθηκαν δοκίμια από VITA YZ HT και XT σε μέγιστη θερμοκρασία 1370 °C, 1450 °C, 1530 °C και 1600 °C. Η εκάστοτε θερμοκρασία διατηρήθηκε για δύο ώρες. Κατόπιν αυτού αναλύθηκε η δομή με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο εκπομπής (REM).

#### β) Πηγή

Εσωτερική έρευνα, VITA E&A, (Kolb, 10/2017, [1] βλ. σελ. 34)

#### γ) Αποτέλεσμα



Εικόνα 20: Δομή VITA YZ σε διάφορες θερμοκρασίες, μεγέθυνση 20.000

#### δ) Συμπέρασμα

Σύμφωνα με τις συστάσεις του κατασκευαστή, η ιδανική θερμοκρασία πυροσυσσωμάτωσης για τα υλικά VITA YZ HT και XT είναι 1450 °C. Με αυτήν τη θερμοκρασία μπορούν να επιτευχθούν για τις αναφερόμενες παραλλαγές VITA YZ ιδανικές οπτικές και μηχανικές ιδιότητες. Εάν το υλικό VITA YZ πυροσυσσωματωθεί σε υψηλότερη θερμοκρασία (π.χ., στους 1600 °C), τότε προκύπτει μια σαφώς εμφανής αύξηση του κόκκου. Έτσι μπορεί μεν να αυξηθεί η ημιδιαφάνεια του υλικού, αλλά ταυτόχρονα υποβαθμίζονται οι μηχανικές ιδιότητες. Στην περίπτωση του υλικού VITA YZ XT, η αύξηση της θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα τον περιορισμό της αντοχής κατά περίπου 100 MPa. Επιπλέον είναι πιθανό να υποβαθμιστεί και η μακροπρόθεσμη αντοχή από την τεράστια αύξηση του κόκκου.

## 2.12.2 Επίδραση της μεθόδου πυροσυσσωμάτωσης HighSpeed

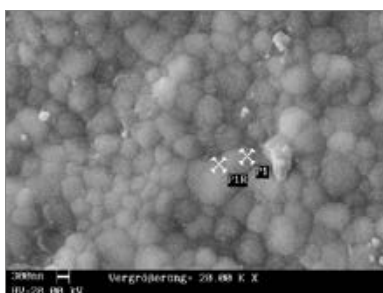
### α) Υλικό και μέθοδος

Αποκαταστάσεις από VITA YZ T και HT μπορούν να πυροσυσσωματωθούν σε πλήρη πυκνότητα με τη μονάδα όπτησης VITA ZYRCOMAT 6000 MS εντός 80 λεπτών. Αυτό το καθιστούν δυνατό οι κατάλληλα προσαρμοσμένες παράμετροι θέρμανσης και ψύξης. Ωστόσο, μια μέθοδος πυροσυσσωμάτωσης HighSpeed δεν πρέπει να υποβαθμίζει την ποιότητα της δομής, τις μηχανικές ιδιότητες και την εφαρμογή. Στην παρακάτω σειρά δοκιμών δείγματα υλικών κατασκευασμένα από VITA YZ T συντήχθηκαν τόσο συμβατικά όσο και πολύ γρήγορα. Στη συνέχεια, η δομή εξετάστηκε στο μικροσκόπιο REM και αναλύθηκε με διάφορες άλλες μεθόδους.

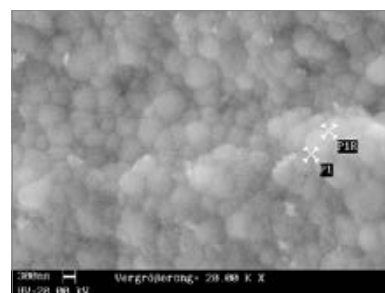
### β) Πηγή

Εσωτερική έρευνα, VITA E&A, (Gödiker, 10/2011, [1] βλ. σελ. 34)

### γ) Αποτέλεσμα



Εικόνα 21α: Δομή VITA YZ T, συμβατικά πυροσυσσωματωμένη, μεγέθυνση 20.000



Εικόνα 21β: Δομή VITA YZ T, ταχεία πυροσυσσωμάτωση, μεγέθυνση 20.000

Χαρακτηριστικές τιμές/ δεδομένα VITA YZ	Συμβατική διαδικασία πυροσυσσωμάτωσης	Διαδικασία πυροσυσσω- μάτωσης HighSpeed
Πυκνότητα πυροσυσσωμάτωσης [g/cm <sup>3</sup> ]	6,06	6,07
Αντοχή στην κάμψη 3 σημείων [MPa]	1.200	1.278
Κρυσταλλική δομή	τετράγωνη	τετράγωνη
Μέγεθος σωματιδίων [nm]	500	500
Εφαρμογή γεφυρών	πολύ καλή	πολύ καλή

### δ) Συμπέρασμα

Τόσο με τη συμβατική (17 °C/min, διάστημα διατήρησης 2 h) όσο και με τη μέθοδο πυροσυσσωμάτωσης HighSpeed μπορούν να επιτευχθούν για τα υλικά VITA YZ T και VITA YZ HT συγκρίσιμα καλά αποτελέσματα όσον αφορά στη δομή, στις μηχανικές ιδιότητες και στην εφαρμογή. Στις ημιδιαφανείς παραλλαγές των υλικών VITA YZ ST και XT διαπιστώνεται με αυξανόμενη περιεκτικότητα σε ύτριο μια σαφής αύξηση της αδιαφάνειας μετά την πυροσυσσωμάτωση HighSpeed και για το λόγο αυτό δεν συνιστάται αυτή η διαδικασία πυροσυσσωμάτωσης και μόνο για αισθητικούς λόγους.



## 2.13 Χειρωνακτική συμπληρωματική επεξεργασία/επιφανειακή επεξεργασία

### 2.13.1 Επίδραση των εργαλείων τροχίσματος για κεραμικά

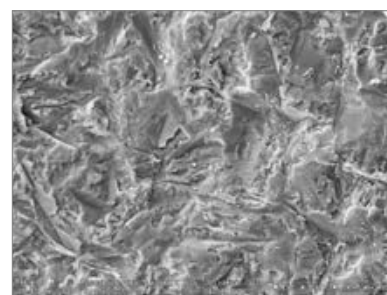
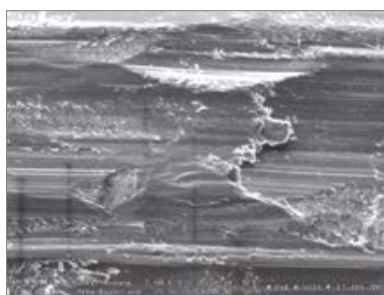
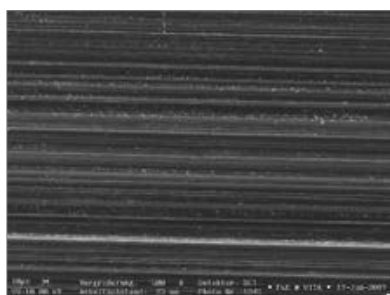
#### α) Υλικό και μέθοδος

Στο πλαίσιο της έρευνας εξετάστηκε η επίδραση των εργαλείων τροχίσματος και της αμμοβολής στο υλικό του σκελετού VITA YZ T. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 158 εργαλεία τροχίσματος 12 διαφορετικών κατασκευαστών. Για να διασφαλιστεί μια τυποποιημένη διαδικασία τροχίσματος, αναπτύχθηκε για αυτά τα πειράματα ένα ειδικό σύστημα δοκιμής. Μετά την επιφανειακή επεξεργασία (με εργαλεία τροχίσματος ή αμμοβολή), τα δοκίμια υλικού αναλύθηκαν σε μικροσκόπιο REM.

#### β) Πηγή

Επίδραση συστημάτων λείανσης κεραμικών υλικών, Quintessenz Zahntechnik 2009 ([6], βλ. σελ. 34)

#### γ) Αποτέλεσμα



**Εικόνες 22 – 24:** Επιφάνειες VITA YZ στιλβωμένες, συμπληρωματικά επεξεργασμένες με εργαλεία τροχίσματος και με αμμοβολή (από αριστερά προς τα δεξιά), μεγέθυνση 5.000

#### δ) Συμπέρασμα

Διαφορετικά εργαλεία και μέθοδοι προκαλούν στο διοξειδίο του ζirkονίου τραυματισμούς της επιφάνειας σε διαφορετικό βαθμό (βλ. εικ. 22 έως 24). Συνιστάται να επεξεργάζεστε πάντοτε την προσθετική αποκατάσταση, πριν την πυροσυσσωμάτωση από το χονδρόκοκκο προς το λεπτόκοκκο εργαλείο. Στο τελικό στάδιο, οι επιφάνειες πρέπει να είναι στιλβωμένες για την ελαχιστοποίηση τυχόν ελαττωμάτων στην επιφάνεια. Η μέθοδος αμμοβολής που χρησιμοποιήθηκε για σύγκριση, προκαλεί μια εμφανώς σχισμοειδή επιφάνεια. Τα κατ' αυτόν τον τρόπο σχηματιζόμενα «ελαττώματα» μπορούν να υποβαθμίσουν κατά περίπτωση τις μηχανικές ιδιότητες του διοξειδίου του ζirkονίου και να προκαλέσουν μηχανικές τάσεις στη ζώνη σύνδεσής του με το κεραμικό υλικό επικάλυψης.

### 2.13.2 Επίδραση αμμοβολής

#### α) Υλικό και μέθοδος

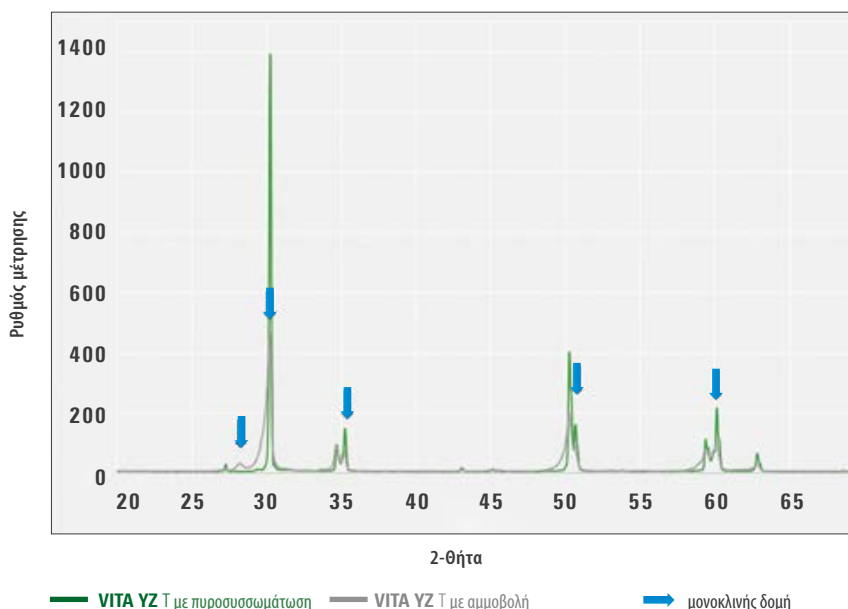
Για αυτήν τη δοκιμή κατασκευάστηκαν και πυροσυσσωματώθηκαν πανομοιότυπα δοκίμια από VITA YZ T. Στην πρώτη σειρά δεν πραγματοποιήθηκε συμπληρωματική επεξεργασία των δοκιμίων. Τα δοκίμια της δεύτερης σειράς υποβλήθηκαν σε επιφανειακή επεξεργασία με συσκευή αμμοβολής (κορούνδιο 50 μm, 2 bar). Ακολούθησε η ανάλυση των υφιστάμενων κρυσταλλικών δομών στο περιθλασίμετρο ακτίνων Χ. Οι κορυφές των μη επεξεργασμένων δοκιμίων στην παρακάτω απεικόνιση δείχνουν ότι στην επιφάνεια ανιχνεύονται μόνο τετραγωνικές κρυσταλλικές δομές. Οι πρόσθετες κορυφές και η αύξηση του εύρους των κορυφών μετά την αμμοβολή είναι ενδεικτικές για μηχανικές τάσεις στη δομή και για ποσοστά μονοκλινής φάσης.

#### β) Πηγή

Εσωτερική έρευνα, VITA E&A, (Gödiker, 12/2017 [1] βλ. σελ. 34)

#### γ) Αποτέλεσμα

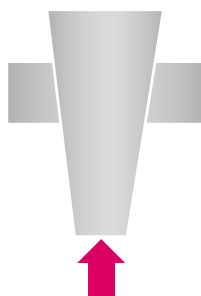
##### Μέτρηση με περιθλασίμετρο υλικών VITA YZ T πριν από και μετά την αμμοβολή



#### δ) Συμπέρασμα

Λόγω της αμμοβολής, το τετραγωνικό πλέγμα του διοξειδίου του ζirkονίου μετατρέπεται σε μονοκλινή κρυσταλλική δομή. Σε αυτήν την περίπτωση δεν μπορούν να διασφαλιστούν οι θετικές ιδιότητες του υλικού, όπως η αντοχή στη ρηγμάτωση και στη γήρανση, οι οποίες είναι εγγυημένες στην τετραγωνική κρυσταλλική διμή. Επιπλέον, η μονοκλινής φάση έχει άλλο συντελεστή θερμικής διαστολής (CTE), γεγονός που σε συνδυασμό με το κεραμικό υλικό επικάλυψης μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα δυσμενείς μηχανικές τάσεις στη ζώνη ένωσης. Οι πιθανολογούμενες θετικές επιδράσεις της αμμοβολής, όπως η αύξηση του επιφανειακού ανάγλυφου, δεν διαπιστώνονται σε σύγκριση με ένα μη επεξεργασμένο σκελετό μετά τη διαδικασία CAM. Συνεπώς δεν πρέπει να αναμένεται καμία βελτίωση της δυνατότητας δικτύωσης με το κεραμικό υλικό επικάλυψης με την αμμοβολή. Για τους λόγους αυτούς συνιστάται να μην επεξεργάζεστε τις επικαλυμμένες επιφάνειες με αμμοβολή. Η αμμοβολή των εσωτερικών επιφανειών για τη βελτίωση της του δεσμού κατά την συγκόλληση είναι ωστόσο δυνατή και σκόπιμη.

## 2.14 Εξέταση για την ποιότητα της πρόσφυσης



### α) Υλικό και μέθοδος

Ελέγχθηκε η αντοχή στην διατμητική τάση δύο σύνθετων ρητινών συγκόλλησης για το σύστημα VITA YZ SOLUTIONS. Για το σκοπό αυτό κολλήθηκαν ορισμένα κωνικά κολοβώματα από VITA YZ T και XT σε δίσκους με σπή από το ίδιο ακριβώς υλικό και στη συνέχεια οι δίσκοι εξωθήθηκαν με μηχανήμα ελέγχου γενικής χρήσης ή επιβαρύνθηκαν έως την αστοχία.

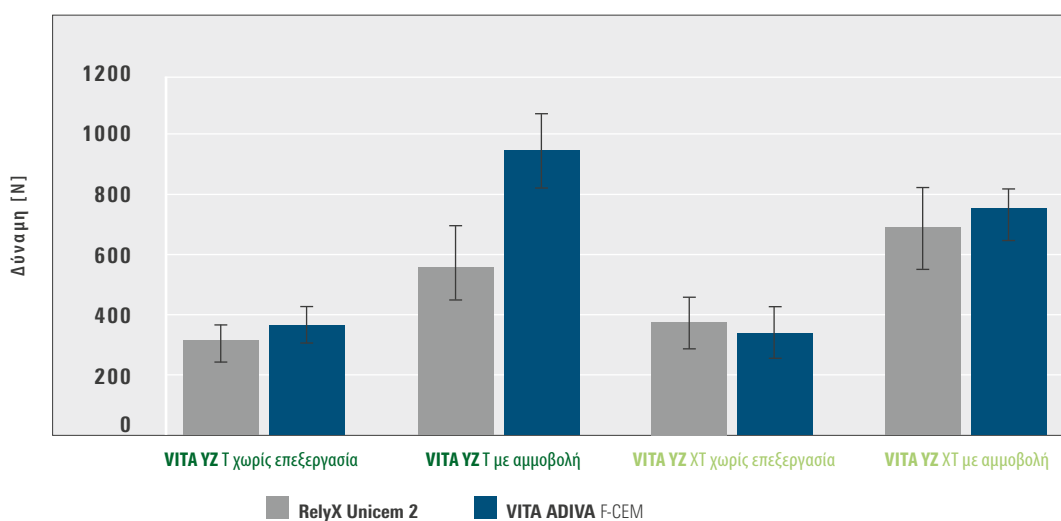
Για τη συγκόλληση χρησιμοποιήθηκαν η σύνθετη συγκολλητική ρητίνη RelyXTM Unicem 2 (3M ESPE) και το υλικό VITA ADIVA F-CEM (VITA Zahnfabrik). Ένα μέρος των δοκιμών κολλήθηκε χωρίς επεξεργασία και το άλλο με προκαταρκτική επεξεργασία. Τα μη επεξεργασμένα δοκίμια είχαν τη χαρακτηριστική επιφάνεια της μηχανικής επεξεργασίας από τη διαδικασία φρεζαρίσματος. Η άλλη σειρά δοκιμών υποβλήθηκε σε αμμοβολή με σωματίδια Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 50 μm και πίεση 2,0 bar. Συνολικά εξετάστηκαν ανά σειρά 10 δοκίμια.

### β) Πηγή

Εσωτερική έρευνα, VITA E&A, (Gödiker, 10/2017, [1] βλ. σελ. 34)

### γ) Αποτέλεσμα

#### Αντοχή στην διατμητική τάση των παραλλαγών VITA YZ

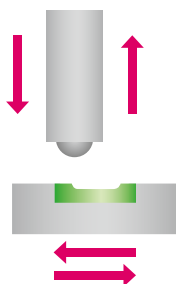


### δ) Συμπέρασμα

Τα αποτελέσματα της δοκιμής δείχνουν ότι μετά την προκαταρκτική επεξεργασία με αμμοβολή αυξάνεται σημαντικά η αντοχή στην διατμητική τάση για το υλικό VITA YZ. Συνεπώς συνιστάται η αμμοβολή των εσωτερικών επιφανειών των στεφανών με πίεση 2,0 bar και σωματίδια Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 50 μm. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ως προς την αντοχή στην διατμητική τάση μεταξύ των υλικών VITA YZ T και VITA YZ XT. Απλώς για τα αμμο-βολημένα δοκίμια VITA YZ T σε συνδυασμό με το υλικό ADIVA F-CEM προσδιορίστηκαν συγκριτικά σαφώς υψηλότερες τιμές αντοχής στην πιεστική διάτμηση. Ωστόσο, δεν υπάρχει συνολικά καμία ουσιαστική διαφορά μεταξύ των δύο συστημάτων συγκόλλησης ως προς την πρόσφυση με το υλικό VITA YZ.

## 2.15 Συμπεριφορά στην τριβή

### Τριβή δύο υλικών



#### α) Υλικό και μέθοδος

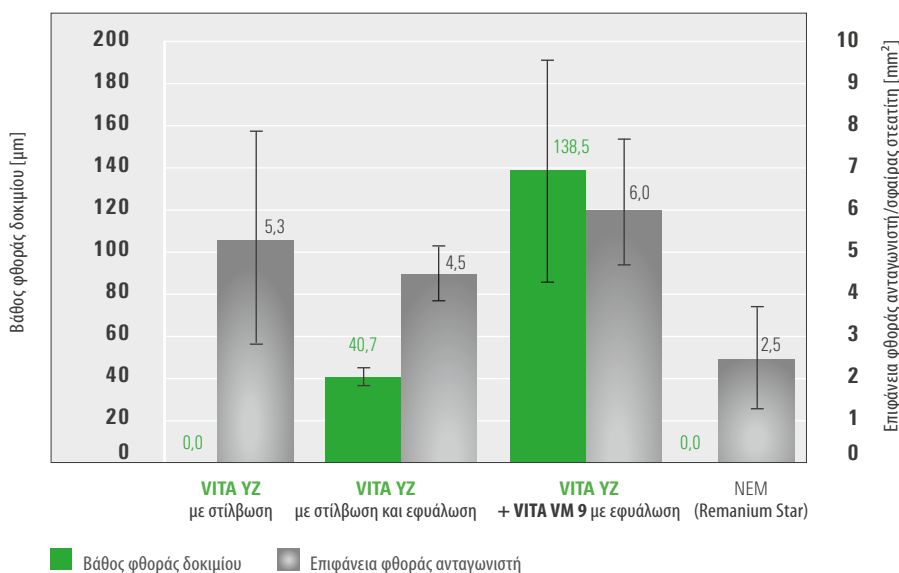
Για τον προσδιορισμό της τριβής του διοξειδίου του ζirkονίου σε σύγκριση με ένα κράμα μη πολύτιμων μετάλλων (NEM) διεξήχθη δοκιμή φθοράς «Pin-on-block wear test» σε προσομοιωτή μάρσεσης (EGO, Regensburg) με τις εξής παραμέτρους: σφαιρίδια στεατίτη ως ανταγωνιστής, δύναμη καταπόνησης 50 N,  $1,2 \times 10^5$  κύκλοι, 1,6 Hz και 600 θερμοκύκλοι στους 5 – 55 °C. Μετά την ολοκλήρωση της προσομοίωσης μάρσεσης μετρήθηκε η αφαίρεση υλικού. Ανά σειρά εξετάστηκαν οκτώ δοκίμια.

#### β) Πηγή

Πανεπιστήμιο Regensburg, Έκθεση (Rosentritt, 09/2011, [3], βλ. σελ. 34)

#### γ) Αποτέλεσμα

##### Εξέταση τριβής



#### δ) Συμπέρασμα

Στα στιλβωμένα σε υψηλή γυαλάδα δοκίμια διοξειδίου του ζirkονίου (βλ. προαναφερόμενα αποτελέσματα δοκιμής για VITA YZ) όπως και στα δοκίμια NEM δεν διαπιστώθηκε προσδιορίσιμη αφαίρεση υλικού. Όταν επιστρωθεί ένα στρώμα υλικού γυαλισματος στα δοκίμια VITA YZ, τότε είναι και πάλι προσδιορίσιμη μια αφαίρεση υλικού. Η επίστρωση εφυάλωσης αποσκοπεί, οι προσθετικές αποκαταστάσεις από διοξείδιο του ζirkονίου να έχουν ανάλογη του σμάλτου συμπεριφορά τριβής (βλ. εφυαλωμένα δοκίμια VITA YZ). Νέες έρευνες In vivo δείχνουν ότι τόσο στην αποκατάσταση από διοξείδιο του ζirkονίου όσο και στον ανταγωνιστή δεν είναι αναμενόμενη αυξημένη φθορά με την ανάλογη ποιότητα επιφανείας.

Επίκαιρες μελέτες In vitro με διοξείδιο του ζirkονίου διαφορετικής χημικής σύνθεσης καταλήγουν σε παρόμοια αποτελέσματα σε συνάρτηση με την επιφανειακή επεξεργασία [11].

### **2.16 Βιοσυμβατότητα**

Το υλικό VITA YZ ελέγχεται και αξιολογείται από ανεξάρτητα ιδρύματα σύμφωνα με τη σειρά προτύπων ISO 10993 Βιολογική αξιολόγηση ιατρικών προϊόντων. Το υλικό VITA YZ αξιολογείται σε όλες τις παραλλαγές του ως βιοσυμβατό. Με αναλυτικούς ελέγχους ποιότητας κάθε νέας παρτίδας, όπως, π.χ., μετρήσεις ραδιενέργειας, διασφαλίζεται η σταθερή βιοσυμβατότητα.

### 3. Κεραμικό υλικό επικάλυψης VITA VM 9

#### 3.1 Φυσικές/μηχανικές ιδιότητες

VITA VM 9	Μονάδα μέτρησης	Τιμή
Συντελεστής θερμικής διαστολής (25 – 500 °C)	$10^{-6} \cdot K^{-1}$	8,8 – 9,2
Σημείο που μαλακώνει	°C	670
Θερμοκρασία μετατροπής (Tg)	°C	600
Χημική διαλυτότητα (ISO 6872)	μg/cm <sup>2</sup>	9,9
Μέση κόκκωση	μm (d <sub>50</sub> )	18
Αντοχή στην κάμψη 3 σημείων (ISO 6872)	MPa	102
Σκληρότητα Vickers (Transpa Dentine)	HV1	670

Προσδιορισμός κατά DIN EN ISO 6872

#### 3.2 Χημική σύνθεση

Συστατικά	% κατά βάρος
SiO <sub>2</sub>	60 – 64
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13 – 15
Na <sub>2</sub> O	4 – 6
K <sub>2</sub> O	7 – 10
CaO	1 – 2
ZrO <sub>2</sub>	0 – 1
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3 – 5

### 3.3 Συντελεστής θερμικής διαστολής

#### α) Υλικό και μέθοδος

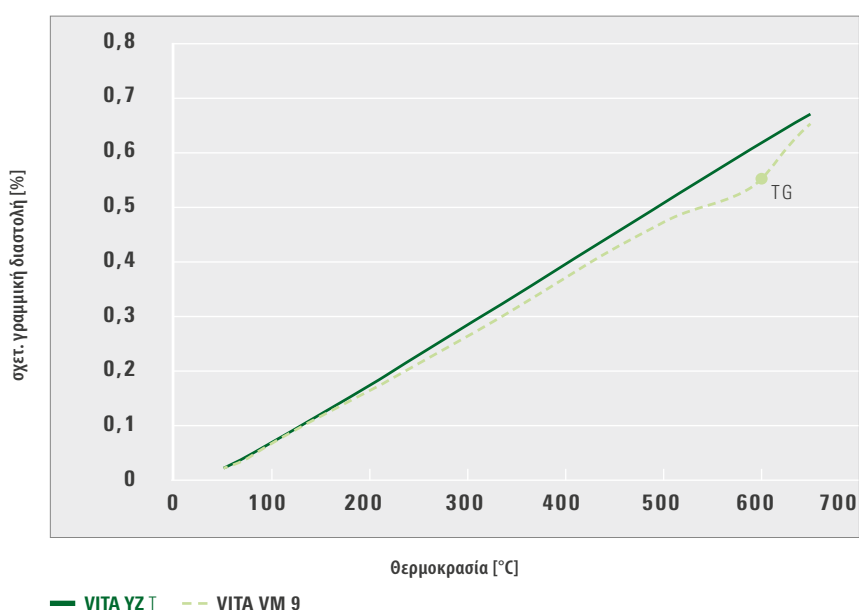
Δοκίμια από VITA YZ T und VITA VM 9 μετρήθηκαν σε άμεση σύγκριση στο διασταλόμετρο (Netzsch). Στο πλαίσιο αυτό θερμάνθηκαν με ρυθμό θέρμανσης 5 °C/min έως το σημείο που μαλακώνει (softening). Με την προσδιορισμένη γραμμική διαστολή έως μια ορισμένη θερμοκρασία (εδώ: 500 °C) προκύπτει ο συντελεστής θερμικής διαστολής (CTE) για το εκάστοτε υλικό.

#### β) Πηγή

Εσωτερική έρευνα, VITA E&A, (Gödiker, 10/2009, [1] βλ. σελ. 34)

#### γ) Αποτέλεσμα

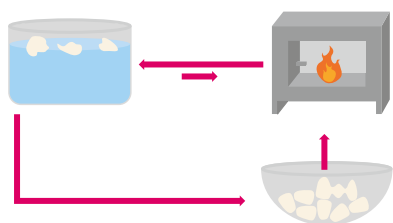
##### Θερμική διαστολή VITA YZ T και VITA VM 9



#### δ) Συμπέρασμα

Το υλικό VITA YZ T έχει συντελεστή CTE της τάξης των  $10,5 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$ . Προκειμένου να διασφαλίζονται οι βέλτιστες συνθήκες τάσης, ο συντελεστής CTE του υλικού VITA VM 9 της τάξης των  $9,2 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$  είναι λίγο χαμηλότερος. Αυτό αποσκοπεί στη διασφάλιση της επίτευξης μιας σταθερής και συνεπώς μακροπρόθεσμα καταπονήσιμης σύνδεσης μεταξύ της δομής επικάλυψης και της δομής του σκελετού. Η προσδιορισμένη μεταβατική θερμοκρασία γυαλιού (TG) του κεραμικού υλικού επικάλυψης με αυτήν τη μέθοδο μέτρησης είναι περίπου 600 °C.

### 3.4 Αντοχή στα θερμικά σοκ



#### α) Υλικό και μέθοδος

Η αντοχή στα θερμικά σοκ (The thermal shock resistance (TSR)) είναι μια δοκιμασμένη εσωτερική μέθοδος δοκιμής της εταιρείας VITA για την αξιολόγηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ του υλικού κατασκευής του σκελετού και του κεραμικού υλικού επικάλυψης ή των υπολειμματικών τάσεων σε ολόκληρο το σύστημα. Για αυτήν τη δοκιμή κατασκευάστηκαν έξι στεφάνες και μία για γέφυρα τριών μονάδων από VITA YZ T σύμφωνα με τις οδηγίες επεξεργασίας του κατασκευαστή και στη συνέχεια επικαλύφθηκαν με VITA VM 9.

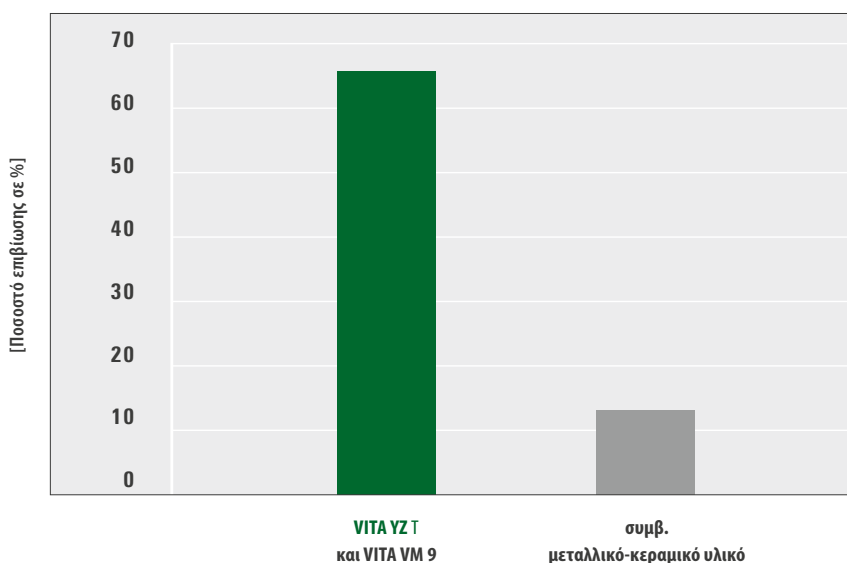
Στη συνέχεια, οι αποκαταστάσεις θερμάνθηκαν σε φούρνο στους 105 °C και διατηρήθηκαν για 30 λεπτά σε αυτήν τη θερμοκρασία. Τέλος, οι αποκαταστάσεις ψύχθηκαν απότομα σε νερό με πάγο και εξετάστηκαν για σχηματισμό ρωγμών και αποφλοιώσεων του κεραμικού υλικού. Οι άθικτες αποκαταστάσεις θερμάνθηκαν στη συνέχεια σε βήματα των 15 °C στην επόμενη βαθμίδα θερμοκρασίας (120 °C) μέχρι τη μέγιστη θερμοκρασία 165 °C.

#### β) Πηγή

Εσωτερική έρευνα, VITA E&A, (Gödiker, 10/2009 [1] βλ. σελ. 34)

#### γ) Αποτέλεσμα

##### Ποσοστό επιβίωσης, στα θερμικά σοκ

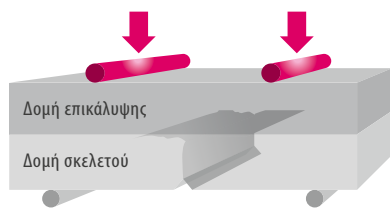


#### δ) Συμπέρασμα

Όσο υψηλότερο είναι το ποσοστό επιβίωσης των αποκαταστάσεων σε αυτήν τη δοκιμή, τόσο μικρότερος είναι ο κίνδυνος σχηματισμού ρωγμών ή αποφλοιώσεων του κεραμικού υλικού επικάλυψης με βάση τη μακρόχρονη εμπειρία στην καθημερινή πράξη του οδοντιατρείου/οδοντοτεχνικού εργαστηρίου. Το υλικό VITA YZ T παρουσιάζει σε συνδυασμό με το VITA VM 9 σε αυτήν τη διάταξη δοκιμής ένα σαφώς υψηλότερο ποσοστό επιβίωσης σε σύγκριση με το επικαλυμμένο μεταλλικό-κεραμικό υλικό. Οι τιμές που προσδιορίστηκαν με το υλικό VITA YZ σε συνδυασμό με το VITA VM 9, συγκρίνονται με τα μέσα αποτελέσματα των εξετάσεων του μεταλλικού-κεραμικού υλικού (διαφορετικές γενιές VMK σε συνδυασμό με διάφορα μεταλλικά κράματα) των προηγούμενων ετών.



### 3.5 Ποιότητα δεσμού VITA YZ T και VITA VM 9



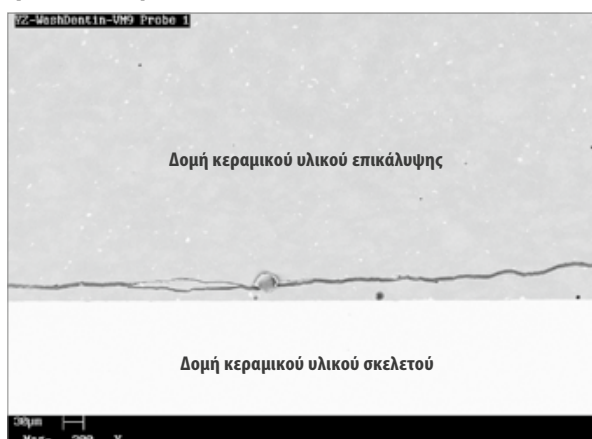
#### α) Υλικό και μέθοδος

Τα τεστ ελέγχου του δεσμού είναι μέθοδοι αξιολόγησης της ποιότητας της σύνδεσης, δηλ., της αντοχής στην καταπόνηση της σύνδεσης του υλικού κατασκευής σκελετού με το υλικό επικάλυψης. Υπάρχει, π.χ., η «δοκιμή Schwickerath» (βλ. ISO 9693), η οποία χρησιμοποιείται ως δοκιμή κάμψης 3 σημείων για μεταλλικά-κεραμικά υλικά. Για ολοκεραμικά συστήματα δεν υπάρχει καμία βασική δοκιμή ISO. Για την εδώ χρησιμοποιούμενη διάταξη δοκιμής διεξήχθη μια δοκιμή κάμψης 4 σημείων με στόχο το σχηματισμό ρωγμής στη ζώνη σύνδεσης προκειμένου να προσδιοριστεί η ενέργεια που απελευθερώνεται κατά την εξάπλωση της ρωγμής (βλ. ποσοστό έκλυσης ενέργειας). Αυτή η μέθοδος (που εδραιώθηκε από τον Charalambides και συνεργάτες [7]) χρησιμοποιείται, π.χ., από την NASA (National Aeronautics and Space Administration) για στρώματα βαφής στην εξωτερική πλευρά πυραύλων.

#### β) Πηγή

Haftverbundmechanismen in dentalen Schichtsystemen (Tholey, 2007, [8] βλ. σελ. 34)

#### γ) Αποτέλεσμα

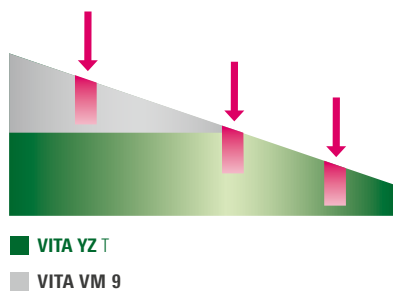


Εικόνας 25: VITA YZ T επικαλυμμένο με VITA VM 9, διαδρομή ρωγμής στην επικάλυψη, μεγέθυνση 300

#### δ) Συμπέρασμα

Η σύνδεση του υλικού VITA YZ T με το VITA VM 9 μπορεί να αξιολογηθεί ως εξαιρετική, επειδή στη χρησιμοποιούμενη σειρά δοκιμής, δεν προέκυψε σχηματισμός ρωγμής σε καμία περίπτωση στη ζώνη σύνδεσης, αλλά εξαπλώθηκε στο στρώμα του κεραμικού υλικού επικάλυψης (βλ. εικόνα REM, δομή σκελετού ανοικτού γκρι χρώματος και δομή επικάλυψης σκούρου γκρι χρώματος). Συνεπώς δεν προσδιορίζεται καμία μετρήσιμη τιμή (ενέργειας) της πραγματικής σύνδεσης.

### 3.6 Ζώνη σύνδεσης μεταξύ VITA YZ T και VITA VM 9



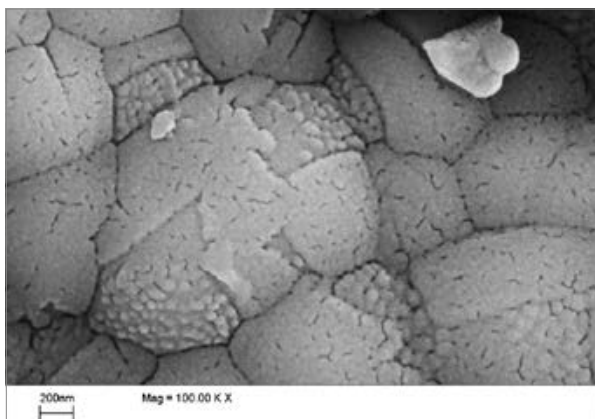
#### α) Υλικό και μέθοδος

Για την αναλυτική εξέταση της ζώνης σύνδεσης VITA YZ T με VITA VM 9 επικαλύφθηκαν δοκίμια VITA YZ T με το υλικό VITA VM 9 και μετά πριονίστηκαν σε μορφή σφήνας. Στη συνέχεια, τα δοκίμια υποβλήθηκαν για 20 δευτερόλεπτα σε επεξεργασία με VITA CERAMICS ETCH (γέλη υδροφθορικού οξέος 5%) και εξετάστηκαν οι επιφάνειές τους με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο εκπομπής (REM).

#### β) Πηγή

SEM observations of porcelain YTZP interface (Tholey, 2009, [10] βλ. σελ. 34)

#### γ) Αποτέλεσμα



Εικόνα 26: Δομή VITA YZ T μετά την επικάλυψη, μεγέθυνση 100.000

#### δ) Συμπέρασμα

Η διαδικασία επικάλυψης (επίστρωση κεραμικού υλικού και όπτηση) τροποποιεί την κρυσταλλική δομή της κατασκευής σκελετού VITA YZ T στη ζώνη σύνδεσης με αποτέλεσμα το σχηματισμό μιας νέας κρυσταλλικής δομής. Στην εικόνα REM παρουσιάζεται αυτή η νέα επιφάνεια σε μεγέθυνση 100.000. Τα αποτελέσματα καθιστούν αναμενόμενο ότι αυτή η νέα δομή συνδέεται άψογα χημικά με τη δομή του κεραμικού υλικού επικάλυψης VITA VM 9 και έτσι επιτυγχάνεται ή άκρως ανθεκτική στην καταπόνηση σύνδεση μεταξύ σκελετού και επικάλυψης.

#### 4. Στοιχεία αναφοράς

1. Εσωτερικές έρευνες, VITA E&A:  
VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG  
Τομέας έρευνας και ανάπτυξης  
Spitalgasse 3  
79713 Bad Säckingen  
  
Διπλ. μηχαν. Michael Gödiker, Προϊστάμενος έργων E&A, Bad Säckingen  
Eva Kolb MSc., Προϊσταμένη έργων E&A, Bad Säckingen
2. Brevier Technische Keramik, Verband der Keramischen Industrie e.V., 2003
3. Έρευνεςτριβής, Πανεπιστημιακή Κλινική Regensburg, Έκθεση: Pin-on-blockweartest of different ceramics, 09/2011 Διπλ. Δρ. μηχαν. Martin Rosentritt, Διευθυντής τομέα έρευνας, Πανεπιστημιακή Κλινική Regensburg, Πολυκλινική οδοντοτεχνικών προσθετικών
4. Piconi, C., Maccauro, G. (1999). Review Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials*, 1999, 1–25.
5. Körber, K., Ludwig, K. (1983). Μέγιστη μασητική δύναμη ως συντελεστής υπολογισμού οδοντοτεχνικών κατασκευών. *Dent Lab*, 1983, 55–60.
6. Coldea, A. και συνεργάτες (2009). Untersuchung des Einflusses verschiedener Keramikschleifersysteme auf Zirkoniumdioxid, *Quintessenz Zahntech*, 2009, 470–483.
7. Charalambides P. G. et al. Near-Tip Mechanics of Stress-Induced Microcracking in Brittle Materials, *J. Am. Ceram. Soc.* 1988, 465–472.
8. Tholey M. J., Stephan M. Haftverbundmechanismen in dentalen Schichtsystemen. *Quintessenz Zahntech*, 2007; 160–168.
9. Tholey M. J., Swain M. V., Thiel N. SEM observations of porcelain YTZP interface. *Dental Materials*, 2009, 857–862.
10. Tosoh Corporation, Japan, Technical Report, 2017
11. Preis V. et al. Cycle-dependent in vitro wear performance of dental ceramics after clinical surface treatments, *Dental Materials*, 2015, 49–58
12. Kailera A., Stephan M. On the feasibility of the Chevron Notch Beam method to measure fracture toughness of fine-grained zirconia ceramics *Dental Materials*, 2016, 1256–1262





## ΣΑΣ ΠΑΡΕΧΟΥΜΕ ΕΥΧΑΡΙΣΤΩΣ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΒΟΗΘΕΙΑ

› Περισσότερες πληροφορίες για προϊόντα και την επεξεργασία παρέχονται επίσης στην ιστοσελίδα [www.vita-zahnfabrik.com](http://www.vita-zahnfabrik.com)

### ☎ Τηλεφωνική γραμμή εξυπηρέτησης Hotline, υποστήριξη πωλήσεων

Για την καταγραφή παραγγελιών και για ερωτήματα σχετικά με την παράδοση, τα στοιχεία προϊόντων και διαφημιστικά υλικά είναι στη διάθεσή σας ο κύριος Carmen Holsten και η ομάδα του, της εσωτερικής υπηρεσίας πωλήσεων.

▶ Τηλ. + 49 (0) 7761/56 28 84  
Φαξ + 49 (0) 7761/56 22 99  
8.00 έως 17.00 CET  
Mail [info@vita-zahnfabrik.com](mailto:info@vita-zahnfabrik.com)

Περισσότερα διεθνή στοιχεία επικοινωνίας παρέχονται στη διεύθυνση [www.vita-zahnfabrik.com/contacts](http://www.vita-zahnfabrik.com/contacts)

### ☎ Τηλεφωνική γραμμή εξυπηρέτησης Hotline για τεχνικά ζητήματα

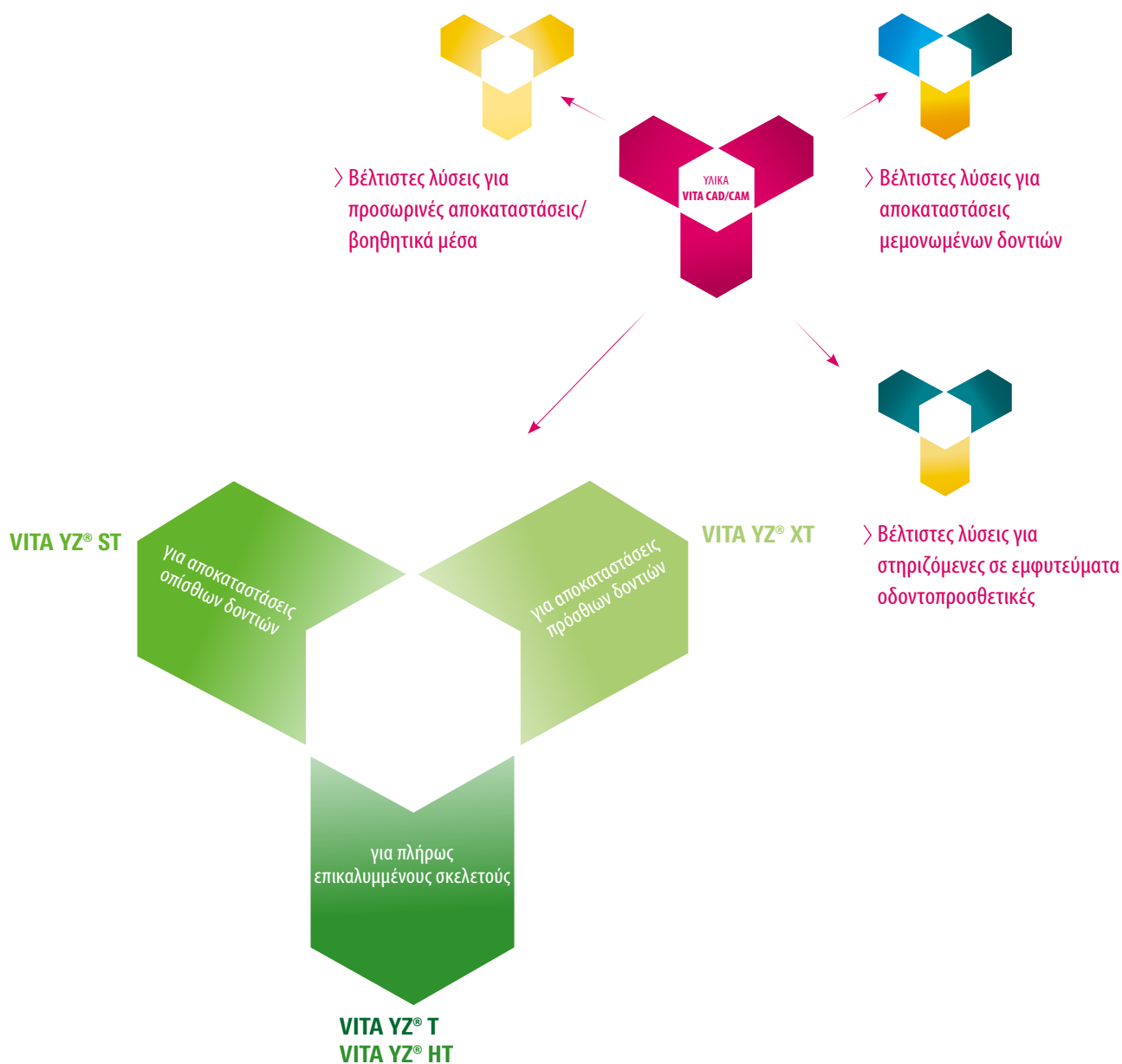
Για τεχνικά ερωτήματα σχετικά με τις λύσεις προϊόντων VITA μπορείτε να επικοινωνείτε με τον τεχνικό σύμβουλο της εταιρείας μας Δρ. Michael Tholey και την ομάδα του, του τμήματος τεχνικής υποστήριξης.

▶ Τηλ. + 49 (0) 7761/56 22 22  
Φαξ + 49 (0) 7761/56 24 46  
8.00 έως 17.00 CET  
E-mail [info@vita-zahnfabrik.com](mailto:info@vita-zahnfabrik.com)

Περισσότερες πληροφορίες για τα προϊόντα VITA YZ SOLUTIONS παρέχονται στην ιστοσελίδα: [www.vita-zahnfabrik.com/cadcam](http://www.vita-zahnfabrik.com/cadcam)



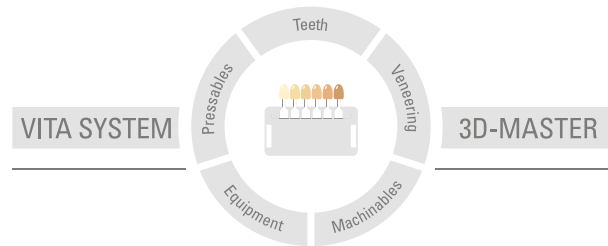
**ΥΛΙΚΑ VITA CAD/CAM** – Για βέλτιστες λύσεις. Δοκιμασμένα σε εκατομμύρια περιπτώσεων.



### > Βέλτιστες λύσεις για μονολιθικές, εν μέρει ή πλήρως επικαλυμμένες γέφυρες

Εδώ και περισσότερα από 15 χρόνια εμπιστεύονται οδοντιατρεία και εργαστήρια τα υλικά VITA CAD/CAM για την κατασκευή σκελετών. Η γκάμα υλικών περιλαμβάνει εκτός από τα δοκιμασμένα διοξειδία ζirkονίου VITA YZ T/HT για πλήρως επικαλυμμένες αποκαταστάσεις και τις εξαιρετικά ημιδιαφανείς παραλλαγές VITA YZ ST/XT για πλήρως ανατομικές και μερικώς επικαλυμμένες αποκαταστάσεις. Με την τεχνολογία VITA Rapid Layer Technology επικαλύπτονται σκελετοί με μεθόδους CAD/CAM. Για όλες τις λύσεις υλικών διατίθενται υγρά χρωματισμού, χρώματα μακιγιάζ και κεραμικά υλικά επικάλυψης – για υψηλή εξατομίκευση, ιδανικά προσαρμοσμένα από την ίδια εταιρεία.

Περισσότερες πληροφορίες για τα προϊόντα **VITA YZ SOLUTIONS** παρέχονται στην ιστοσελίδα: [www.vita-zahnfabrik.com/cadcam](http://www.vita-zahnfabrik.com/cadcam)



**Λάβετε υπόψη:** τα προϊόντα της εταιρείας μας πρέπει να χρησιμοποιούνται σύμφωνα με τις πληροφορίες χρήσης. Δεν αναλαμβάνουμε καμία ευθύνη για βλάβες που προκύπτουν από τον αδόκιμο χειρισμό ή επεξεργασία τους. Κατά τα άλλα, ο χρήστης υποχρεούται να ελέγχει την καταλληλότητα του προϊόντος για το προβλεπόμενο πεδίο εφαρμογής προτού το χρησιμοποιήσει. Αποκλείεται κάθε ευθύνη της εταιρείας μας όταν το προϊόν υποβάλλεται σε επεξεργασία σε μη συμβατικό ή απαγορευμένο συνδυασμό με υλικά και συσκευές τρίτων κατασκευαστών και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την πρόκληση βλαβών. Το ερμάριο VITA Modulbox δεν αποτελεί υποχρεωτικό συστατικό του προϊόντος. Έκδοση του παρόντος δελτίου πληροφοριών χρήσης: 2022-03

Με την έκδοση του παρόντος δελτίου πληροφοριών χρήσης καταργούνται όλες οι προηγούμενες εκδόσεις. Η εκάστοτε τρέχουσα έκδοση παρέχεται στην ηλεκτρονική διεύθυνση [www.vita-zahnfabrik.com](http://www.vita-zahnfabrik.com)

Η VITA Zahnfabrik έχει πιστοποιηθεί και τα παρακάτω προϊόντα φέρουν το σήμα

**CE 0124.**

**VITA YZ® T, VITA YZ® HT, VITA YZ® ST, VITA YZ® XT, VITAVM®9**

Τα σήματα **VITA YZ®** και **VITAVM®9** είναι κατατεθέντα εμπορικά σήματα της εταιρείας VITA Zahnfabrik.

Τα αναφερόμενα στο παρόν έγγραφο προϊόντα άλλων κατασκευαστών είναι κατατεθέντα εμπορικά σήματα των εκάστοτε αναφερόμενων κατασκευαστών.

MD

# VITA

VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co.KG  
Spitalgasse 3 · D-79713 Bad Säckingen · Germany  
Tel. +49(0)7761/562-0 · Fax +49(0)7761/562-299  
Hotline: Tel. +49(0)7761/562-222 · Fax +49(0)7761/562-446  
[www.vita-zahnfabrik.com](http://www.vita-zahnfabrik.com) · [info@vita-zahnfabrik.com](mailto:info@vita-zahnfabrik.com)  
[facebook.com/vita.zahnfabrik](https://www.facebook.com/vita.zahnfabrik)