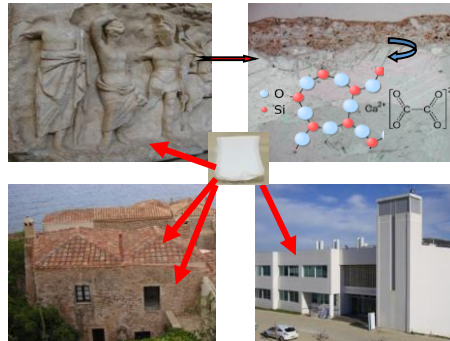


ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

«Βιο-μιμητικά, βιο-διασπώμενα νανο-σύνθετα  
και μη τοξικά προϊόντα για βελτιωτικές  
επεμβάσεις σε δομικά υλικά»

Αναστασία Βεργανελάκη, Υπ. Διδάκτωρ Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών

Επιβλέπων Καθηγητής: Νόννη Μαραβελάκη



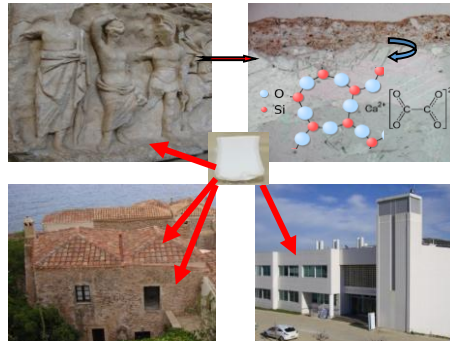
«Το Πολυτεχνείο Κρήτης ερευνά» - Ημέρες γνωριμίας με την Έρευνα στο Πολυτεχνείο Κρήτης

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

«Βιο-μιμητικά, βιο-διασπώμενα νανο-σύνθετα  
και μη τοξικά προϊόντα για βελτιωτικές  
επεμβάσεις σε δομικά υλικά»

Αναστασία Βεργανελάκη, Υπ. Διδάκτωρ Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών

Επιβλέπων Καθηγητής: Νόννη Μαραβελάκη



«Το Πολυτεχνείο Κρήτης ερευνά» - Ημέρες γνωριμίας με την Έρευνα στο Πολυτεχνείο Κρήτης

## Στόχοι έρευνας

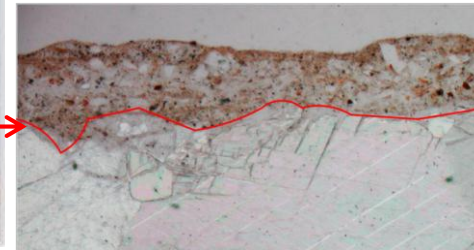
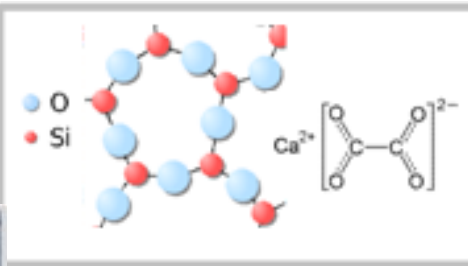
- [1]** Σύνθεση νανοσύνθετων υλικών για στερέωση και ενίσχυση της δομής δομικών υλικών.
- [2]** Χαρακτηρισμός των νανοσύνθετων υλικών
- [3]** Εφαρμογή και αποτίμηση των ιδιοτήτων του ως στερεωτικά μέσα

## Βασικά κριτήρια στερεωτικών

- Ενίσχυση και προστασία των δομικών υλικών για μεγάλο χρονικό διάστημα.
- Να παρουσιάζουν ικανοποιητικό βάθος διείσδυσης.
- Να παρουσιάζουν φυσικοχημική και μηχανική συμβατότητα με τα δομικά υλικά.
- Να μην παρουσιάζουν μικρορωγμές και συρρίκνωση κατά την εξάτμιση των διαλυτών.
- Να αλλάζουν την κατανομή των πόρων των δομικών υλικών ούτως ώστε να περιορίζεται η διάβρωση από τα άλατα χωρίς όμως να μειώνεται η διαπερατότητα των υδρατμών.
- Να μην αλλάζουν το χρώμα των δομικών υλικών.
- Να παρουσιάζουν μεγάλο χρόνο ζωής.

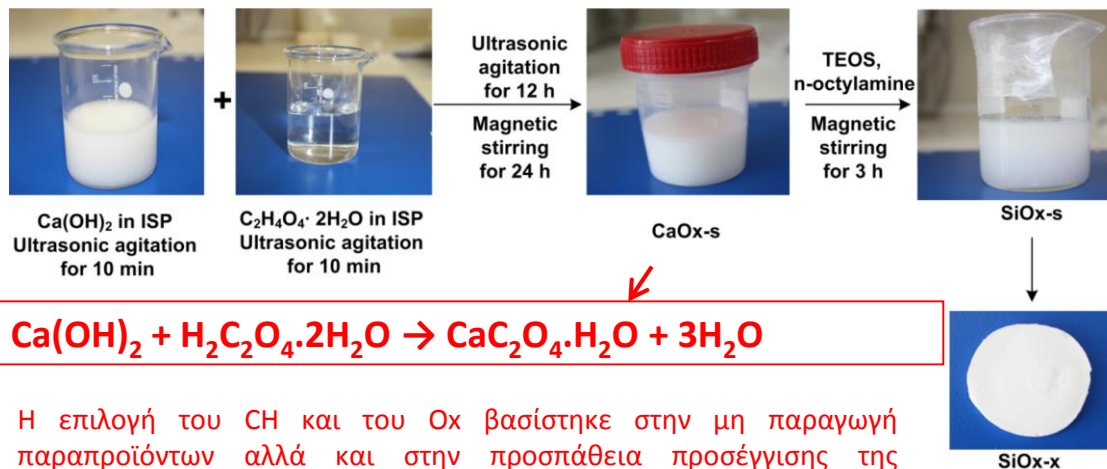
## Βασική ιδέα για τα στερεωτικά υλικά Si-Ox

Η σύσταση του SiOx από πυριτία και **οξαλικό ασβέστιο**, εμπνεύσθηκε από καλοδιατηρημένες επιφάνειες μνημείων και μηχανισμούς της φύσης, συνδυάζοντας καινοτομία, αποδοτικότητα και πολλαπλές εφαρμογές.



Η παρουσία νανο-σωματιδίων οξαλικού ασβεστίου στο πήκτωμα, θα προσφέρει προστασία και στερέωση στα δομικά υλικά, λόγω της ελάχιστης διαλυτότητας του οξαλικού ασβεστίου στο νερό, της χημικής συνάφειάς του με τα δομικά υλικά και της ικανότητάς του να διεισδύει βαθιά στο εσωτερικό τους.

## [1] Σχεδιασμός και σύνθεση στερεωτικού SiOx



Η επιλογή του CH και του Ox βασίστηκε στην μη παραγωγή παραπροϊόντων αλλά και στην προσπάθεια προσέγγισης της διαδικασίας σύνθεσης οξαλικού ασβεστίου των καλοδιατηρημένων επιφανειών.

- ✓ Για την σύνθεση SiOx χρησιμοποιήθηκαν μη τοξικοί διαλύτες και αντιδραστήρια.
- ✓ Η σύνθεση του SiOx είναι εύκολη για βιομηχανική παραγωγή, χωρίς ενδιάμεσα στάδια.

## [2] Χαρακτηρισμός και εφαρμογή στερεωτικού SiOx

- Ο χαρακτηρισμός του SiOx πραγματοποιήθηκε με τις αναλυτικές τεχνικές: **FTIR, XRD, BET, SEM**
- Εφαρμογή SiOx σε:



Ασβεστόλιθοι,  
ασβεστιτικοί ψαμμίτες,  
μάρμαρα, κεραμικά  
δομικά υλικά και  
τσιμεντοκονιάματα

## [2] Χαρακτηρισμός και εφαρμογή στερεωτικού SiO<sub>x</sub>

Τρόποι εφαρμογής του SiO<sub>x</sub>



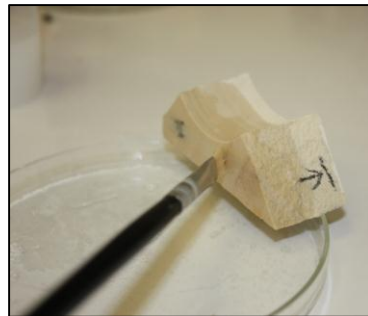
Με ολική εμβάπτιση



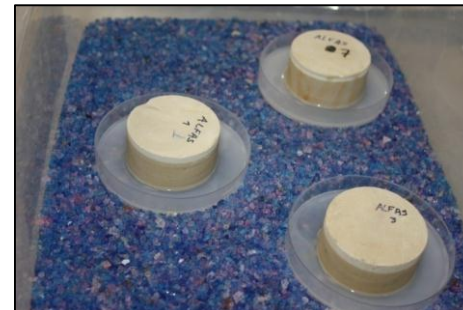
Με ψεκασμό



Με πιπέτα/σύριγγα



Με πινέλο/βούρτσα



Με τριχοειδή αναρρίχηση

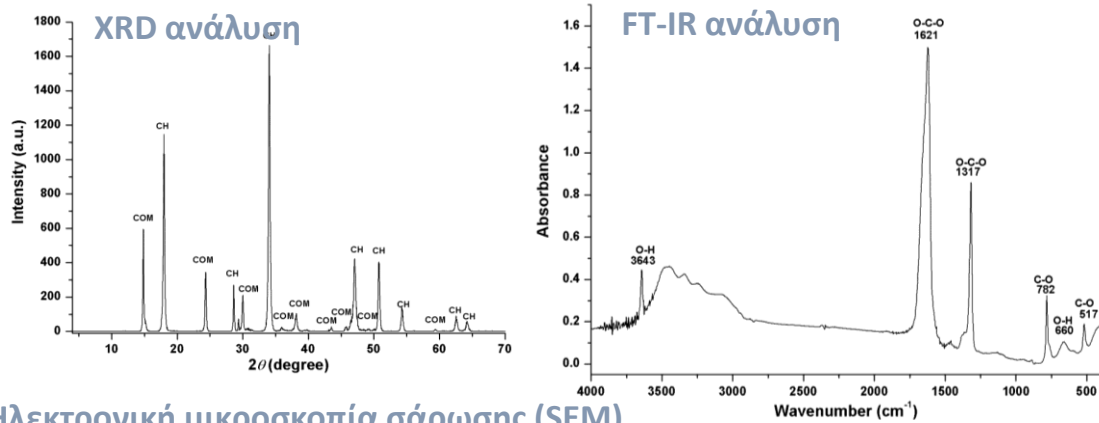


### [3] Αποτίμηση ιδιοτήτων στερεωτικού SiOx

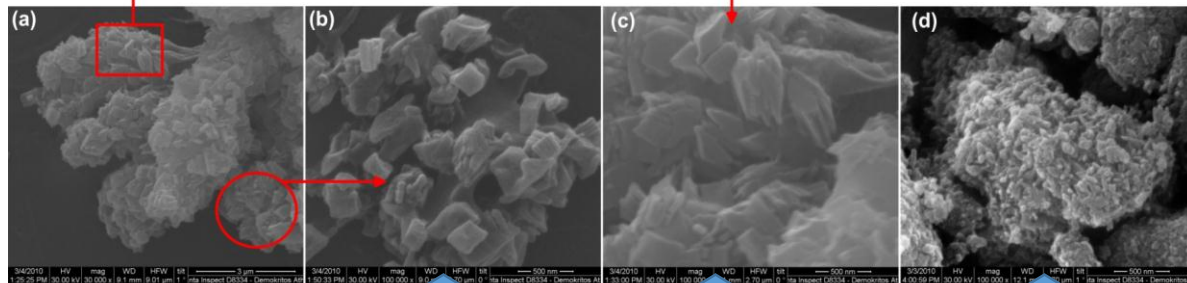
- Η σταθερότητα του συστήματος λίθου και SiOx καθώς και το βάθος διείσδυσης του υλικού ελέγχθηκαν με **FTIR**, **DRMS** και **SEM**.
- Ελέγχθηκαν οι χρωματικές αλλαγές, η τριχοειδής αναρρίχηση του νερού (WCA), η διαπερατότητα σε υδρατμούς (WVP) και τα χαρακτηριστικά της μικροδομής του λίθου.
- Οι μηχανικές ιδιότητες των επεξεργασμένων λίθων ελέγχθηκαν με έμμεσο εφελκυσμό (Brazilian test) και με την αντίσταση στην μικροδιάτρηση (DRMS).

## Χαρακτηρισμός νανο-οξαλικού ασβεστίου

- Ανάλυση οξαλικού ασβεστίου αμέσως μετά την σύνθεσή του
- Προσδιορισμός μεγέθους κρυστάλλων οξαλικού ασβεστίου



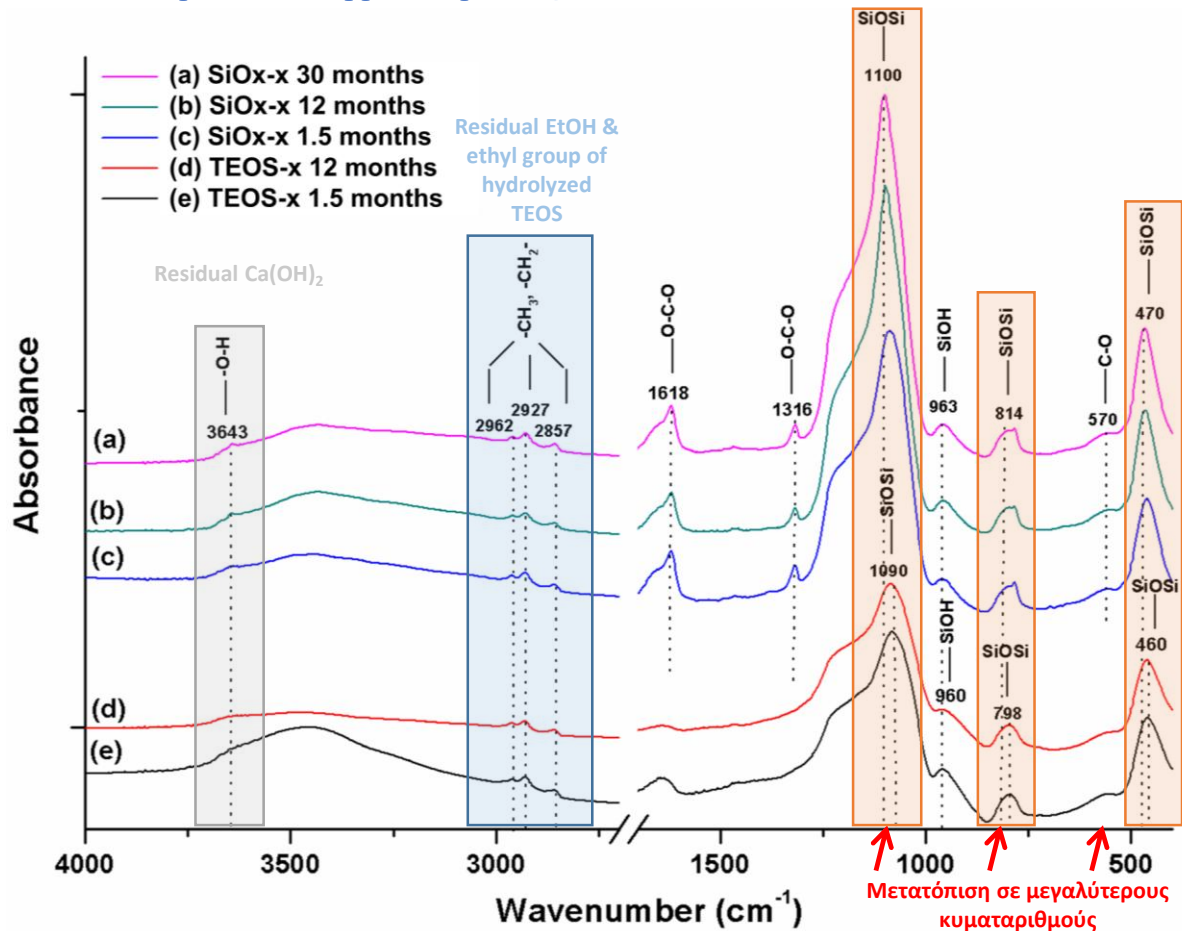
### Ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης (SEM)



Νανοκρύσταλλοι οξαλικού ασβεστίου πλάτους 30-35 nm και μήκους 50-170 nm.

Νανοσωματίδια μετά από υπέρηχους

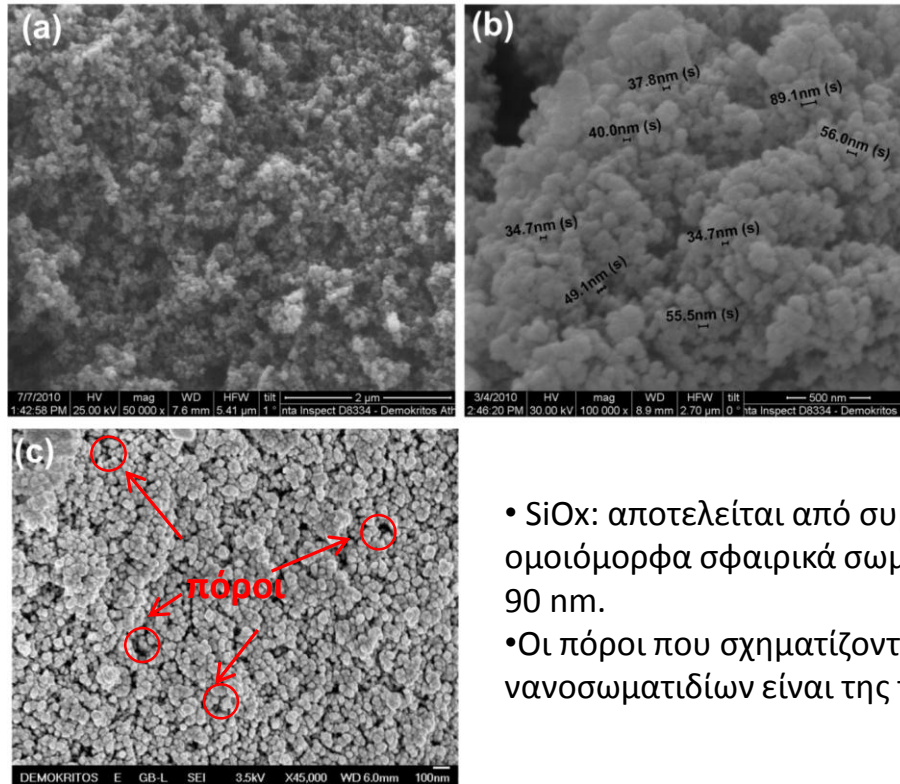
# Χαρακτηρισμός υλικού SiOx



# Χαρακτηρισμός υλικού SiO<sub>x</sub>

Ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης (SEM)

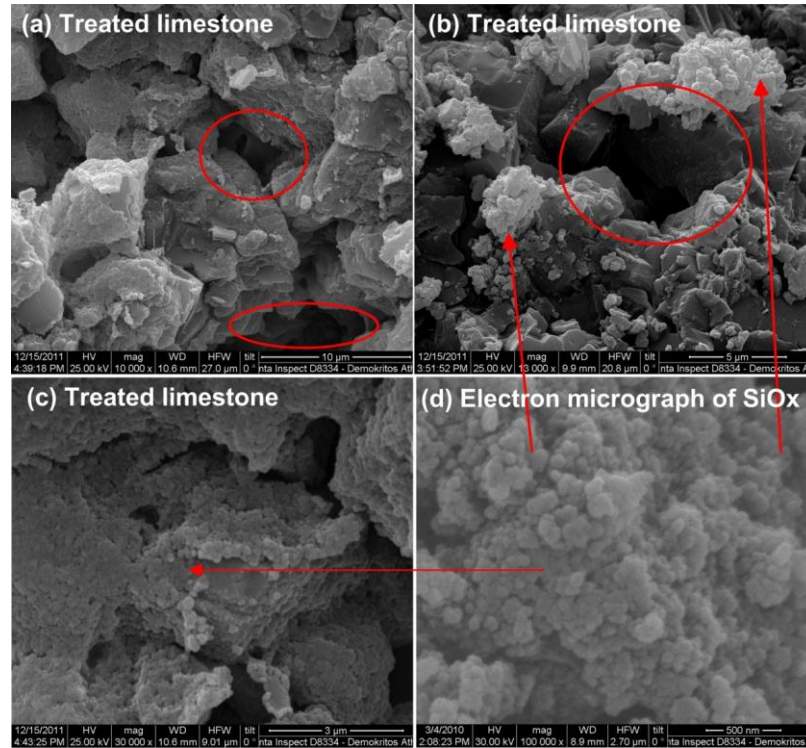
Αποτελέσματα - Συζήτηση



- SiO<sub>x</sub>: αποτελείται από συμπαγή δομή με ομοιόμορφα σφαιρικά σωματίδια διαμέτρου 35-90 nm.
- Οι πόροι που σχηματίζονται μεταξύ των νανοσωματιδίων είναι της τάξεως των 30 nm.

# Αποτίμηση εφαρμογής του SiOx

Αποτελέσματα - Συζήτηση

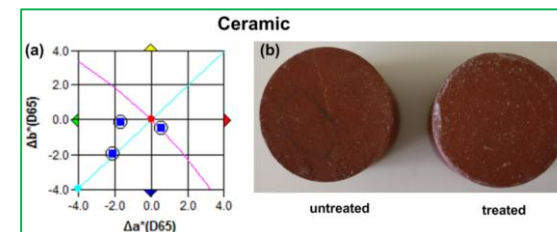
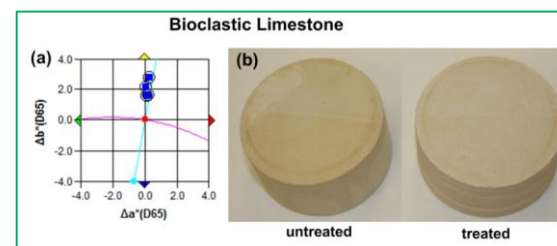
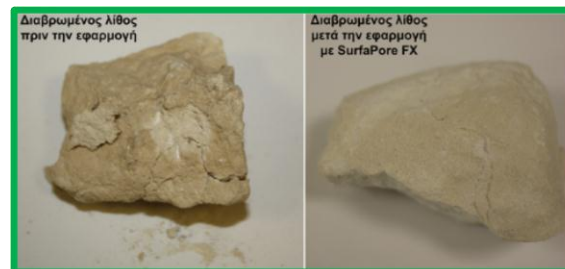


- ✓ Δεν κλείνουν οι πόροι
- ✓ Το δομικό υλικό αναπνέει

# Αποτίμηση εφαρμογής του SiOx

## Πλεονεκτήματα SiOx

	Στερεωτικό SiOx
Βάθος διείδυσης	~ 18-20 mm
Μεταβολή Συντελεστή διαπερατότητας υδρατμών	34%
Χρωματικές αλλαγές	$\Delta E^* = 2,63$
Αντοχή	Αύξηση κατά 20%





# Συμπεράσματα

- ✓ Στηριζόμενοι στα βασικά χαρακτηριστικά της προστατευτικής πατίνας των μνημείων, συντέθηκε επιτυχώς ένα στερεωτικό νανοϋλικό για την αντιμετώπιση της αποσάθρωσης επιφανειών.
- ✓ Το νανοϋλικό  $\text{SiO}_x$  έχει μικρό ιξώδες επιτυγχάνοντας έτσι μεγάλο βάθος διείσδυσης.
- ✓ Το νανοϋλικό  $\text{SiO}_x$  δεν παρουσιάζει μικρορωγμές και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως στερεωτικό δομικών υλικών.
- ✓ Το νανοϋλικό  $\text{SiO}_x$  παρουσιάζει μεγάλη χημική συμβατότητα με τα δομικά υποστρώματα.
- ✓ Για την σύνθεσή του χρησιμοποιήθηκαν μη τοξικοί διαλύτες και αντιδραστήρια.
- ✓ Το νέο συντεθειμένο στερεωτικό υλικό μπορεί να εφαρμοστεί επιτυχώς με ποικίλους τρόπους σε διάφορα δομικά υποστρώματα.
- ✓ Το στερεωτικό υλικό έχει περάσει στη βιομηχανική παραγωγή.

# Δίπλωμα ευρεσιτεχνίας και δημοσιεύσεις

## Το SiOx έχει κατοχυρωθεί με Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας

 **ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ** 

**ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΥΡΕΣΙΤΕΧΝΙΑΣ**

Αριθμ. **1007392**

Έχοντα υπόψη :

α) το άρθρο 8 παρ. 11 του νόμου 1733/87 "Μεταφορά τεχνολογίας, πατέντας, τεχνολογική καινοτομία και σύσταση Επιτροπής Ατομικής Ενέργειας"  
β) την υπ' αριθ. 15928/ΕΦΑ/1253 απόφαση του Υπουργού Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας "Κατ'ελάχιστο αίτηση για χορήγηση Διπλώματος Ευρεσιτεχνίας ή Πάταנטου και Υποδείγματα Χρηματίων στον Ο.Β.Ι. και τήρηση βιβλίου"  
γ) την αίτηση που κατέθεσε ο ενδιαφερόμενος στον Ο.Β.Ι. στις **12-11-2010** με αριθμό **20100100656** και την καταβολή στις **31-8-2011** του τέλους χορήγησης.

Αποτέλεσμα  
Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας με θεωρηθούν όλα τα κατά νόμον επισυνεπιφερόμενα σχετικά έγγραφα, όπως :

1. ΜΑΡΑΒΕΛΑΚΗ ΠΑΓΩΝΑ του Βασίλειου  
Πατησίων 1, Παλιόκλειο Κρήτης  
73100 ΧΑΝΙΑ (ΧΑΝΙΟΝ)
2. ΒΕΡΓΑΝΕΛΑΚΗ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ του Μιχαήλ  
Χρυσοκλιτύσιος 2  
73100 ΧΑΝΙΑ (ΧΑΝΙΟΝ)
3. ΚΑΡΑΤΑΣΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ του Λάμπρου  
Κοσμή 6, ΕΛΕΦΕ, Λαμία  
15238 ΧΑΛΑΝΑΡΙ (ΑΤΤΙΚΗΣ)
4. ΚΥΛΙΚΟΓΛΟΥ ΒΑΣΙΛΗΣ του Ιωάννη  
Κοσμή 6, ΕΛΕΦΕ, Λαμία  
15238 ΧΑΛΑΝΑΡΙ (ΑΤΤΙΚΗΣ)


ΤΙΤΛΟΣ : "ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΝΑΝΟ-ΟΞΕΛΙΚΟΥ ΠΥΡΙΤΙΚΟΥ ΠΗΚΤΙΣΜΑΤΟΣ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΑ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ"

ΕΦΕΥΡΕΤΗΣ(ΕΣ) :

1. ΜΑΡΑΒΕΛΑΚΗ ΠΑΓΩΝΑ του Βασίλειου
2. ΒΕΡΓΑΝΕΛΑΚΗ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ του Μιχαήλ
3. ΚΑΡΑΤΑΣΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ του Λάμπρου
4. ΚΥΛΙΚΟΓΛΟΥ ΒΑΣΙΛΗΣ του Ιωάννη

ΔΙΕΘΝΗΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ (INT. CL.<sup>8</sup>) : C04B 2406, C04B 2824, C04B 41/45, C04B 41/49, C04B 41/50, C07C 51/00.

Το Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας αυτό, ισχύει μέχρι : **13-11-2030**

  
Ο ΑΡΧΙΜΕΤΡΗΣ  
ΣΥΝΕΠΙΤΡΟΦΟΣ

ΝΟΜΙΚΟ ΕΠΙΣΤΗΜΟ ΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΔΙΚΑΙΟΥ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΟ ΕΚΔΟΣΙΑΣ Σ.Β.Μ. & Θ. ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



# Δίπλωμα ευρεσιτεχνίας και δημοσιεύσεις

## **Επιστημονικά περιοδικά**

- «A biomimetic approach to strengthen and protect construction materials with a novel calcium-oxalate–silica nanocomposite», A. Verganelaki, V. Kilikoglou, I. Karatasios, P. Maravelaki-Kalaitzaki, *Construction and Building Materials* 62 (2014) 8–17.
- «Characterization of a newly synthesized calcium oxalate-silica nanocomposite and evaluation of its consolidation effect on limestones», Verganelaki, N. Maravelaki, V. Kilikoglou, I. Karatasios, I. Arampatzis, K. Siamos, “, *Built Heritage. Monitoring Conservation Management*, Editor(s): M. Boriani, G. Guidi, L. Toniolo, Springer, in press, 2014.

## **Διεθνή επιστημονικά συνέδρια**

- «Novel hybrid nanocomposites for building materials strengthening and protection», P. Maravelaki, C. Kapridaki, A. Verganelaki, 10<sup>th</sup> International Conference on Nanosciences & Nanotechnologies-NN13, 9-12 July 2013, Thessaloniki, Greece.
- «Synthesis and Characterization of a Bio-Inspired Calcium Oxalate-Silica Nanocomposite for Stone Conservation», N. Maravelaki, A. Verganelaki, V. Kilikoglou, I. Karatasios, C. Kapridaki, 6<sup>th</sup> International Congress "Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin" 22-25 October 2013, Athens, Greece.
- «Synthesis and Characterization of a Calcium Oxalate-silica Nanocomposite for Stone Conservation», A. Verganelaki, N. Maravelaki, V. Kilikoglou, I. Karatasios, I. Arampatzis, K. Siamos, International Conference Built Heritage: Monitoring Conservation Management, 18-20 November 2013, Milano, Italy.

Διατίθεται στο εμπόριο από την ελληνική εταιρεία NanoPhos A.E.

Si-Ox



Από το Si-Ox στο  
SurfaPore-FX



**Project:**

- Repairing of loose and damaged building surfaces.
- Enhancement of Abrasion resistance.
- Elimination of surface dusting

**Product:**  
SurfaPore FX

**Key Benefits:**

- Enhancement of compressive, tensile and flexural strength of building materials
- Stabilizes loose matter
- Does not change natural appearance
- Enhances the elastic Young's modulus
- Reduces water penetration
- Breathable - does not affect porosity or vapour permeability
- Resinless & Inorganic liquid formulation - Not film forming
- Deep penetrating
- Long lasting and weathering and UV resistant
- Easy surface application
- Biomimetic formulation
- Compatible with all natural or traditional building materials.
- Applicable on both interior and exterior surfaces

**Applications:**

- Interior or exterior worn and deteriorated building surfaces
- Stucco, plaster or render
- Cementitious materials
- Sand- and porous stones
- Marbles
- Clay based tiles

**Packaging:**

- 1L, 4L, 10L Plastic Containers

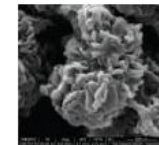
[www.NanoPhos.com](http://www.NanoPhos.com)



**SurfaPore FX**

**Fixing Liquid for Stabilizing and Repairing Loose and Worn Building Surfaces**

SurfaPore FX is an innovative hybrid nano-material to enhance the mechanical properties and stabilize/repair loose and worn building surfaces. Inspired by the ingredients of the most well preserved ancient monuments, SurfaPore FX contains calcium modified nanoparticles to fix and bind together building materials, resulting the enhancement of their mechanical properties. Complete absence of organic ingredients and resinous compounds assure long term effectiveness and weathering resistance. SurfaPore FX can be also applied on sensitive surfaces to enhance abrasion resistance. Porous and brittle sandstone surfaces will stop dusting upon application of SurfaPore FX. It can also be used in the restoration of monuments, due to the natural and biomimetic character.



Calcium oxalate nanoparticles are key ingredients of SurfaPore FX formulation. This picture illustrates their shape and size, the later being between 30nm and 150nm.

SurfaPore® is a registered trademark of NanoPhos SA  
PO Box 113,  
Science & Technology Park of Lavrio  
Lavrio 19206, Greece  
T: +302102609332 F: +302102609383  
W: [www.nanoPhos.com](http://www.nanoPhos.com) E: [info@nanoPhos.com](mailto:info@nanoPhos.com)

**NanoPhos** ★  
Pioneering  
Nanotechnology

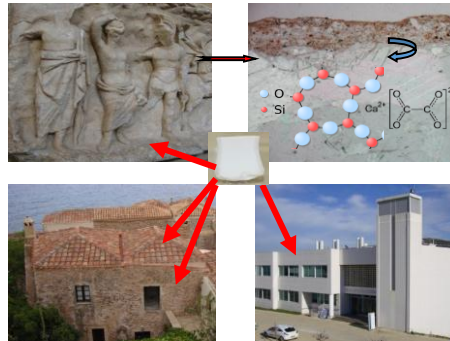
Ευχαριστώ για την προσοχή σας

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

«Βιο-μιμητικά, βιο-διασπώμενα νανο-σύνθετα  
και μη τοξικά προϊόντα για βελτιωτικές  
επεμβάσεις σε δομικά υλικά»

Αναστασία Βεργανελάκη, Υπ. Διδάκτωρ Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών

Επιβλέπων Καθηγητής: Νόννη Μαραβελάκη



«Το Πολυτεχνείο Κρήτης ερευνά» - Ημέρες γνωριμίας με την Έρευνα στο Πολυτεχνείο Κρήτης

## Στόχοι έρευνας

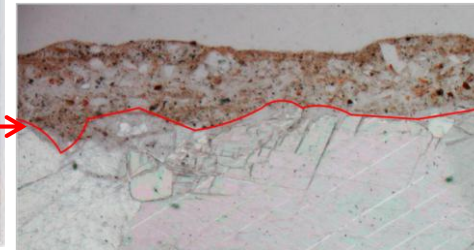
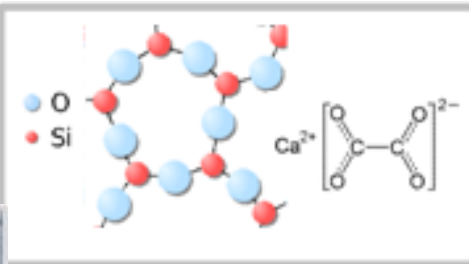
- [1]** Σύνθεση νανοσύνθετων υλικών για στερέωση και ενίσχυση της δομής δομικών υλικών.
- [2]** Χαρακτηρισμός των νανοσύνθετων υλικών
- [3]** Εφαρμογή και αποτίμηση των ιδιοτήτων του ως στερεωτικά μέσα

## Βασικά κριτήρια στερεωτικών

- Ενίσχυση και προστασία των δομικών υλικών για μεγάλο χρονικό διάστημα.
- Να παρουσιάζουν ικανοποιητικό βάθος διείσδυσης.
- Να παρουσιάζουν φυσικοχημική και μηχανική συμβατότητα με τα δομικά υλικά.
- Να μην παρουσιάζουν μικρορωγμές και συρρίκνωση κατά την εξάτμιση των διαλυτών.
- Να αλλάζουν την κατανομή των πόρων των δομικών υλικών ούτως ώστε να περιορίζεται η διάβρωση από τα άλατα χωρίς όμως να μειώνεται η διαπερατότητα των υδρατμών.
- Να μην αλλάζουν το χρώμα των δομικών υλικών.
- Να παρουσιάζουν μεγάλο χρόνο ζωής.

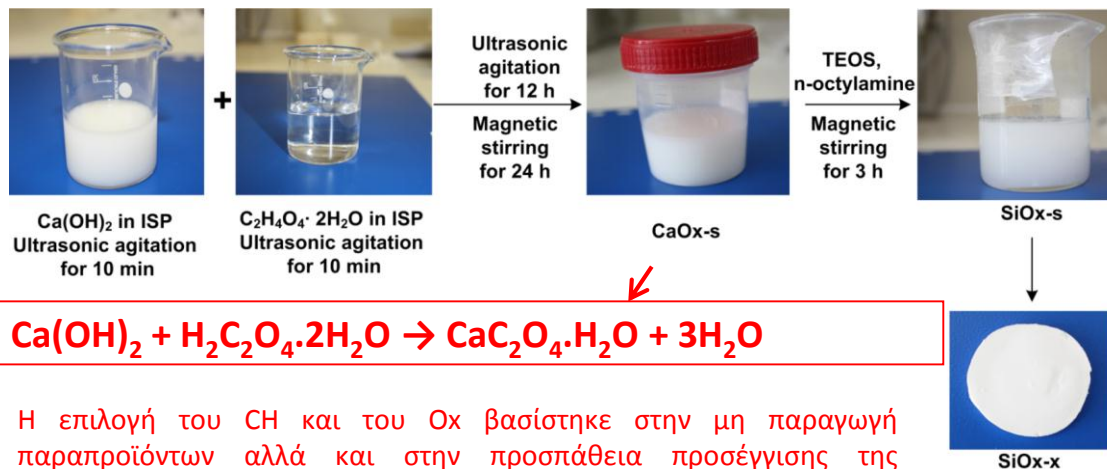
## Βασική ιδέα για τα στερεωτικά υλικά Si-Ox

Η σύσταση του SiOx από πυριτία και **οξαλικό ασβέστιο**, εμπνεύσθηκε από καλοδιατηρημένες επιφάνειες μνημείων και μηχανισμούς της φύσης, συνδυάζοντας καινοτομία, αποδοτικότητα και πολλαπλές εφαρμογές.



Η παρουσία νανο-σωματιδίων οξαλικού ασβεστίου στο πήκτωμα, θα προσφέρει προστασία και στερέωση στα δομικά υλικά, λόγω της ελάχιστης διαλυτότητας του οξαλικού ασβεστίου στο νερό, της χημικής συνάφειάς του με τα δομικά υλικά και της ικανότητάς του να διεισδύει βαθιά στο εσωτερικό τους.

## [1] Σχεδιασμός και σύνθεση στερεωτικού SiOx



Η επιλογή του CH και του Ox βασίστηκε στην μη παραγωγή παραπροϊόντων αλλά και στην προσπάθεια προσέγγισης της διαδικασίας σύνθεσης οξαλικού ασβεστίου των καλοδιατηρημένων επιφανειών.

- ✓ Για την σύνθεση SiOx χρησιμοποιήθηκαν μη τοξικοί διαλύτες και αντιδραστήρια.
- ✓ Η σύνθεση του SiOx είναι εύκολη για βιομηχανική παραγωγή, χωρίς ενδιάμεσα στάδια.



## [2] Χαρακτηρισμός και εφαρμογή στερεωτικού $\text{SiO}_x$

- Ο χαρακτηρισμός του  $\text{SiO}_x$  πραγματοποιήθηκε με τις αναλυτικές τεχνικές:

**FTIR, XRD, BET, SEM**

- Εφαρ



Ασβεστόλιθοι,  
ασβεστιτικοί ψαμμίτες,  
μάρμαρα, κεραμικά  
δομικά υλικά και  
τσιμεντοκονιάματα

## [2] Χαρακτηρισμός και εφαρμογή στερεωτικού SiO<sub>x</sub>

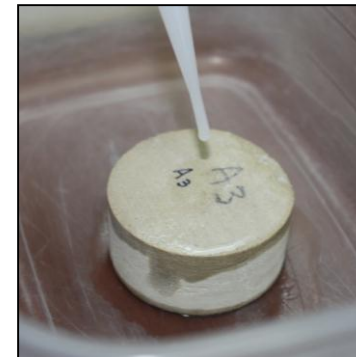
Τρόποι εφαρμογής του SiO<sub>x</sub>



Με ολική εμβάπτιση



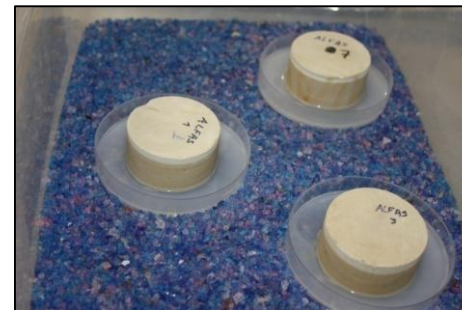
Με ψεκασμό



Με πιπέτα/σύριγγα



Με πινέλο/βούρτσα



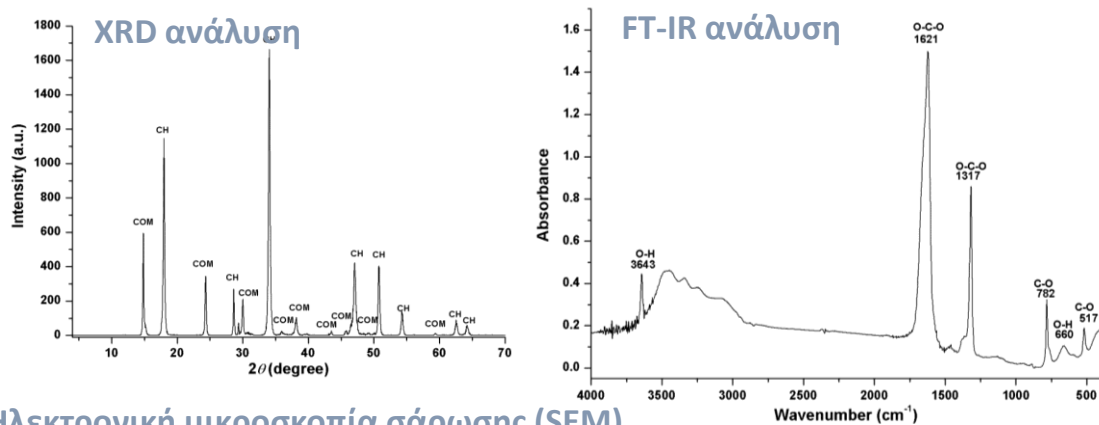
Με τριχονειδή αναρρίχηση

### [3] Αποτίμηση ιδιοτήτων στερεωτικού SiOx

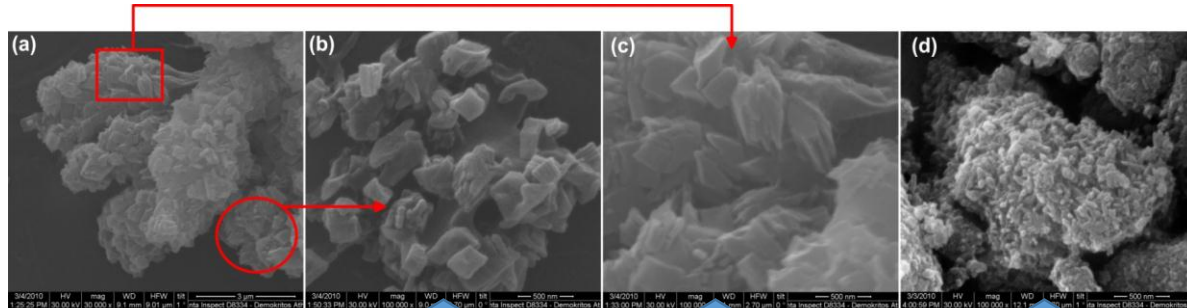
- Η σταθερότητα του συστήματος λίθου και SiOx καθώς και το βάθος διείσδυσης του υλικού ελέγχθηκαν με **FTIR**, **DRMS** και **SEM**.
- Ελέγχθηκαν οι χρωματικές αλλαγές, η τριχοειδής αναρρίχηση του νερού (WCA), η διαπερατότητα σε υδρατμούς (WVP) και τα χαρακτηριστικά της μικροδομής του λίθου.
- Οι μηχανικές ιδιότητες των επεξεργασμένων λίθων ελέγχθηκαν με έμμεσο εφελκυσμό (Brazilian test) και με την αντίσταση στην μικροδιάτρηση (DRMS).

## Χαρακτηρισμός νανο-οξαλικού ασβεστίου

- Ανάλυση οξαλικού ασβεστίου αμέσως μετά την σύνθεσή του
- Προσδιορισμός μεγέθους κρυστάλλων οξαλικού ασβεστίου



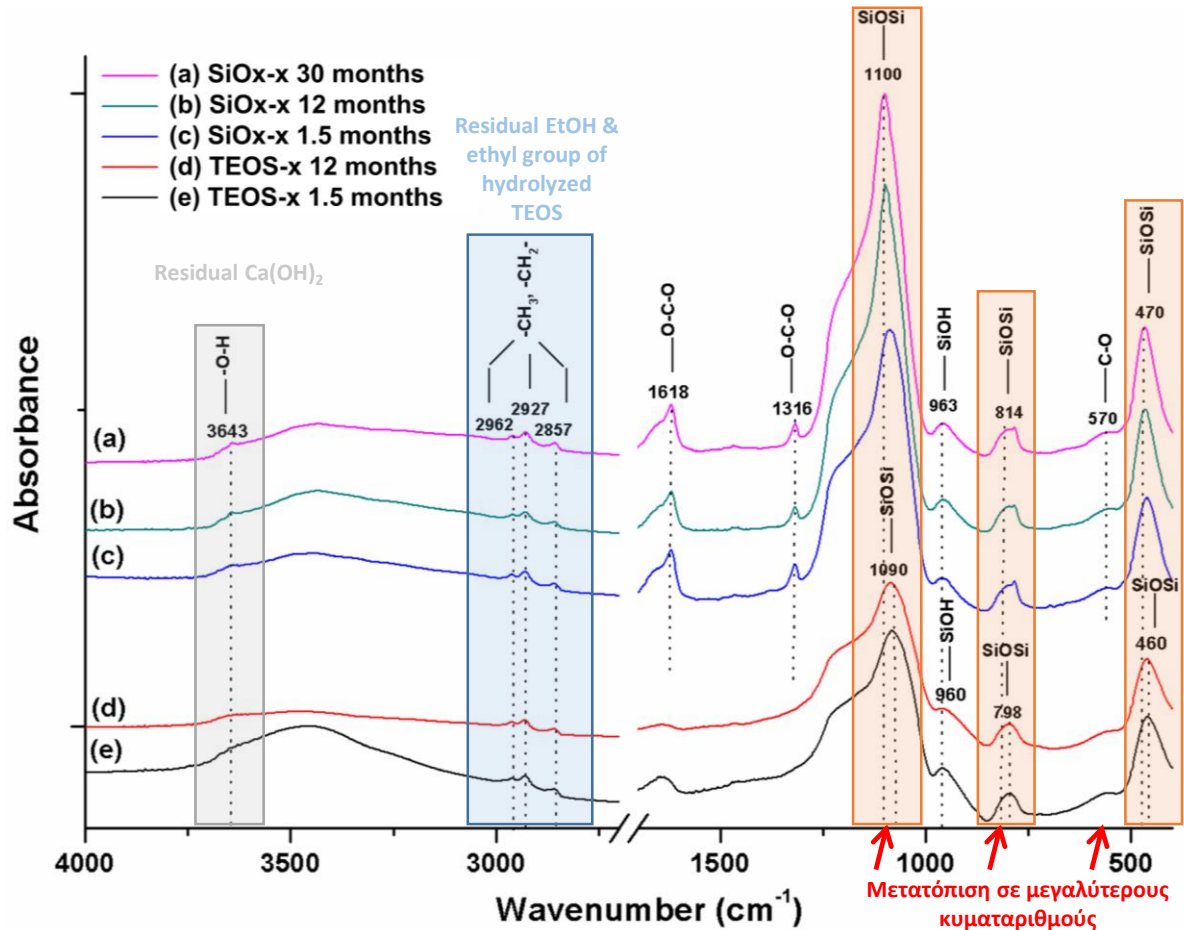
### Ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης (SEM)



Νανοκρύσταλλοι οξαλικού ασβεστίου πλάτους 30-35 nm και μήκους 50-170 nm.

Νανοσωματίδια μετά από υπέρηχους

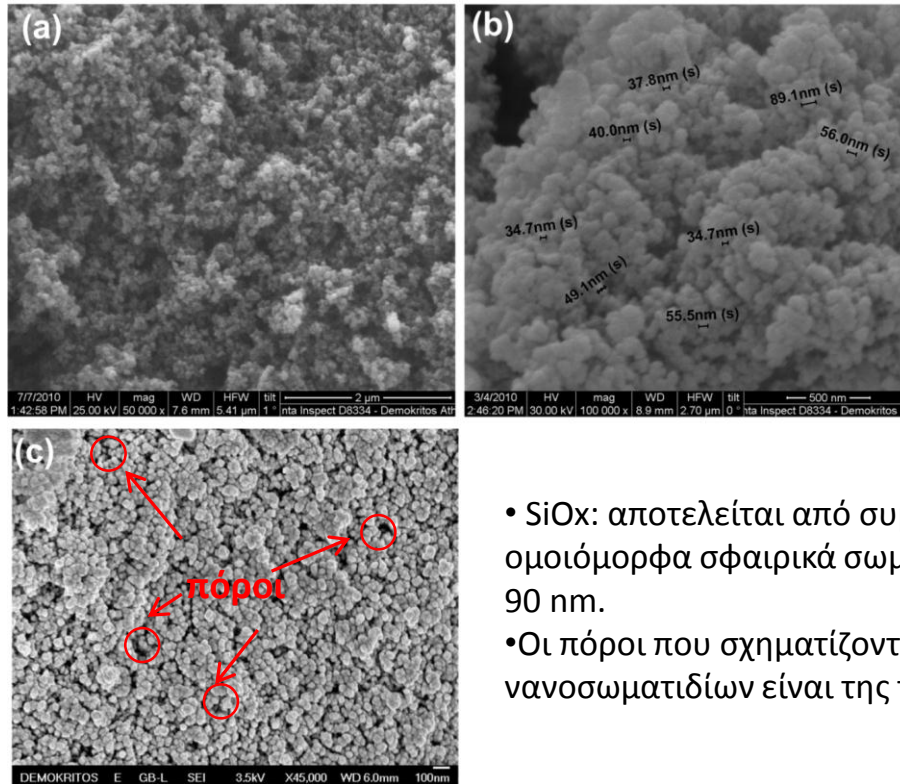
# Χαρακτηρισμός υλικού SiOx



# Χαρακτηρισμός υλικού SiO<sub>x</sub>

Ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης (SEM)

Αποτελέσματα - Συζήτηση

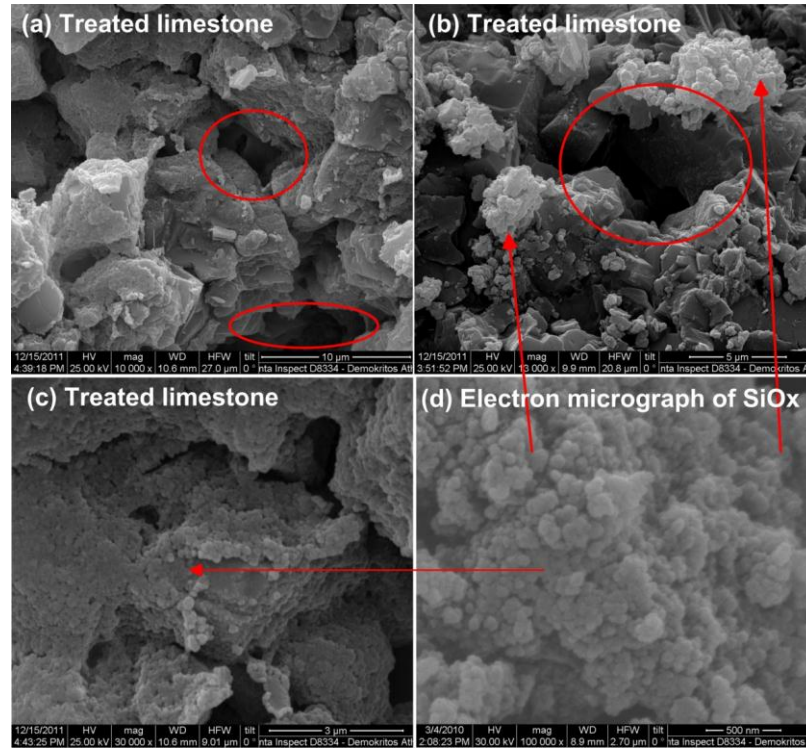


- SiO<sub>x</sub>: αποτελείται από συμπαγή δομή με ομοιόμορφα σφαιρικά σωματίδια διαμέτρου 35-90 nm.
- Οι πόροι που σχηματίζονται μεταξύ των νανοσωματιδίων είναι της τάξεως των 30 nm.



# Αποτίμηση εφαρμογής του SiOx

Αποτελέσματα - Συζήτηση

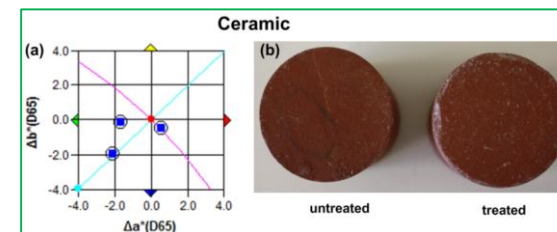
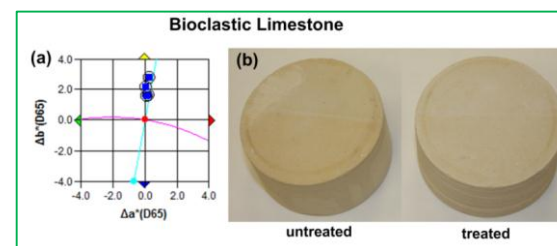
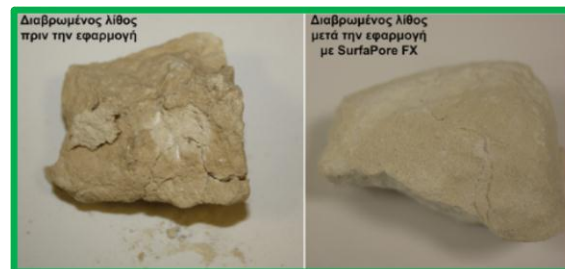


- ✓ Δεν κλείνουν οι πόροι
- ✓ Το δομικό υλικό αναπνέει

# Αποτίμηση εφαρμογής του SiOx

## Πλεονεκτήματα SiOx

	Στερεωτικό SiOx
Βάθος διεύδυσης	~ 18-20 mm
Μεταβολή Συντελεστή διαπερατότητας υδρατμών	34%
Χρωματικές αλλαγές	$\Delta E^* = 2,63$
Αντοχή	Αύξηση κατά 20%







# Συμπεράσματα

- ✓ Στηριζόμενοι στα βασικά χαρακτηριστικά της προστατευτικής πατίνας των μνημείων, συντέθηκε επιτυχώς ένα στερεωτικό νανοϋλικό για την αντιμετώπιση της αποσάθρωσης επιφανειών.
- ✓ Το νανοϋλικό  $\text{SiO}_x$  έχει μικρό ιξώδες επιτυγχάνοντας έτσι μεγάλο βάθος διείσδυσης.
- ✓ Το νανοϋλικό  $\text{SiO}_x$  δεν παρουσιάζει μικρορωγμές και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως στερεωτικό δομικών υλικών.
- ✓ Το νανοϋλικό  $\text{SiO}_x$  παρουσιάζει μεγάλη χημική συμβατότητα με τα δομικά υποστρώματα.
- ✓ Για την σύνθεσή του χρησιμοποιήθηκαν μη τοξικοί διαλύτες και αντιδραστήρια.
- ✓ Το νέο συντεθειμένο στερεωτικό υλικό μπορεί να εφαρμοστεί επιτυχώς με ποικίλους τρόπους σε διάφορα δομικά υποστρώματα.
- ✓ Το στερεωτικό υλικό έχει περάσει στη βιομηχανική παραγωγή.

# Δίπλωμα ευρεσιτεχνίας και δημοσιεύσεις

## Το SiOx έχει κατοχυρωθεί με Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας

 **ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ** 

**ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΥΡΕΣΙΤΕΧΝΙΑΣ**

Αριθμ. **1007392**

Έχοντα υπόψη :

α) το άρθρο 8 παρ. 11 του νόμου 1733/87 "Μεταφορά τεχνολογίας, πατέντας, τεχνολογική καινοτομία και σύσταση Επιτροπής Ατομικής Ενέργειας"  
β) την υπ' αριθ. 15928/ΕΦΑ/1253 απόφαση του Υπουργού Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας "Κατ'ελάχιστο αίτηση για χορήγηση Διπλώματος Ευρεσιτεχνίας ή Πάταנטου και Υποδείγματα Χρηματίων στον Ο.Β.Ι. και τήρηση βιβλίου"  
γ) την αίτηση που κατέθεσε ο ενδιαφερόμενος στον Ο.Β.Ι. στις **12-11-2010** με αριθμό **20100100656** και την καταβολή στις **31-8-2011** του τέλους χορήγησης.

Αποτέλεσμα  
Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας με θεωρηθούν όλα τα κατά νόμον επισυνεπιφερόμενα σχετικά έγγραφα, όπως :

1. ΜΑΡΑΒΕΛΑΚΗ ΠΑΓΩΝΑ του Βασίλειου  
Πατησίων 1, Παλιόκλειο Κρήτης  
73100 ΧΑΝΙΑ (ΧΑΝΙΟΝ)
2. ΒΕΡΓΑΝΕΛΑΚΗ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ του Μιχαήλ  
Χρυσοκαλιτσάς 2  
73100 ΧΑΝΙΑ (ΧΑΝΙΟΝ)
3. ΚΑΡΑΤΑΣΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ του Λάμπρου  
Κοσμή 01, ΕΛΕΦΕ, Λαμία  
15238 ΧΑΛΑΝΑΡΙ (ΑΤΤΙΚΗΣ)
4. ΚΥΛΙΚΟΓΛΟΥ ΒΑΣΙΛΗΣ του Ιωάννη  
Κοσμή 6, ΕΛΕΦΕ, Λαμία  
15238 ΧΑΛΑΝΑΡΙ (ΑΤΤΙΚΗΣ)


ΤΙΤΛΟΣ : "ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΝΑΝΟ-ΟΞΕΛΑΙΚΟΥ ΠΥΡΡΙΤΙΚΟΥ ΠΗΚΤΙΣΜΑΤΟΣ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΑ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ"

ΕΦΕΥΡΕΤΗΣ(ΕΣ) :

1. ΜΑΡΑΒΕΛΑΚΗ ΠΑΓΩΝΑ του Βασίλειου
2. ΒΕΡΓΑΝΕΛΑΚΗ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ του Μιχαήλ
3. ΚΑΡΑΤΑΣΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ του Λάμπρου
4. ΚΥΛΙΚΟΓΛΟΥ ΒΑΣΙΛΗΣ του Ιωάννη

ΔΙΕΘΝΗΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ (INT.CL.<sup>8</sup>) : C04B 2406, C04B 2824, C04B 41/45, C04B 41/49, C04B 41/50, C07C 51/00.

Το Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας αυτό, ισχύει μέχρι : **13-11-2030**



ΝΟΜΙΚΟ ΕΠΙΣΤΗΜΟ ΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΔΙΚΑΙΟΥ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΟΝΟΜΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΟ ΕΚΔΟΣΙΑΣ Σ.Β.Μ. & Θ. ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

# Δίπλωμα ευρεσιτεχνίας και δημοσιεύσεις

## **Επιστημονικά περιοδικά**

- «A biomimetic approach to strengthen and protect construction materials with a novel calcium-oxalate–silica nanocomposite», A. Verganelaki, V. Kilikoglou, I. Karatasios, P. Maravelaki-Kalaitzaki, *Construction and Building Materials* 62 (2014) 8–17.
- «Characterization of a newly synthesized calcium oxalate-silica nanocomposite and evaluation of its consolidation effect on limestones», Verganelaki, N. Maravelaki, V. Kilikoglou, I. Karatasios, I. Arampatzis, K. Siamos, “, *Built Heritage. Monitoring Conservation Management*, Editor(s): M. Boriani, G. Guidi, L. Toniolo, Springer, in press, 2014.

## **Διεθνή επιστημονικά συνέδρια**

- «Novel hybrid nanocomposites for building materials strengthening and protection», P. Maravelaki, C. Kapridaki, A. Verganelaki, 10<sup>th</sup> International Conference on Nanosciences & Nanotechnologies-NN13, 9-12 July 2013, Thessaloniki, Greece.
- «Synthesis and Characterization of a Bio-Inspired Calcium Oxalate-Silica Nanocomposite for Stone Conservation», N. Maravelaki, A. Verganelaki, V. Kilikoglou, I. Karatasios, C. Kapridaki, 6<sup>th</sup> International Congress "Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin" 22-25 October 2013, Athens, Greece.
- «Synthesis and Characterization of a Calcium Oxalate-silica Nanocomposite for Stone Conservation», A. Verganelaki, N. Maravelaki, V. Kilikoglou, I. Karatasios, I. Arampatzis, K. Siamos, International Conference Built Heritage: Monitoring Conservation Management, 18-20 November 2013, Milano, Italy.

Διατίθεται στο εμπόριο από την ελληνική εταιρεία NanoPhos A.E.



Από το Si-Ox στο  
SurfaPore-FX



**Project:**

- Repairing of loose and damaged building surfaces.
- Enhancement of Abrasion resistance.
- Elimination of surface dusting

**Product:**  
SurfaPore FX

**Key Benefits:**

- Enhancement of compressive, tensile and flexural strength of building materials
- Stabilizes loose matter
- Does not change natural appearance
- Enhances the elastic Young's modulus
- Reduces water penetration
- Breathable - does not affect porosity or vapour permeability
- Resinless & Inorganic liquid formulation - Not film forming
- Deep penetrating
- Long lasting and weathering and UV resistant
- Easy surface application
- Biomimetic formulation
- Compatible with all natural or traditional building materials.
- Applicable on both interior and exterior surfaces

**Applications:**

- Interior or exterior worn and deteriorated building surfaces
- Stucco, plaster or render
- Cementitious materials
- Sand- and porous stones
- Marbles
- Clay based tiles

**Packaging:**

- 1L, 4L, 10L Plastic Containers

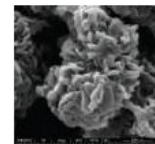
[www.NanoPhos.com](http://www.NanoPhos.com)



**SurfaPore FX**

**Fixing Liquid for Stabilizing and Repairing Loose and Worn Building Surfaces**

SurfaPore FX is an innovative hybrid nano-material to enhance the mechanical properties and stabilize/repair loose and worn building surfaces. Inspired by the ingredients of the most well preserved ancient monuments, SurfaPore FX contains calcium modified nanoparticles to fix and bind together building materials, resulting the enhancement of their mechanical properties. Complete absence of organic ingredients and resinous compounds assure long term effectiveness and weathering resistance. SurfaPore FX can be also applied on sensitive surfaces to enhance abrasion resistance. Porous and brittle sandstone surfaces will stop dusting upon application of SurfaPore FX. It can also be used in the restoration of monuments, due to the natural and biomimetic character.



Calcium oxalate nanoparticles are key ingredients of SurfaPore FX formulation. This picture illustrates their shape and size, the later being between 30nm and 150nm.

SurfaPore® is a registered trademark of NanoPhos SA  
PO Box 113,  
Science & Technology Park of Lavrio  
Lavrio 19206, Greece  
T: +302102069332 F: +302102069333  
W: [www.nanophos.com](http://www.nanophos.com) E: [info@nanophos.com](mailto:info@nanophos.com)

**NanoPhos** ★  
Pioneering  
Nanotechnology

Ευχαριστώ για την προσοχή σας

## Στόχοι έρευνας

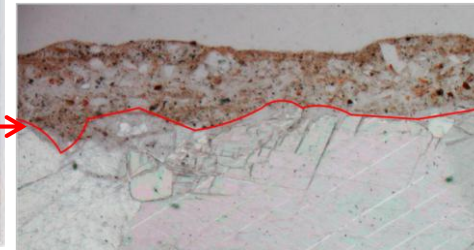
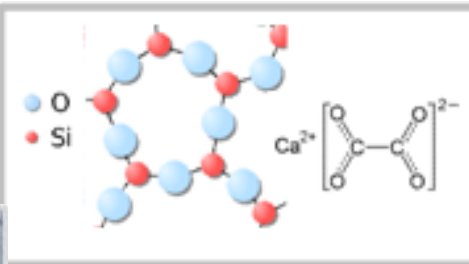
- [1]** Σύνθεση νανοσύνθετων υλικών για στερέωση και ενίσχυση της δομής δομικών υλικών.
- [2]** Χαρακτηρισμός των νανοσύνθετων υλικών
- [3]** Εφαρμογή και αποτίμηση των ιδιοτήτων του ως στερεωτικά μέσα

## Βασικά κριτήρια στερεωτικών

- Ενίσχυση και προστασία των δομικών υλικών για μεγάλο χρονικό διάστημα.
- Να παρουσιάζουν ικανοποιητικό βάθος διείσδυσης.
- Να παρουσιάζουν φυσικοχημική και μηχανική συμβατότητα με τα δομικά υλικά.
- Να μην παρουσιάζουν μικρορωγμές και συρρίκνωση κατά την εξάτμιση των διαλυτών.
- Να αλλάζουν την κατανομή των πόρων των δομικών υλικών ούτως ώστε να περιορίζεται η διάβρωση από τα άλατα χωρίς όμως να μειώνεται η διαπερατότητα των υδρατμών.
- Να μην αλλάζουν το χρώμα των δομικών υλικών.
- Να παρουσιάζουν μεγάλο χρόνο ζωής.

## Βασική ιδέα για τα στερεωτικά υλικά Si-Ox

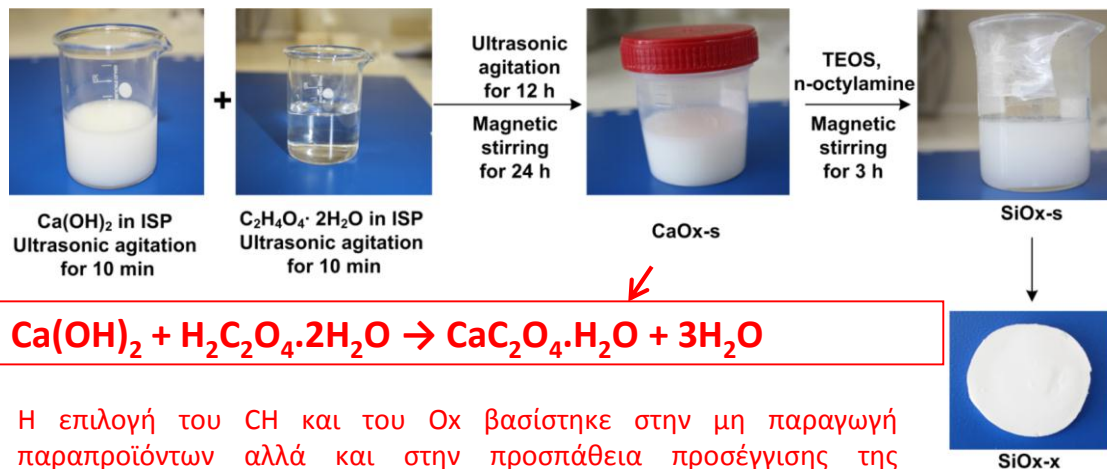
Η σύσταση του SiOx από πυριτία και **οξαλικό ασβέστιο**, εμπνεύσθηκε από καλοδιατηρημένες επιφάνειες μνημείων και μηχανισμούς της φύσης, συνδυάζοντας καινοτομία, αποδοτικότητα και πολλαπλές εφαρμογές.



Η παρουσία νανο-σωματιδίων οξαλικού ασβεστίου στο πήκτωμα, θα προσφέρει προστασία και στερέωση στα δομικά υλικά, λόγω της ελάχιστης διαλυτότητας του οξαλικού ασβεστίου στο νερό, της χημικής συνάφειάς του με τα δομικά υλικά και της ικανότητάς του να διεισδύει βαθιά στο εσωτερικό τους.



## [1] Σχεδιασμός και σύνθεση στερεωτικού SiOx



Η επιλογή του CH και του Ox βασίστηκε στην μη παραγωγή παραπροϊόντων αλλά και στην προσπάθεια προσέγγισης της διαδικασίας σύνθεσης οξαλικού ασβεστίου των καλοδιατηρημένων επιφανειών.

- ✓ Για την σύνθεση SiOx χρησιμοποιήθηκαν μη τοξικοί διαλύτες και αντιδραστήρια.
- ✓ Η σύνθεση του SiOx είναι εύκολη για βιομηχανική παραγωγή, χωρίς ενδιάμεσα στάδια.

## [2] Χαρακτηρισμός και εφαρμογή στερεωτικού SiOx

- Ο χαρακτηρισμός του SiOx πραγματοποιήθηκε με τις αναλυτικές τεχνικές:

**FTIR, XRD, BET, SEM**

- Εφαρ



Ασβεστόλιθοι,  
ασβεστιτικοί ψαμμίτες,  
μάρμαρα, κεραμικά  
δομικά υλικά και  
τσιμεντοκονιάματα



## [2] Χαρακτηρισμός και εφαρμογή στερεωτικού SiO<sub>x</sub>

Τρόποι εφαρμογής του SiO<sub>x</sub>



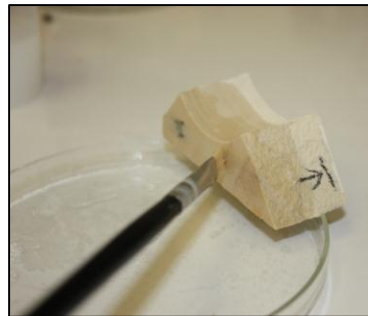
Με ολική εμβάπτιση



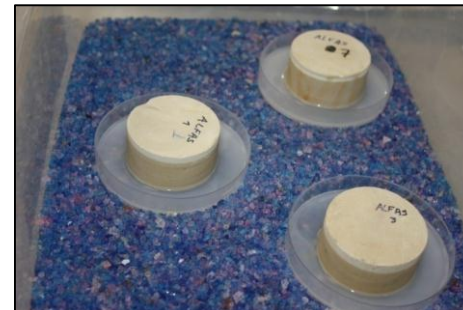
Με ψεκασμό



Με πιπέτα/σύριγγα



Με πινέλο/βούρτσα



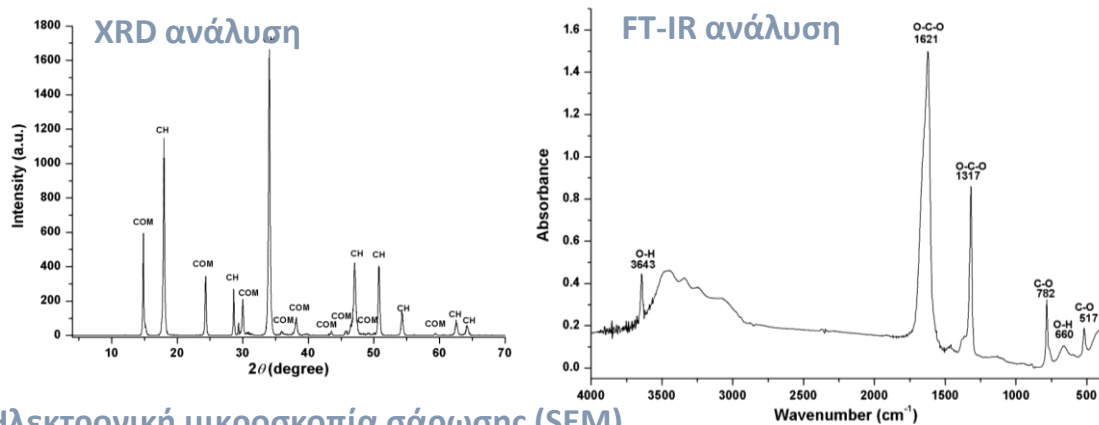
Με τριχονειδή αναρρίχηση

### [3] Αποτίμηση ιδιοτήτων στερεωτικού SiOx

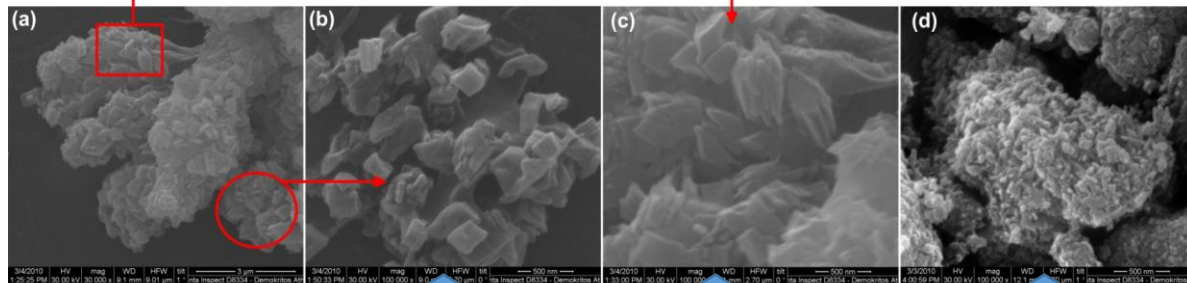
- Η σταθερότητα του συστήματος λίθου και SiOx καθώς και το βάθος διείσδυσης του υλικού ελέγχθηκαν με **FTIR**, **DRMS** και **SEM**.
- Ελέγχθηκαν οι χρωματικές αλλαγές, η τριχοειδής αναρρίχηση του νερού (WCA), η διαπερατότητα σε υδρατμούς (WVP) και τα χαρακτηριστικά της μικροδομής του λίθου.
- Οι μηχανικές ιδιότητες των επεξεργασμένων λίθων ελέγχθηκαν με έμμεσο εφελκυσμό (Brazilian test) και με την αντίσταση στην μικροδιάτρηση (DRMS).

## Χαρακτηρισμός νανο-οξαλικού ασβεστίου

- Ανάλυση οξαλικού ασβεστίου αμέσως μετά την σύνθεσή του
- Προσδιορισμός μεγέθους κρυστάλλων οξαλικού ασβεστίου



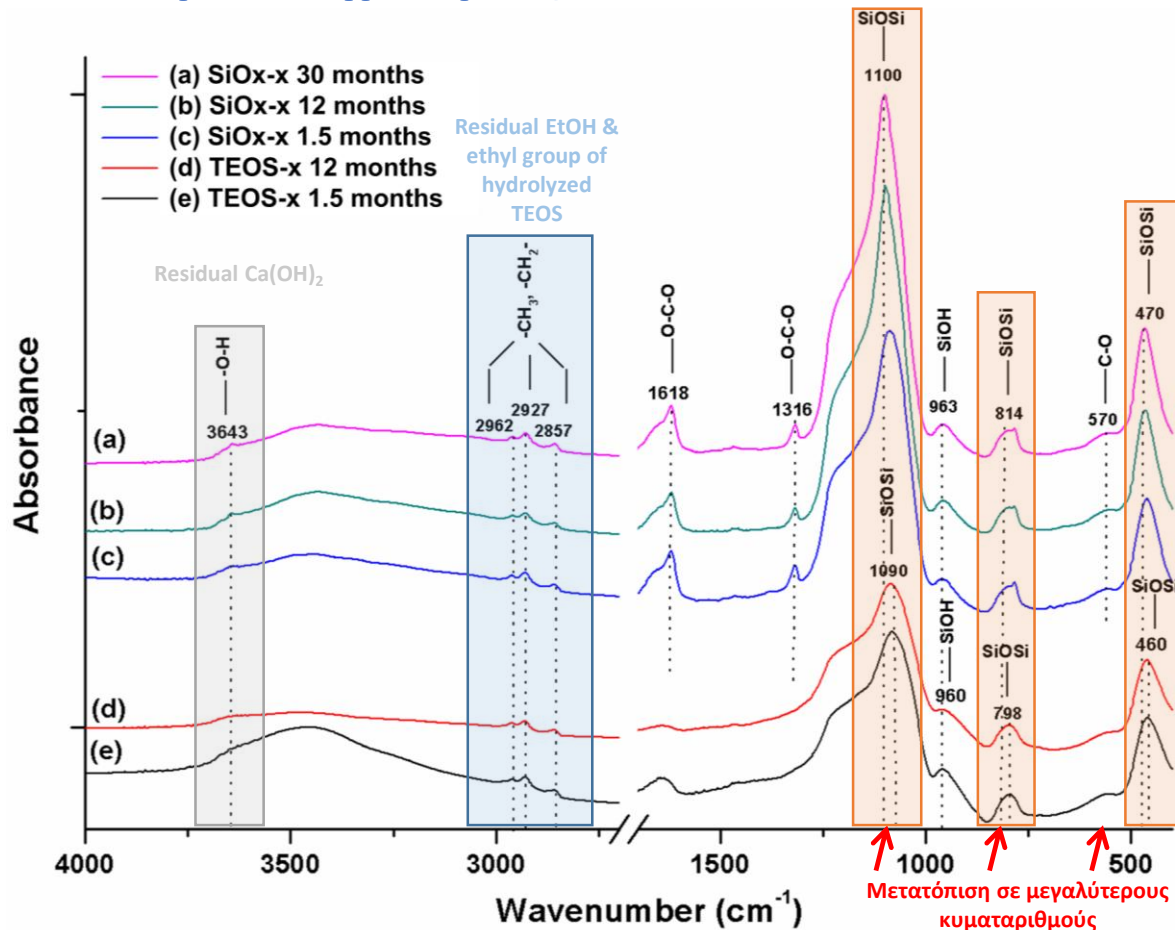
### Ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης (SEM)



Νανοκρύσταλλοι οξαλικού ασβεστίου πλάτους 30-35 nm και μήκους 50-170 nm.

Νανοσωματίδια μετά από υπέρηχους

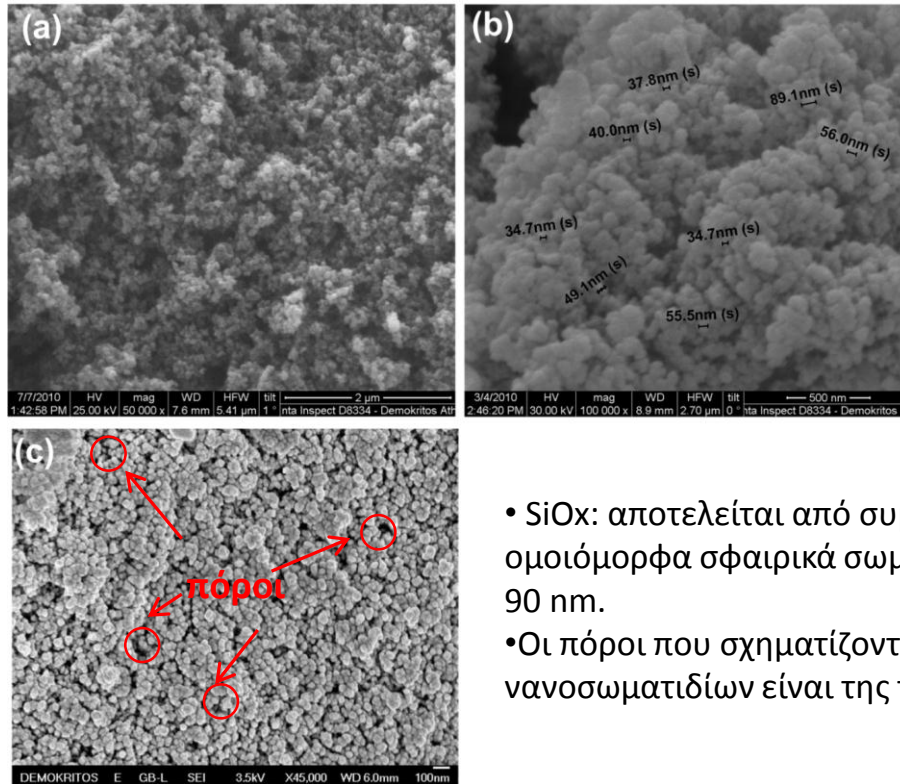
## Χαρακτηρισμός υλικού SiOx



# Χαρακτηρισμός υλικού SiO<sub>x</sub>

Ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης (SEM)

Αποτελέσματα - Συζήτηση

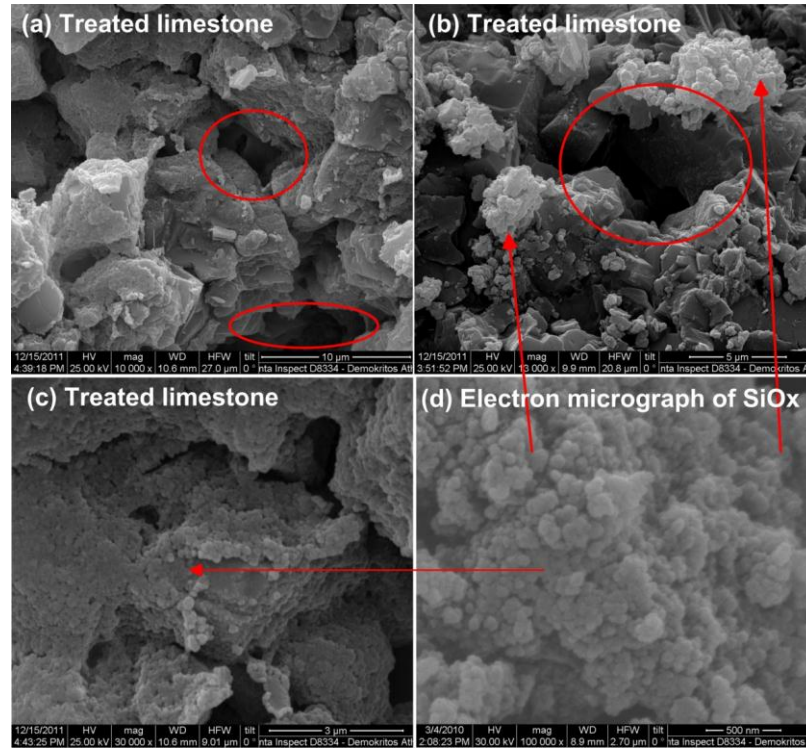


- SiO<sub>x</sub>: αποτελείται από συμπαγή δομή με ομοιόμορφα σφαιρικά σωματίδια διαμέτρου 35-90 nm.
- Οι πόροι που σχηματίζονται μεταξύ των νανοσωματιδίων είναι της τάξεως των 30 nm.



# Αποτίμηση εφαρμογής του SiOx

Αποτελέσματα - Συζήτηση



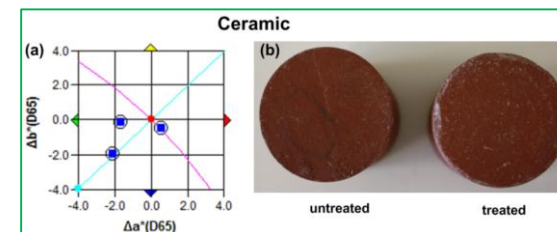
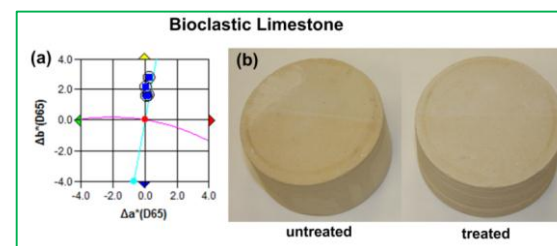
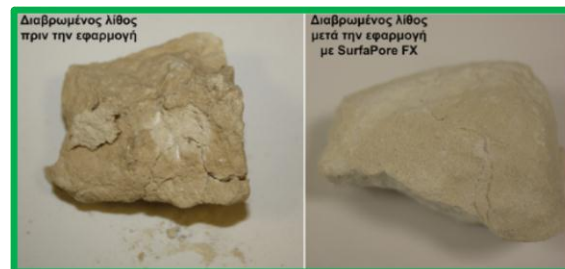
- ✓ Δεν κλείνουν οι πόροι
- ✓ Το δομικό υλικό αναπνέει



# Αποτίμηση εφαρμογής του SiOx

## Πλεονεκτήματα SiOx

	Στερεωτικό SiOx
Βάθος διείδυσης	~ 18-20 mm
Μεταβολή Συντελεστή διαπερατότητας υδρατμών	34%
Χρωματικές αλλαγές	$\Delta E^* = 2,63$
Αντοχή	Αύξηση κατά 20%





# Συμπεράσματα

- ✓ Στηριζόμενοι στα βασικά χαρακτηριστικά της προστατευτικής πατίνας των μνημείων, συντέθηκε επιτυχώς ένα στερεωτικό νανοϋλικό για την αντιμετώπιση της αποσάθρωσης επιφανειών.
- ✓ Το νανοϋλικό  $\text{SiO}_x$  έχει μικρό ιξώδες επιτυγχάνοντας έτσι μεγάλο βάθος διείσδυσης.
- ✓ Το νανοϋλικό  $\text{SiO}_x$  δεν παρουσιάζει μικρορωγμές και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως στερεωτικό δομικών υλικών.
- ✓ Το νανοϋλικό  $\text{SiO}_x$  παρουσιάζει μεγάλη χημική συμβατότητα με τα δομικά υποστρώματα.
- ✓ Για την σύνθεσή του χρησιμοποιήθηκαν μη τοξικοί διαλύτες και αντιδραστήρια.
- ✓ Το νέο συντεθειμένο στερεωτικό υλικό μπορεί να εφαρμοστεί επιτυχώς με ποικίλους τρόπους σε διάφορα δομικά υποστρώματα.
- ✓ Το στερεωτικό υλικό έχει περάσει στη βιομηχανική παραγωγή.

# Δίπλωμα ευρεσιτεχνίας και δημοσιεύσεις

## Το SiOx έχει κατοχυρωθεί με Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας

 **ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ** 

**ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΥΡΕΣΙΤΕΧΝΙΑΣ**

Αριθμ. **1007392**

Έχοντα υπόψη :

α) το άρθρο 8 παρ. 11 του νόμου 1733/87 "Μεταφορά τεχνολογίας, πατέντας, τεχνολογική καινοτομία και σύσταση Επιτροπής Ατομικής Ενέργειας"  
β) την υπ' αριθ. 15928/ΕΦΑ/1253 απόφαση του Υπουργού Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας "Κατ'ελάχιστο αίτηση για χορήγηση Διπλώματος Ευρεσιτεχνίας ή Πάταντος/πνευματικού Υποδείγματος Χρηματίστας στον Ο.Β.Ι. και τήρηση βιβλίου"  
γ) την αίτηση που κατέθεσε ο ενδιαφερόμενος στον Ο.Β.Ι. στις **12-11-2010** με αριθμό **20100100656** και την καταβολή στις **31-8-2011** του τέλους χορήγησης.

Αποτέλεσμα  
Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας με θεωρηθούν όλα τα κατά νόμον επισυνεπιφερόμενα σχετικά έγγραφα, όπως :

1. **ΜΑΡΒΕΛΑΑΚΗ ΠΑΓΩΝΑ** του Βασίλειου  
Πατριάρχου 1, Παλιόκλειο Κρήτης  
73100 ΧΑΝΙΑ (ΧΑΝΙΟΝ)
2. **ΒΕΡΓΑΝΕΑΑΚΗ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ** του Μιχαήλ  
Χρυσοκαλίτσος 2  
73100 ΧΑΝΙΑ (ΧΑΝΙΟΝ)
3. **ΚΑΡΑΤΑΣΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ** του Λάμπρου  
Κοσμή 01, ΓΚΕΛΦΕ, Λαμία  
15238 ΧΑΛΑΝΑΡΙ (ΑΤΤΙΚΗΣ)
4. **ΚΥΛΙΚΟΓΛΟΥ ΒΑΣΙΛΗΣ** του Ιωάννη  
Καβύλης 6, ΕΛΕΦΘ, Λαμία  
15238 ΧΑΛΑΝΑΡΙ (ΑΤΤΙΚΗΣ)


ΤΙΤΛΟΣ : "ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΝΑΝΟ-ΟΞΕΛΑΙΚΟΥ ΠΥΡΡΙΤΙΚΟΥ ΠΗΚΤΙΣΜΑΤΟΣ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΑ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ"

ΕΦΕΥΡΕΤΗΣ(ΕΣ) :

1. ΜΑΡΒΕΛΑΑΚΗ ΠΑΓΩΝΑ του Βασίλειου
2. ΒΕΡΓΑΝΕΑΑΚΗ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ του Μιχαήλ
3. ΚΑΡΑΤΑΣΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ του Λάμπρου
4. ΚΥΛΙΚΟΓΛΟΥ ΒΑΣΙΛΗΣ του Ιωάννη

ΔΙΕΘΝΗΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ (INT.CL.<sup>8</sup>) : C04B 2406, C04B 2824, C04B 41/45, C04B 41/49, C04B 41/50, C07C 51/00.

Το Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας αυτό, ισχύει μέχρι : **13-11-2030**

  
Ο ΑΡΧΙΜΕΤΡΗΣ  
ΣΥΝΕΠΙΦΕΡΩΝ  
ΣΥΝΕΠΙΦΕΡΩΝ

ΝΟΜΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΙΔΙΟΚΤΗΤΩΝ ΔΙΚΑΙΩΝ Πνευματικής Ιδιοκτησίας  
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

# Δίπλωμα ευρεσιτεχνίας και δημοσιεύσεις

## **Επιστημονικά περιοδικά**

- «A biomimetic approach to strengthen and protect construction materials with a novel calcium-oxalate–silica nanocomposite», A. Verganelaki, V. Kilikoglou, I. Karatasios, P. Maravelaki-Kalaitzaki, *Construction and Building Materials* 62 (2014) 8–17.
- «Characterization of a newly synthesized calcium oxalate-silica nanocomposite and evaluation of its consolidation effect on limestones», Verganelaki, N. Maravelaki, V. Kilikoglou, I. Karatasios, I. Arampatzis, K. Siamos, “, *Built Heritage. Monitoring Conservation Management*, Editor(s): M. Boriani, G. Guidi, L. Toniolo, Springer, in press, 2014.

## **Διεθνή επιστημονικά συνέδρια**

- «Novel hybrid nanocomposites for building materials strengthening and protection», P. Maravelaki, C. Kapridaki, A. Verganelaki, 10<sup>th</sup> International Conference on Nanosciences & Nanotechnologies-NN13, 9-12 July 2013, Thessaloniki, Greece.
- «Synthesis and Characterization of a Bio-Inspired Calcium Oxalate-Silica Nanocomposite for Stone Conservation», N. Maravelaki, A. Verganelaki, V. Kilikoglou, I. Karatasios, C. Kapridaki, 6<sup>th</sup> International Congress "Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin" 22-25 October 2013, Athens, Greece.
- «Synthesis and Characterization of a Calcium Oxalate-silica Nanocomposite for Stone Conservation», A. Verganelaki, N. Maravelaki, V. Kilikoglou, I. Karatasios, I. Arampatzis, K. Siamos, International Conference Built Heritage: Monitoring Conservation Management, 18-20 November 2013, Milano, Italy.

Διατίθεται στο εμπόριο από την ελληνική εταιρεία NanoPhos A.E.

Si-Ox



Από το Si-Ox στο  
SurfaPore-FX



**Project:**

- Repairing of loose and damaged building surfaces.
- Enhancement of Abrasion resistance.
- Elimination of surface dusting

**Product:**  
SurfaPore FX

**Key Benefits:**

- Enhancement of compressive, tensile and flexural strength of building materials
- Stabilizes loose matter
- Does not change natural appearance
- Enhances the elastic Young's modulus
- Reduces water penetration
- Breathable - does not affect porosity or vapour permeability
- Resinless & Inorganic liquid formulation - Not film forming
- Deep penetrating
- Long lasting and weathering and UV resistant
- Easy surface application
- Biomimetic formulation
- Compatible with all natural or traditional building materials.
- Applicable on both interior and exterior surfaces

**Applications:**

- Interior or exterior worn and deteriorated building surfaces
- Stucco, plaster or render
- Cementitious materials
- Sand- and porous stones
- Marbles
- Clay based tiles

**Packaging:**

- 1L, 4L, 10L Plastic Containers

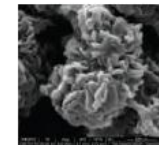
[www.NanoPhos.com](http://www.NanoPhos.com)



**SurfaPore FX**

**Fixing Liquid for Stabilizing and  
Repairing Loose and Worn Building Surfaces**

SurfaPore FX is an innovative hybrid nano-material to enhance the mechanical properties and stabilize/repair loose and worn building surfaces. Inspired by the ingredients of the most well preserved ancient monuments, SurfaPore FX contains calcium modified nanoparticles to fix and bind together building materials, resulting the enhancement of their mechanical properties. Complete absence of organic ingredients and resinous compounds assure long term effectiveness and weathering resistance. SurfaPore FX can be also applied on sensitive surfaces to enhance abrasion resistance. Porous and brittle sandstone surfaces will stop dusting upon application of SurfaPore FX. It can also be used in the restoration of monuments, due to the natural and biomimetic character.



Calcium oxalate nanoparticles are key ingredients of SurfaPore FX formulation. This picture illustrates their shape and size, the later being between 30nm and 150nm.

SurfaPore® is a registered trademark of  
NanoPhos SA  
PO Box 113,  
Science & Technology Park of Lavrio  
Lavrio 19206, Greece  
T: +30210260932 F: +30210260933  
W: [www.nanophos.com](http://www.nanophos.com) E: [info@nanophos.com](mailto:info@nanophos.com)

**NanoPhos** ★  
Pioneering  
Nanotechnology

Ευχαριστώ για την προσοχή σας