

Σχολή εφαρμοσμένων τεχνών και βιώσιμου σχεδιασμού
Αποτύπωση και Τεκμηρίωση Μνημείων και Αρχαιολογικών
Χώρων

Διπλωματική Εργασία

**Πειραματική πρόβλεψη υγρασίας μέσω λογισμικού HBIM:
Περίπτωση μελέτης**

Ευαγγελία Τζαβέλα

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Δανάη-Φαίδρα Ποκομπέλλι

Πάτρα, Ιούλιος 2026

Περίληψη

Η παρούσα εργασία διερευνά τη δυνατότητα πρόβλεψης της εμφάνισης υγρασίας σε ένα ιστορικό κτήριο μέσω της χρήσεως του λογισμικού HBIM (Historic Building Information Modelling). Η πρόβλεψη έγινε μέσω απλών θεωρητικών σχέσεων υπολογισμού του ύψους της αναρριχόμενης υγρασίας σε βάθος χρόνου αλλά και του μέγιστου δυνατού ύψους αυτής, τροφοδοτούμενων από μία βάση δεδομένων με στοιχεία που αφορούν στις φυσικές ιδιότητες διαφόρων τύπων ελληνικών οικοδομικών λίθων. Σκοπός της πρόβλεψης αυτής είναι η αντιμετώπιση της υγρασίας πριν αναπτυχθεί και κατά συνέπεια η γρηγορότερη, αποτελεσματικότερη και οικονομικότερη συντήρηση του ιστορικού οικοδομήματος.

Για την επίτευξη του στόχου αρχικά, έγινε μελέτη των ιδιοτήτων των διαφόρων οικοδομικών λίθων στον ελλαδικό χώρο, όπως το ολικό και ανοικτό πορώδες, ακτίνα πόρων κ.α., και της θεωρίας του φαινομένου της υγρασίας. Με βάση αυτά τα στοιχεία πραγματοποιήθηκε η δημιουργία μιας βάσεως δεδομένων σε excel στην οποία περιέχονται στοιχεία οικοδομικών φυσικών λίθων διαφόρων κατηγοριών και περιοχών του ελλαδικού χώρου αλλά και της Κύπρου. Η βάση δεδομένων εισήχθη στο λογισμικό Revit της Autodesk, ώστε με την επιλογή των υπαρχόντων λίθων στο κτήριο να υπολογίζεται αυτόματα η μεταβολή του ύψους της υγρασίας μέχρι το μέγιστό της ύψος χωρίς περαιτέρω μετρήσεις και μελέτες στον χώρο. Με αυτόν τον τρόπο αποσκοπείται η εύκολη χρήση του λογισμικού από επαγγελματίες στον κλάδο του πολιτισμού χωρίς εμπειρία στον χειρισμό αυτού.

Η διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε σε δυο μελέτες κτηρίων σε διαφορετικές περιοχές της χώρας (Άρτας και Ρέθυμνο) όπου χρησιμοποιούνται διαφορετικά είδη λίθων. Οι διαφορές στην προέλευση των λίθων διευκόλυναν τη μελέτη της αποτελεσματικότητας της εφαρμογής, μέσω των ακραίων τιμών των ιδιοτήτων τους, και της σύγκρισης των μετρήσεων, που επέφεραν.

Λέξεις – Κλειδιά

HBIM, παθολογία υγρασίας, χονδρική πρόβλεψη, συντήρηση κτηρίων

Experimental prediction of moisture growth via HBIM:

A case study

Evangelia Tzavela

Abstract

The current paper studies the possibility of predicting the growth of moisture in a historical building using the HBIM (Historic Building Information Modelling) process. The prediction was achieved with the use of simple theoretical formulas for calculating the height of capillary rise measured in time and the maximum possible height combined with a data base containing the necessary, for the formulas, physical properties of every Greek construction stones. The purpose of predicting moisture growth is to prevent it before it appears, thus making the conservation of the historic building faster and more economical.

For the achievement of the goal the study focused mainly on the properties of the construction stones in the Greek region like total and open porosity, porous radius etc. and the theory of the phenomenon of moisture. With this data the data base was created in an excel form which contains the foretold details of natural construction stones of different types and from different regions of Greece and Cyprus. The data base was imported into the Revit of Autodesk as a list from which the existing stones of the studying building could be selected and automatically the height of the moisture would be calculated until the maximum height without further measurements and study of the inside of the building. This way the software would be easily used by professionals in the field of culture with little or no experience in this kind of program. The experimental application of this study was conducted on two case studies of historical building in different regions of Greece (Arta and Rethymno) where different types of stones are in use. The differences in the origin of the stones made the study of the effectiveness of the application through the extreme values of their properties and the comparison between them.

Keywords

HBIM, pathology of moisture, humidity prediction, building conservation

Βιβλιογραφία

Ελληνική βιβλιογραφία

Αντωνιάδης, Ρ. (2019). Σεράγι: τεκμηρίωση, μελέτη συντήρησης και αποκατάστασης (Μεταπτυχιακή εργασία). Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Αρβανίτη, Ε. (2013). *Νάνο-σωματίδια του υδροξειδίου του ασβεστίου σε συνδυασμό με ενώσεις του πυριτίου για την στερέωση λίθων* (Μεταπτυχιακή εργασία). Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Βαγγελάκος, Α. (2008). *Εντατική Κατάσταση και Παθολογία μεγάλων Ιστορικών κτιρίων στην Κεντρική Ελλάδα* (Διδακτορική διατριβή). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη.

Δημοσθένους, Μ. (2009). *Μέθοδοι και υλικά αποκατάστασης και ενίσχυσης διατηρητέων κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία*. Θεσσαλονίκη: Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος / Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας.

Ελληνική Εταιρεία Περιβάλλοντος και Πολιτισμού (ΕΛΛΕΤ), (2021). *Παραδοσιακές τεχνικές δόμησης: Η ελληνική μαστοριά, λίθινες κατασκευές*. Αθήνα: Ελληνική Εταιρεία Περιβάλλοντος και Πολιτισμού.

Ιωαννίδου, Δ. (2016). *Διερεύνηση των προβλημάτων υγρασίας της ροτόντας Θεσσαλονίκης* (Μεταπτυχιακή εργασία). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη.

Καλαφάτης, Σ. (2022). *Μελέτη της θερμικής συμπεριφοράς του μαρμάρου Διονύσου* (Μεταπτυχιακή εργασία). Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Καραγιάννης, Ν. (2017). *Η μικροδομή ως κρίσιμος παράγοντας της υδροθερμικής συμπεριφοράς των δομικών υλικών* (Διδακτορική διατριβή) Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Κορδαλή, Β. & Komissarova, Α. (2023). *Αποκατάσταση ιστορικού κτηρίου στην Άρτα: οικία Ζορμπά* (Πτυχιακή εργασία). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη.

Κυβεντίδης, Θ. (2012). *Διαφορικές Εξισώσεις*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη.

Μανούδη, Π. (2009). *Μελέτη και αξιολόγηση προστατευτικών επιστρώσεων για την επιφανειακή συντήρηση και προστασία μνημείων πολιτισμού* (Διδακτορική διατριβή). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη.

Μαρνέλλου, Α. (2024). *Μελέτη των προστατευτικών ιδιοτήτων νανοσύνθετων υλικών σε ασβεστολιθικά υποστρώματα μνημείων πολιτισμού* (Μεταπτυχιακή εργασία). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη.

Μπούρμπος, Ε. (2013). *Χαρακτηρισμός και διάγνωση της φθοράς των δομικών υλικών του ιστορικού κτηρίου της βίλας Κλωναρίδη στα Πατήσια Αθηνών, με χρήση μη καταστρεπτικών και*

αναλυτικών τεχνικών. Προτάσεις συμβατών υλικών και επεμβάσεων συντήρησης (Μεταπτυχιακή εργασία). Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Νικολαΐδης, Ι. (2019). Αποτίμηση λίθου αποκατάστασης για το ιστορικό γεφύρι της πλάκας στον ποταμό Άραχθο στην Ήπειρο (Μεταπτυχιακή εργασία). Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Παγώνη, Π. (2020). Σύνθεση και έλεγχος τεχνητού λίθου για χρήση σε εργασίες αποκατάστασης (Μεταπτυχιακή εργασία). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη.

Παπατρέχα, Χ. (2011). Συσχέτιση φυσικομηχανικών ιδιοτήτων με το κοκκομετρικό μέγεθος και την ορυκτολογική σύσταση των ανθρακικών πετρωμάτων της Ανατολικής Μακεδονίας (Διδακτορική διατριβή). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη.

Περσίδης, Σ., Κ. (1976). Μαθηματικό Τυπολόγιο ΕΣΠΗ Εκδοτική. Schaums Outline Series Αθήνα.

Πινέλη, Τ. (2003). Συσχέτιση αποτελεσμάτων δοκιμών υπερηχοσκόπησης, μηχανικών αντοχών και χαρακτηριστικών μικροδομής δομικών λίθων ιστορικών τοιχοποιιών (Μεταπτυχιακή εργασία). Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Πούλιος, Ι. Μπερμπερίδου, Χ. Τσουμαχίδου, Σ. Κούρας, Α. & Μανώλη, Ε. (2023). Φυσικοχημεία: Εισαγωγικές αρχές για τις βιολογικές επιστήμες. Θεσσαλονίκη: Καλλίπος.

Σιδηροπούλου, Α. (2021). Περιβαλλοντικοί παράγοντες και φθορές των μνημείων (Μεταπτυχιακή εργασία). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη.

Σκουλά, Χ. (2019). Μελέτη υλικών και επεμβάσεων συντήρησης για την αποκατάσταση του Ναού του Πυθίου Απόλλωνα στην Αρχαία Ακρόπολη της Ρόδου (Μεταπτυχιακή εργασία). Εθνικό Μετσόβιο πολυτεχνείο, Αθήνα.

Ταλιώτης, Ν. (2024). HBIM για πολιτιστική κληρονομία – Προκλήσεις κατά την εφαρμογή του: Περίπτωση Ναού της Δήμητρας στην Νάξο (Μεταπτυχιακή εργασία). Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Τραχανάς, Σ. (2019). Συνήθειες Διαφορικές εξισώσεις. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Τριανταφύλλου, Α. (2005). Δομικά υλικά. Πάτρα: Πανεπιστήμιο Πατρών.

Αγγλόφωνη βιβλιογραφία

Apostolopoulou, M. Keramidas, V. Galanaki, N. Kalofonou, M. Skoula, C. Karoglou, M. Delegou, E. Mouzakis, C. Bakolas, A. Moropoulou, A. Pikoula, M. Kalagri, A. Farmakidou, E. & Michailidou, M. (2019). A Study on the Historical Materials of the Apollo Pythios Temple

in Rhodes and the Evaluation of Potential Restoration Materials. *Heritage*, 2, pp. 988–1022.
doi:10.3390/heritage2010065

Ávila, F., Blanca-Hoyos, Á., Puertas, E., & Gallego, R. (2024). HBIM: Background, Current Trends and Future Prospects. *Applied Sciences*, Vol. 14 (23), 11191.
<https://doi.org/10.3390/app142311191>

Goncaloğlu, M. B. & Ersoy, S. (2025). The Evolution of Building Information Modeling: From the 1950s to the Digital Age. *5th International Congress on Scientific Advances*, 24-27 December 2025 (pp. 88-102). Online: ICONSAD.

Karagiannis, N. Karoglou, M. Bakolas, A. & Moropoulou, A. (2016). Effect of temperature on water capillary rise coefficient of building materials. *Building and Environment*, 106, pp. 402-408. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.07.008>

Karoglou, M. Moropoulou, A. Gianoumaki, A. & Krokida, M. K. (2004). Capillary rise kinetics of some building materials. *Journal of Colloid and Interface Science*, 284, pp. 260-264.

Laskaridis, K. & Arapakou, A. (2021). EuroLithosAtlas: Ornament stone resources in Greece. *EuroLithos: European Ornament stone resources*. Ανακτήθηκε 21 Απριλίου 2026, από https://repository.europe-geology.eu/egdidocs/eurolithos/eurolithos+atlas_greece_final.pdf

Laskaridis, K. Arapakou, A. Patronis M. & Kouseris I. (2021). Physical Mechanical Properties and Producing Areas of Greek Dimension Stones. *Materials Proceedings*, 5(1), 64. <https://doi.org/10.3390/materproc2021005064>

Mosquera, M. Rivas, T. Prieto, B. & Silvay, B. (2000). Capillary Rise in Granitic Rocks: Interpretation of Kinetics on the Basis of Pore Structure. *Journal of Colloid and Interface Science*, 222, pp. 41–45. [doi:10.1006/jcis1999.6612](https://doi.org/10.1006/jcis1999.6612)

Murphy, M. McGovern, E. & Pavia, S. (2009). Historic building information modelling (HBIM). *Structural Survey*, 27(4), pp. 311-327

Parente, M. Bruno, N. & Ottoni, F. (2025). HBIM and Information Management for Knowledge and Conservation of Architectural Heritage: A Review. *Heritage*, 8(8), pp. 306. <https://doi.org/10.3390/heritage8080306>

Pocobelli, D. P. Boehm, J. Bryan, P. Still, J. & Grau-Bove, J. (2018). BIM for heritage science. *Heritage Science*, 6 (30). <https://doi.org/10.1186/s40494-018-0191-4>

Rirsch, E. & Zhang, Z. (2010). Rising damp in masonry walls and the importance of mortar properties. *Construction and Building Materials*, 24, pp. 1815–1820.

Triantafyllou, G. Christidis, G. & Markopoulos, T. (2003). Influence of porosity and grain size of carbonate rocks in the reactivity of lime. Eliopoulos *et al.* (eds.), *Mineral Exploration and Sustainable Development*. 24-28 August 2003, Rotterdam: Millpress