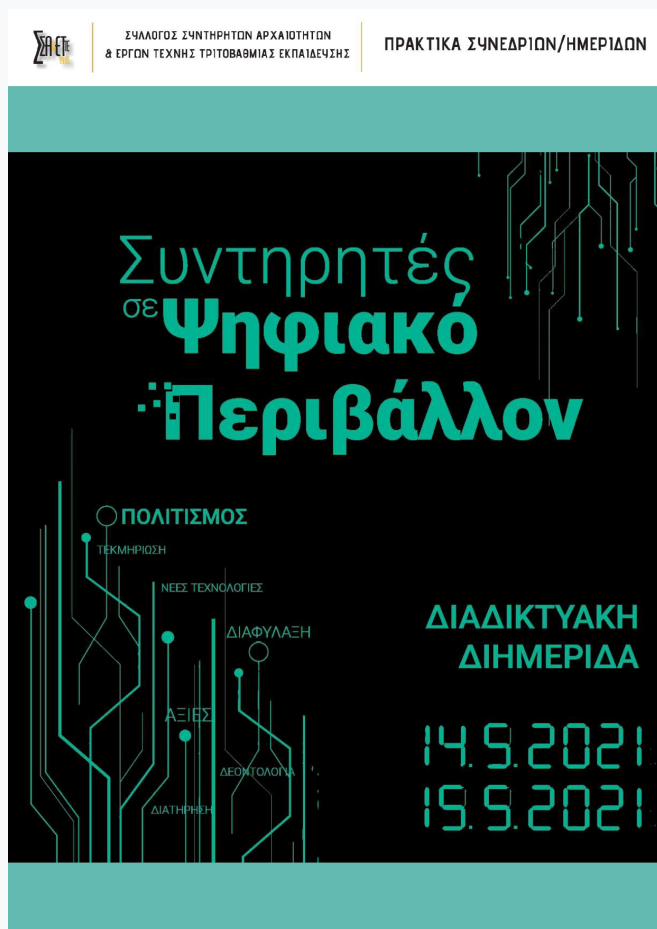


## ACAWA-GR Conference Proceedings

Τόμ. 1, Αρ. 1 (2024)

Συντηρητές σε Ψηφιακό Περιβάλλον



### Αξιοποίηση Τεχνολογιών Σημασιολογικού Ιστού στη Διαχείριση Πληροφορίας Συντήρησης

*Ι. Χριστοδούλου, Ε. Μωραΐτου*

doi: [10.12681/acawa-grcp.7092](https://doi.org/10.12681/acawa-grcp.7092)

# ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΙΣΤΟΥ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Γ. Χριστοδούλου<sup>1</sup>, Ε. Μωραΐτου<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Τμήμα Πολιτισμικής Τεχνολογίας & Επικοινωνίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Λόφος Πανεπιστημίου, Τ.Κ. 811 00, Μυτιλήνη

## Περίληψη

Η παραγωγή και συλλογή πληροφορίας τεκμηρίωσης αποτελεί τη ραχοκοκαλιά της διαδικασίας συντήρησης, αφού οι πληροφορίες που εντοπίζονται ή καταγράφονται στο πλαίσιο της συντήρησης συνδέονται άμεσα με την εκτίμηση της κατάστασης του αντικειμένου συντήρησης και τη λήψη αποφάσεων για την αντιμετώπιση ζητημάτων συντήρησης και διατήρησής του. Ωστόσο, λόγω του μεγάλου βαθμού ετερογένειας που παρουσιάζει η τεκμηρίωση της συντήρησης σε επίπεδο καταγραφής, η ανάκτηση και ανταλλαγή δεδομένων τεκμηρίωσης υπόκειται ακόμη και σήμερα σε σημαντικούς περιορισμούς ανακλησιμότητας και προσβασιμότητας. Σε μια προσπάθεια να αντιμετωπίσει ζητήματα ενιαίας οργάνωσης, πρόσβασης και διασύνδεσης των δεδομένων τεκμηρίωσης, ο τομέας της Συντήρησης Πολιτισμικής Κληρονομιάς έχει στραφεί ερευνητικά προς τις τεχνολογίες Σημασιολογικού Ιστού (ΣΙ), και ειδικότερα στις Οντολογίες Ιστού, ως μεθόδους αναπαράστασης, οργάνωσης και διαχείρισης δεδομένων. Στο παρόν παρουσιάζονται η φύση και οι δυνατότητες των τεχνολογιών ΣΙ, με έμφαση στις Οντολογίες Ιστού, μέσα από ενδεικτικά παραδείγματα που αναδεικνύουν τα δυνητικά οφέλη εφαρμογής των τεχνολογιών αυτών στην υπηρεσία του τομέα της Συντήρησης, προς δύο κατευθύνσεις: (α) την ομογενοποίηση και ενσωμάτωση των δεδομένων τεκμηρίωσης σε ένα κοινό πλαίσιο αναζήτησης και πρόσβασης, και (β) τη δημιουργία ψηφιακών υπηρεσιών υποστήριξης των διαδικασιών λήψης αποφάσεων συντήρησης.

## 1. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Η υλική Πολιτισμική Κληρονομιά (ΠΚ) περιλαμβάνει μνημεία, κτίρια, χώρους, αντικείμενα και συλλογές αντικειμένων με ιστορική, καλλιτεχνική, αισθητική, επιστημονική, εθνολογική ή ανθρωπολογική αξία, των οποίων τη διατήρηση αναλαμβάνουν τα διάφορα ιδρύματα και οργανισμοί της ΠΚ [1, 2]. Ένα σημαντικό μέρος της διατήρησης της υλικής ΠΚ έγκειται στη συντήρησή της, δηλαδή στον σχεδιασμό και την εφαρμογή μέτρων και δράσεων που αποσκοπούν στη διαφύλαξη της και στην εξασφάλιση της προσβασιμότητάς της για τις παρούσες και μελλοντικές γενιές [2].

Οι επαγγελματίες και επιστήμονες του τομέα της Συντήρησης ουσιαστικά προσπαθούν να κατανοήσουν την αρχική κατάσταση του εκάστοτε αντικειμένου συντήρησης σε αντιπαραβολή με την παρούσα κατάστασή του, ώστε να προσδιορίσουν τις ενέργειες που χρειάζεται να εκτελέσουν προκειμένου να αποσοβήσουν τις μη επιθυμητές αλλαγές και να διατηρήσουν τις αξίες του αντικειμένου συντήρησης [2, 3, 4]. Προκειμένου να το επιτύχουν αυτό, οι επαγγελματίες και επιστήμονες της Συντήρησης ακολουθούν μια διαδικασία η οποία σε γενικές γραμμές περιλαμβάνει έξι βασικά στάδια (βλ. Εικόνα 1) [2, 3]:

- *κατάρτιση του έργου συντήρησης*, όπου καθορίζονται τα προβλήματα του αντικειμένου συντήρησης, καθώς και οι απαιτήσεις και οι στόχοι του έργου συντήρησης,
- *εκτίμηση ρίσκου*, όπου αναγνωρίζονται πιθανοί κίνδυνοι που αφορούν σε ζητήματα υγείας και ασφάλειας στο πλαίσιο υλοποίησης των ενεργειών συντήρησης, στην καταλληλότητα των ενεργειών συντήρησης σε σχέση με το προς συντήρηση αντικείμενο κ.ά.

- *ταυτοποίηση, αξιολόγηση και επιλογή ενεργειών συντήρησης*, όπου προσδιορίζονται οι ενέργειες προληπτικής ή επεμβατικής συντήρησης και αποκατάστασης βάσει των απαιτήσεων και περιορισμών που έχουν καταγραφεί στα προηγούμενα στάδια,
- *ανάπτυξη και αποδοχή ενός συγκεκριμένου πλάνου*, όπου προσδιορίζεται ένα πλάνο δράσης και γίνεται αποδεκτό από όλα τα εμπλεκόμενα μέρη,
- *εφαρμογή του αποδεκτού πλάνου*, όπου εκτελούνται οι συμφωνημένες ενέργειες,
- *ολοκλήρωση του έργου συντήρησης*, όπου το αποτέλεσμα των δράσεων καταγράφεται και αξιολογείται, και προτείνονται κατευθυντήριες γραμμές για την μελλοντική διατήρηση και χειρισμό του αντικειμένου συντήρησης.



**Εικόνα 1:** Στάδια διαδικασίας συντήρησης.

Η τεκμηρίωση συντήρησης, δηλαδή η δημιουργία, συλλογή και διατήρηση πληροφορίας σχετικής με τη συντήρηση ενός αντικειμένου, αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι ενός έργου συντήρησης και συνοδεύει όλα τα προαναφερθέντα στάδια της διαδικασίας συντήρησης [2, 3]. Κατά τα διάφορα στάδια συντήρησης, οι διάφοροι εμπλεκόμενοι χρειάζεται να συγκεντρώσουν και να ανταλλάξουν ένα ευρύ φάσμα πληροφοριών που μπορεί να αφορούν σε (υλικές ή μη) πτυχές του αντικειμένου συντήρησης, σε σχετικές με τη μελέτη περίπτωσης εφαρμογές μεθόδων διάγνωσης και των αποτελεσμάτων τους, σε σχετικές με τη μελέτη περίπτωσης επεμβάσεις συντήρησης και άλλη σχετική πληροφορία [4]. Στο πλαίσιο αυτών των διαδικασιών, είναι κρίσιμο τα διαφορετικά κομμάτια πληροφορίας να είναι εύκολα προσβάσιμα από όλους τους εμπλεκόμενους στο έργο συντήρησης (που μπορεί να προέρχονται είτε από καθ' εαυτόν τον τομέα της Συντήρησης είτε ευρύτερα από την ΠΚ), προκειμένου να παραχθούν συμπεράσματα και τελικά να ληφθούν αποφάσεις σχετικά με τις απαιτούμενες ενέργειες συντήρησης [5].

Επί του παρόντος οι επιστήμονες και επαγγελματίες της Συντήρησης έρχονται συχνά αντιμέτωποι με προβλήματα πρόσβασης σε πληροφορία τεκμηρίωσης συντήρησης, καθώς και διασύνδεσης αυτής της πληροφορίας, λόγω του μεγάλου βαθμού ετερογένειας και κατακερματισμού που αυτή παρουσιάζει. Τα διάφορα εργαστήρια συντήρησης καταγράφουν τα δεδομένα τεκμηρίωσης των έργων συντήρησης που διεκπεραιώνουν σε τοπικές βάσεις δεδομένων, οι οποίες αφενός ενδέχεται να παρουσιάζουν διαφορετική δομή και οργάνωση δεδομένων, ακολουθώντας τις απαιτήσεις καταγραφής που υπαγορεύουν διαφορετικές εξειδικεύσεις συντήρησης, και αφετέρου δεν επικοινωνούν μεταξύ τους, ώστε να επιτρέπουν τη διασύνδεση και την ανταλλαγή πληροφορίας [5, 6, 7]. Ως προς την οργάνωση της πληροφορίας, διαφορετικές βάσεις δεδομένων ενδέχεται να αποθηκεύουν τους ίδιους τύπους πληροφορίας χρησιμοποιώντας διαφορετικά μορφότυπα και τρόπους δόμησης

(αυστηρά δομημένα δεδομένα, ημι-δομημένα δεδομένα, αδόμετα δεδομένα), τα οποία καθιστούν δύσκολη έως αδύνατη την μεταξύ τους διασύνδεση [5, 6]. Στα προαναφερθέντα προβλήματα έρχεται να προστεθεί και η ασυνέπεια στην εννοιοδότηση και χρήση όρων, που συνιστά πολύ συχνό φαινόμενο στον τομέα της Συντήρησης [5, 8].

Με δεδομένο ότι η τεκμηρίωση ενός έργου συντήρησης αποτελεί σημαντική παρακαταθήκη τεχνογνωσίας που μπορεί να φανεί πολύτιμη σε μελλοντικά έργα συντήρησης με παρόμοια χαρακτηριστικά, περιεχόμενο και απαιτήσεις, λειτουργώντας ως συμβουλευτικός οδηγός για την εφαρμογή αποδεδειγμένα στην πράξη καλών πρακτικών συντήρησης, ή, αντιθετο-αντίστροφα, για την αποφυγή πρακτικών που έχουν στο παρελθόν αποδειχθεί ακατάλληλες για συγκεκριμένες περιπτώσεις, καθίσταται επιβεβλημένη η ανάγκη για ενιαία και άρτια διάθεση του συνόλου της πληροφορίας τεκμηρίωσης που καταγράφεται στο πλαίσιο έργων συντήρησης, με τρόπο που να καθιστά δυνατή την διασύνδεση και αντιπαραβολή της διαθέσιμης πληροφορίας.

## **2. ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ – ΟΝΤΟΛΟΓΙΕΣ ΙΣΤΟΥ**

Ως απάντηση στην αυξανόμενη ανάγκη για επίτευξη διαλειτουργικότητας των δεδομένων τεκμηρίωσης έργων συντήρησης, σε μια προσπάθεια γεφύρωσης του χάσματος που απορρέει από το υπάρχον καθεστώς πληροφοριακής ετερογένειας και κατακερματισμού που επικρατεί σε μεγάλο βαθμό στον τομέα της Συντήρησης, όπως περιγράψαμε παραπάνω, εμποδίζοντας την αποτελεσματική διασύνδεση και διαμοιρασμό της διαθέσιμης τεκμηρίωσης συντήρησης, η επιστημονική κοινότητα της Συντήρησης στρέφεται τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερο στις τεχνολογίες Σημασιολογικού Ιστού (ΣΙ), και πιο συγκεκριμένα στις Οντολογίες Ιστού, ως μέθοδο οργάνωσης και διαχείρισης δεδομένων [5, 7].

Τι είναι όμως ο Σημασιολογικός Ιστός και ποιά η δυνητική προσφορά των τεχνολογιών που παρέχει στην επίλυση των προαναφερθέντων ζητημάτων; Ο Σημασιολογικός Ιστός συνιστά ένα όραμα που φιλοδοξεί να εξελίξει τον Παγκόσμιο Ιστό, προσδίδοντας σε αυτόν σημασιολογικό περιεχόμενο και υπόσταση. Σύμφωνα με το όραμα Σημασιολογικού Ιστού, το υπάρχον περιεχόμενο του Ιστού εμπλουτίζεται με σημασιολογικό περιεχόμενο το οποίο αναπαρίσταται σε μια μορφή που είναι τεχνικά επεξεργάσιμη, ενώ χρησιμοποιεί ευφυείς τεχνικές και εργαλεία προς αξιοποίηση αυτού του σημασιολογικού “στρώματος” [9]. Η γενική ιδέα πίσω από το όραμα του Σημασιολογικού Ιστού είναι να καταστήσει τη μηχανή (δηλ. τον ηλεκτρονικό υπολογιστή) ικανή να “αντιλαμβάνεται” τη σημασία, δηλαδή το νόημα, των δεδομένων και βάσει αυτής της αντίληψης να εξάγει συμπεράσματα, παράγοντας έτσι νέα γνώση, με απώτερο στόχο την αποτελεσματικότερη διάθεση αυτού του περιεχομένου στον χρήστη του Διαδικτύου (στο γενικό πλαίσιο που ορίζει μια διαδικασία ανάκτησης πληροφορίας μέσω μιας μηχανής αναζήτησης, ή “αποτελεσματικότητα” στην παροχή πληροφορίας αναφέρεται στον βαθμό στον οποίο η ανακτηθείσα πληροφορία ανταποκρίνεται σε αυτό που είχε κατά νου ο χρήστης κατά την αναζήτηση).

Οι Οντολογίες Ιστού (ή απλά οντολογίες) αποτελούν το βασικό συστατικό του ΣΙ και παρέχουν τη δυνατότητα τυποποίησης της σημασιολογίας ενός δεδομένου γνωστικού πεδίου, μέσω της αναπαράστασής του σε ένα εννοιολογικό σχήμα [10]. Ένα εννοιολογικό σχήμα κατά βάση συνίσταται από (α) έννοιες, οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους ιεραρχικά, και (β) εννοιολογικές συσχετίσεις, δηλαδή σχέσεις μεταξύ των αναπαριστώμενων εννοιών, οι οποίες δημιουργούν επιπλέον συνδέσεις μεταξύ των εννοιών πέραν της ιεραρχικής [5]. Παρέχοντας ουσιαστικά μια τυποποιημένη αναπαράσταση μιας δεδομένης εννοιολόγησης (ενός δεδομένου γνωστικού πεδίου), οι οντολογίες μπορούν να επιλύσουν ζητήματα διαλειτουργικότητας δεδομένων, αφού ουσιαστικά παρέχουν ένα σημείο αναφοράς, στο οποίο οι διάφορες υποκείμενες έννοιες ορίζονται συστηματικά και ρητά, και μάλιστα με τρόπο τεχνικά επεξεργάσιμο. Με τον τρόπο αυτό, μια οντολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί με σκοπό απομακρυσμένες βάσεις δεδομένων, οι οποίες φιλοξενούν ουσιαστικά ίδιου τύπου δεδομένα αλλά οργανωμένα σε

σε ετερογενή εννοιολογικά σχήματα, να “επικοινωνούν” μεταξύ τους σημασιολογικά, έτσι ώστε το πληροφοριακό περιεχόμενο διαφορετικών απομακρυσμένων παρόχων να καθίσταται εν τέλει προσβάσιμο, π.χ. μέσω μιας μέτα-υπηρεσίας αναζήτησης, με τρόπο ενιαίο, ενσωματωμένο κάτω από ένα κοινό εννοιολογικό (υπερ)σχήμα (το οποίο ενοποιεί σημασιολογικά τα επιμέρους τοπικά σχήματα δεδομένων) [5]. Μια τέτοια υπηρεσία μπορεί να αναβαθμίσει σημαντικά τη διαδικασία αναζήτησης πληροφοριών, ως προς την ταχύτητα (μιας που ο χρήστης δεν χρειάζεται να επαναλαμβάνει την ίδια επερώτηση στους διάφορους επιμέρους παρόχους), και φυσικά ως προς την αρτιότητα της πληροφόρησης, αφού τα αποτελέσματα μιας αναζήτησης ενσωματώνουν περιεχόμενο από διαφορετικούς παρόχους [5].

Επιπρόσθετα, μια οντολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με μια μηχανή σημασιολογικής συλλογιστικής (semantic reasoning), δηλ. έναν αλγόριθμο ο οποίος επεξεργάζεται σημασιολογικά το οντολογικό μοντέλο, με σκοπό την εξαγωγή λογικών συμπερασμάτων με βάση την υπάρχουσα αναπαριστώμενη γνώση [10]. Ο συνδυασμός ενός οντολογικού μοντέλου γνώσης και μιας μηχανής σημασιολογικής συλλογιστικής μπορεί να λειτουργήσει ως η υπολογιστική βάση για την κατασκευή γνωσιοκεντρικών υπολογιστικών συστημάτων (knowledge-based systems) τα οποία υλοποιούν υπηρεσίες [11].

### **3. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΙΣΤΟΥ ΣΤΗΝ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ**

Οι δυνατότητες της χρήσης τεχνολογιών ΣΙ διερευνώνται συστηματικά τα τελευταία χρόνια από τον ευρύτερο τομέα της ΠΚ, και ειδικότερα από τον τομέα της Συντήρησης, πρωτίστως σε μια προσπάθεια να δοθούν λύσεις στα ζητήματα ετερογένειας της πληροφορίας τεκμηρίωσης που συζητήθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Στο πλαίσιο αυτό έχουν δημιουργηθεί ποικίλες οντολογίες, οι οποίες περιγράφουν εννοιολογικά κάποιο μεγαλύτερο ή μικρότερο κομμάτι (ανάλογα με τον σκοπό και το πλαίσιο ανάπτυξης της οντολογίας) του γνωστικού φάσματος που περικλείει ο τομέας της Συντήρησης. Τα περισσότερα από αυτά τα μοντέλα είναι ευθυγραμμισμένα ή επεκτείνουν ευρύτερα οντολογικά μοντέλα του γνωστικού πεδίου της ΠΚ, με δημοφιλέστερο το CIDOC CRM, ένα υψηλού επιπέδου αφάιρεσης (upper-level) εννοιολογικό μοντέλο για την αναπαράσταση πολιτιστικών δεδομένων, η ανάπτυξη του οποίου αποτελεί συλλογική προσπάθεια μιας διεπιστημονικής ομάδας ειδικών από διάφορα πεδία της ΠΚ (αρχαιολογία, μουσειακή τεκμηρίωση, ιστορία της τέχνης κ.ά.), καθώς και επιστημόνων πληροφορικής, υπό την σκέπη του ICOM CIDOC [12]. Ως εκ τούτου, το CIDOC CRM, σε συνδυασμό με τις διάφορες εξειδικευμένες επεκτάσεις του (FRBRoo, PRESSoo, CRMinf, CRMarchaeo, CRMsci, CRMgeo, CRMdig, CRMba, CRMtex, CRMsoc) [13]), παρέχει έννοιες και σχέσεις για την αναπαράσταση δεδομένων τεκμηρίωσης προερχόμενων από ποικίλα πεδία της ΠΚ. Επιπλέον, τα περισσότερα από αυτά τα μοντέλα έχουν αποτελέσει τη βάση για την ανάπτυξη γνωσιοκεντρικών εφαρμογών και υπηρεσιών για μοντελοποίηση και διαχείριση δεδομένων, με σκοπό την υποστήριξη των διαδικασιών τεκμηρίωσης πολιτιστικής πληροφορίας. Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένα ενδεικτικά παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών και υπηρεσιών, που έχουν αναπτυχθεί στο πλαίσιο της του τομέα της Συντήρησης και αξιοποιούν τεχνολογίες ΣΙ.

#### **3.1 Ενσωμάτωση και αναζήτηση δεδομένων τεκμηρίωσης**

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως η τεκμηρίωση ενός έργου συντήρησης μπορεί να συνεισφέρει τεχνογνωσία σε μελλοντικά έργα συντήρησης παρεμφερούς σκοπού και απαιτήσεων. Η συνεισφορά αυτή γίνεται ακόμα πιο σημαντική όταν η πληροφορία τεκμηρίωσης από πολλαπλά (παρεμφερή) έργα συντήρησης χρησιμοποιείται συνδυαστικά, οδηγώντας έτσι σε αρτιότερη και πλουσιότερη πληροφόρηση, και εν τέλει σε καλύτερες αποφάσεις συντήρησης. Σε αυτό το πλαίσιο γίνονται προσπάθειες από την επιστημονική



κοινότητα του τομέα της Συντήρησης δημιουργίας τέτοιων υπηρεσιών ενσωματωμένης αναζήτησης (integrated search) δεδομένων τεκμηρίωσης, οι οποίες παρέχουν τη δυνατότητα αναζήτησης και ανάκτησης δεδομένων τεκμηρίωσης από διαφορετικούς παρόχους, σε ένα ενιαίο πλαίσιο αναζήτησης.

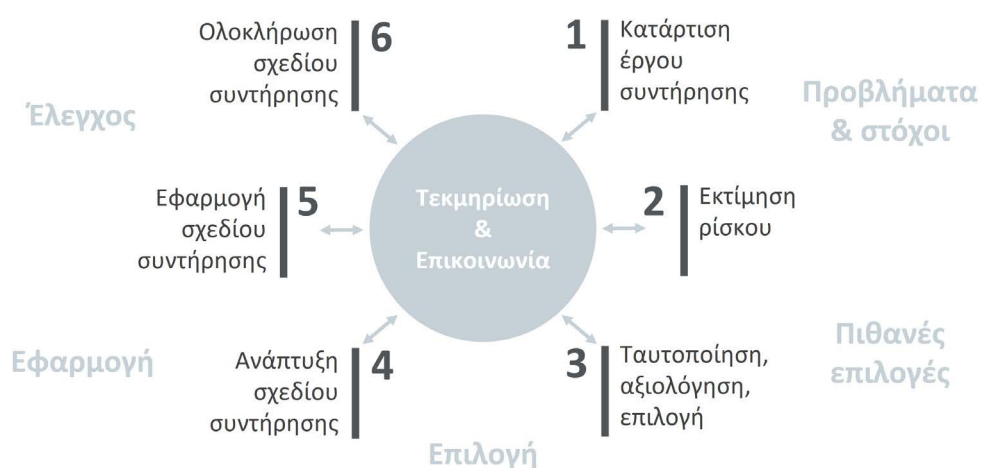
Μία από τις πρώτες προσπάθειες χρήσης τεχνολογιών ΣΙ, και ειδικότερα οντολογιών, για την ενσωματωμένη αναζήτηση δεδομένων στον τομέα της Συντήρησης είναι το έργο *Twentieth Century in Paint Project*, (20thCPaint) [14], μια συλλογική προσπάθεια μεταξύ του *Asia Pacific Twentieth Century Conservation Art Research Network* (APTCCARN) και του *eResearch Lab at the University of Queensland*, κεντρικό αντικείμενο της οποίας ήταν η ανάπτυξη μιας διαδικτυακής βάσης γνώσης χτισμένης πάνω στην οντολογία *OPPRA* [15], με στόχο να δοθεί σε συντηρητές πινάκων η δυνατότητα ενιαίας πρόσβασης σε δομημένη πληροφορία για την συντήρηση πινάκων του 20ου αι., και να διευκολυνθεί η ανταλλαγή πληροφορίας μεταξύ συντηρητών πινάκων και άλλων ειδικών της διατήρησης ΠΚ (επιμελητών, επιστημόνων υλικών, χημικών κ.ά.). Αντίστοιχα, το έργο *Monument Damage Information System* (MONDIS) έχει αναπτύξει το σύστημα *MONDIS*, ένα γνωσιοκεντρικό σύστημα που εξειδικεύεται στη διάγνωση φθορών και τις επεμβάσεις συντήρησης ιστορικών κτιρίων [16]. Το σύστημα αναπτύχθηκε πάνω στην οντολογία *Monument Damage Ontology* (MDO), προκειμένου να ενσωματώσει, να οργανώσει και να επεξεργαστεί πληροφορία που αφορά σε συντήρηση ιστορικών κτιρίων, με σκοπό να υποστηρίξει την τεκμηρίωση και τον έλεγχο των φθορών ιστορικών κτιρίων, αλλά και τον σχεδιασμό και εφαρμογή σχετικών επεμβάσεων συντήρησης [17]. Πιο πρόσφατο παράδειγμα αξιοποίησης οντολογιών για διαχείριση δεδομένων τεκμηρίωσης συντήρησης είναι αυτό του έργου *Patrimoine culturel et Restauration-Conservation: Ontologies pour l' Usage d' un Referentiel commun aux differentes Sources de donnees* (PARCOURS). Βασικός στόχος του έργου ήταν η αντιμετώπιση του προβλήματος διαλειτουργικότητας των δεδομένων συντήρησης που παρέχονται από διαφορετικά ιδρύματα ΠΚ, μέσω της ανάπτυξης μιας κοινής υποδομής για την ενσωματωμένη αναζήτηση δεδομένων συντήρησης [18]. Παρομοίως, στο πλαίσιο του έργου *Politisimos-Technologia, New Technologies in the Research, Study, Documentation and Access to the Information for Cultural Heritage Objects and Monuments* (POLITEIA) αναπτύχθηκε η εκπαιδευτική πλατφόρμα *Polygnosis* (Polygnosis platform), η οποία αξιοποιεί τεχνολογίες ΣΙ για την παροχή ενιαίας πρόσβασης σε πληροφορία που αφορά σε εφαρμογές και μεθόδους τεχνολογιών laser για την ανάλυση, διάγνωση και συντήρηση αντικειμένων ΠΚ [19]. Τέλος, πρόσφατα η κοινότητα *Linked Conservation Data* έχει ξεκινήσει μια συστηματική προσπάθεια δόμησης και ενσωμάτωσης δεδομένων συντήρησης διαφορετικών παρόχων (*Stanford Libraries, Bodleian Library, Library of Congress, The National Archives* (UK)) χρησιμοποιώντας ως βάση το *CIDOC CRM* [20].

Οι τεχνολογίες ΣΙ έχουν επίσης αξιοποιηθεί στην οπτική τεκμηρίωση, για οπτική επισημείωση (visual annotation), δηλαδή μαρκάρισμα δισδιάστατων ψηφιακών εικόνων ή τρισδιάστατων μοντέλων με δεδομένα που αφορούν, για παράδειγμα, στην τεχνολογία κατασκευής ή στην κατάσταση διατήρησης των υπό συντήρηση αντικειμένων. Η οπτική επισημείωση δισδιάστατων εικόνων και τρισδιάστατων μοντέλων που κάνει χρήση τεχνολογιών ΣΙ για την αναπαράσταση των δεδομένων επισημείωσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με εργαλεία ενσωματωμένης αναζήτησης, παρέχοντας για παράδειγμα τη δυνατότητα συσχέτισης παρεμφερών περιπτώσεων φθορών αντικειμένων που έχουν συντηρηθεί και άμεσης οπτικής αντιπαραβολής των επισημειωμένων φθορών μέσω ανάκτησης των (επισημειωμένων) ψηφιακών αναπαραστάσεων των αντικειμένων. Ενδεικτικό παράδειγμα αποτελεί το έργο *GRAVITATE* στο πλαίσιο του οποίου αναπτύχθηκε μια πλατφόρμα που παρέχει εργαλεία για την ανακατασκευή, επισημείωση και ανάλυση τρισδιάστατων μοντέλων αντικειμένων συντήρησης, καθώς και την ανάκτηση πληροφοριών για τα αντικείμενα αυτά [21]. Η πλατφόρμα αξιοποιεί για τις επισημειώσεις το *Cultural Heritage Artefact Partonomy* (CHAP), ένα λεξιλόγιο που έχει αναπτυχθεί με τεχνολογίες ΣΙ για να περιγράψει χαρακτηριστικά

και στοιχεία τεχνολογίας κατασκευής αγαλματιδίων. Οι επισημειώσεις περιοχών των 3Δ μοντέλων που αναπαριστούν τα φυσικά αντικείμενα επιτρέπουν στους ειδικούς να αναζητούν και να εξετάζουν σε αντιπαραβολή αντικείμενα (π.χ. βάσει της μορφολογικής ανάλυσης της διακόσμησής τους) προκειμένου να επικυρώσουν τις υποθέσεις τους για την παραγωγή ή την αυθεντική κατάσταση των αντικειμένων (π.χ. να εντοπίσουν θραύσματα που ανήκουν στο ίδιο αντικείμενο ή σε αντικείμενα που προέρχονται από το ίδιο εργαστήριο) [22].

### 3.2 Ενσωμάτωση και αναζήτηση δεδομένων τεκμηρίωσης

Η λήψη αποφάσεων συνιστά τη ραχοκοκαλιά ενός έργου συντήρησης, αφού ο συντηρητής καλείται να λαμβάνει διάφορες αποφάσεις (π.χ. σχετικά με την επιλογή μεθόδων ανάλυσης, επέμβασης διατήρησης κλπ) καθ' όλη τη διαδικασία συντήρησης [2]. Μάλιστα, τα επιμέρους στάδια της διαδικασίας συντήρησης (βλ. Κεφάλαιο 1), παρουσιάζουν αναλογίες με τα διαφορετικά στάδια της διαδικασίας λήψης αποφάσεων, δηλαδή τον εντοπισμό του προβλήματος και των στόχων, την εύρεση και αξιολόγηση πιθανών δράσεων για την αντιμετώπιση του προβλήματος προς εκπλήρωση των στόχων, την επιλογή δράσεων, και τέλος την εφαρμογή των επιλεγμένων δράσεων και την αξιολόγησή τους (βλ. Εικόνα 2) [3, 11].



**Εικόνα 2:** Στάδια διαδικασίας συντήρησης σε συνάρτηση με τα στάδια της διαδικασίας λήψης απόφασης.

Σε ό,τι αφορά το κομμάτι του εντοπισμού και της αξιολόγησης πιθανών επιλογών για το αν και πώς τελικά θα αντιμετωπίσουν διαφορετικά προβλήματα, οι ειδικοί της συντήρησης λαμβάνουν υπόψη τους ποικίλες πληροφορίες, όπως επιστημονικές πληροφορίες (π.χ. γήρανση υλικών), διαχειριστικές πληροφορίες (π.χ. προϋποθέσεις δανεισμού), πολιτιστικές πληροφορίες (π.χ. ιστορική αξία) κ.ά., που σχετίζονται έμμεσα ή άμεσα με τους περιορισμούς και τα κριτήρια αξιολόγησης των επιλογών τους [4]. Οι ανάλυση των πληροφοριών αυτών οδηγεί στη διαμόρφωση σαφών και συγκεκριμένων αποφάσεων για δράσεις σχετικές με τη μελέτη και την (προληπτική ή επεμβατική) συντήρηση του αντικειμένου ενδιαφέροντος.

Σε αυτό το πλαίσιο, η εφαρμογή τεχνολογιών ΣΙ όπως οι οντολογίες και η σημασιολογική συλλογιστική (semantic reasoning) μπορεί να αποτελέσει την τεχνική βάση για την ανάπτυξη γνωσιοκεντρικών συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων (decision support systems), δηλαδή υπολογιστικών συστημάτων τα οποία, λαμβάνοντας υπόψη συγκεκριμένους κανόνες, κριτήρια και περιορισμούς, μπορούν να προτείνουν στον ειδικό, εν προκειμένω στον συντηρητή, πιθανές επιλογές πάνω σε συγκεκριμένα ερωτήματα, π.χ. πιθανές επιλογές επέμβασης που είναι κατάλληλες (ή που κρίνονται ως ακατάλληλες) για μία δεδομένη περίπτωση. Μια τέτοια υπηρεσία μπορεί να συνεισφέρει και να αναβαθμίσει σημαντικά τη δουλειά του ειδικού κατά τον εντοπισμό και την αξιολόγηση πιθανών λύσεων, όχι υποκαθιστώντας αλλά υποστηρίζο-

ντας το έργο του. Για παράδειγμα, μπορεί να υποστηρίξει τον συντηρητή στην εκτίμηση του ρίσκου συντήρησης και βάσει αυτού στην απόρριψη πιθανών επιλογών (π.χ. η απομάκρυνση χαλαρών επικαθίσεων χρησιμοποιώντας βαμβακερό πανί δεν είναι κατάλληλη επιλογή για ζωγραφικό στρώμα που παρουσιάζει απολέπιση), καθώς και στην επιλογή των πιθανών λύσεων που έχουν εντοπιστεί (π.χ. μέσα από ανάκτηση στοιχείων σχετικών με κριτήρια αξιολόγησης των πιθανών επεμβάσεων, μεθόδων ανάλυσης, πρακτικών ψηφιοποίησης κ.ά.).

Ένα παράδειγμα μιας τέτοιας προσπάθειας αποτελεί το έργο *Color and Space in Cultural Heritage (COSCH)* το οποίο αποσκοπεί στην ενδυνάμωση της κοινής κατανόησης της τεκμηρίωσης της υλικής ΠΚ μεταξύ των ειδικών συντήρησης αλλά και του ευρύτερου τομέα διατήρησης της ΠΚ [23]. Το βασικό παράγωγο της ερευνητικής κοινότητας του COSCH community research είναι το COSCH Knowledge Representation (COSCHKR), ένα σημασιολογικό μοντέλο το οποίο κωδικοποιεί τεχνογνωσία σχετική με καλές πρακτικές οπτικής τεκμηρίωσης καθώς και μη-επεμβατικής ανάλυσης αντικειμένων ΠΚ. CH. Με βάση το COSCHKR, έχει αναπτυχθεί ένα σύστημα παροχής προτάσεων το οποίο δίνει τη δυνατότητα σε ειδικούς διαφορετικών ειδικοτήτων της συντήρησης και διατήρησης υλικής ΠΚ να υποβάλλουν επερωτήσεις (queries) και να λαμβάνουν προτάσεις επιλογών τεκμηρίωσης/ανάλυσης, που το σύστημα προκρίνει ως κατάλληλες με βάση τα δεδομένα που εισάγονται από τον χρήστη, συμβάλλοντας έτσι στην ταχύτερη εύρεση κατάλληλων επιλογών (αλλά και στην αποφυγή ακατάλληλων κατά περίπτωση επιλογών), στην ανάδειξη καλών πρακτικών, αλλά και στην επικοινωνία των επιλογών μεταξύ επαγγελματιών των διαφορετικών ειδικοτήτων [24, 25].

#### 4. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η ομογενοποίηση των δεδομένων τεκμηρίωσης συντήρησης και η ενσωμάτωσή τους σε ένα ενιαίο πλαίσιο αναζήτησης έχει συγκεντρώσει το ερευνητικό ενδιαφέρον του Τομέα, καθώς η καθολική πρόσβαση σε δεδομένα τεκμηρίωσης, που καθίσταται δυνατή μέσω της ομογενοποίησής τους, μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην δουλειά των ειδικών, μειώνοντας τον χρόνο αναζήτησης και βελτιώνοντας την ποιότητα των αποτελεσμάτων της αναζήτησης σε κάθε επιμέρους στάδιο της συντήρησης, από την αναγνώριση των προβλημάτων του αντικείμενου συντήρησης ως την αποτίμηση των πιθανών κινδύνων και την επιλογή κατάλληλων δράσεων. Τα παραδείγματα εφαρμογών που παρουσιάστηκαν δείχνουν ότι η αξιοποίηση των τεχνολογιών ΣΙ, και ειδικότερα των οντολογιών Ιστού για αναπαράσταση των δεδομένων τεκμηρίωσης συντήρησης, καθιστούν δυνατή την ενσωμάτωσή τους σε ένα κοινό εννοιολογικό πλαίσιο αναζήτησης/πρόσβασης, δίνοντας τη δυνατότητα στον ειδικό να ανακτά δεδομένα που αφορούν στο ίδιο αντικείμενο μελέτης (χαρακτηριστικά αντικείμενου, προτεινόμενες δράσεις συντήρησης κλπ.) αλλά βρίσκονται διασκορπισμένα σε απομακρυσμένες πηγές. Ως εκ τούτου, ο ειδικός λαμβάνει ταχύτερη και πιο άρτια πληροφόρηση σχετικά με το αντικείμενο μελέτης, και εν τέλει οδηγείται σε καλύτερες αποφάσεις δράσεων συντήρησης.

Επιπλέον, η κωδικοποίηση των δεδομένων σε ένα εννοιολογικό μοντέλο, π.χ., μια οντολογία Ιστού, μπορεί να αποτελέσει τη βάση για την ανάπτυξη γνωσιοκεντρικών εφαρμογών και υπηρεσιών με σκοπό την υποστήριξη των διαδικασιών συντήρησης, με έμφαση στα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων, τα οποία, λειτουργώντας επικουρικά, μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά τη λήψη επιμέρους αποφάσεων καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας συντήρησης, τροφοδοτώντας τον συντηρητή με προτάσεις και συμβουλές σχετικά με τις επικείμενες δράσεις του, αναδεικνύοντας καλές ή κακές κατά περίπτωση πρακτικές αλλά και συμβάλλοντας στην αποτύπωση και επικοινωνία των περιορισμών και των κριτηρίων της τελικής επιλογής σε άλλους συναδέλφους ή ενδιαφερόμενα μέρη, ανατροφοδοτώντας τελικά την κοινότητα των συντηρητών με πολύτιμη τεχνογνωσία, η οποία λειτουργεί ως παρακαταθήκη για μελλοντικά παρεμφερή έργα συντήρησης.



Εν κατακλείδι, καθότι η τεκμηρίωση αποτελεί μια κομβική διαδικασία που διατρέχει όλα τα στάδια της διαδικασίας συντήρησης, οι τεχνολογίες ΣΙ μπορούν, και ειδικότερα οι Οντολογίες Ιστού, μέσα από τη συστηματικοποίηση της τεκμηρίωσης και την παροχή υπηρεσιών ενσωματωμένης αναζήτησης αλλά και υποστήριξης λήψης αποφάσεων, να αναβαθμίσουν συνολικά τον τρόπο διεξαγωγής ενός έργου συντήρησης, από την ανάλυση της κατάστασης του προς συντήρηση αντικειμένου και τη διάγνωση των φθορών του έως την υλοποίηση επεμβάσεων συντήρησης και την τελική αξιολόγηση του έργου.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ



Η ερευνητική εργασία της Ευθυμίας Μωραΐτου, μέρος της οποίας συμπεριλαμβάνεται στην παρούσα δημοσίευση, υποστηρίχθηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «Υποτροφίες ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. Υποψηφίων Διδακτόρων» (Αριθμός Υποτροφίας: 115).

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] ICOM-CC, Terminology to characterize the conservation of tangible cultural heritage, <https://www.icom-cc.org/en/terminology-for-conservation> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [2] R. Letellier, W. Schmid and F. LeBlanc, Recording, Documentation, and Information Management for the Conservation of Heritage Places: Guiding Principles, 2007, Los Angeles, CA: Getty Conservation Institute.
- [3] European Standard 16853:2017, Conservation of Cultural Heritage - Conservation Process - Decision making, planning and implementation, Comite Europeen de Normalisation, 2017
- [4] B. Appelbaum, Conservation Treatment Methodology, 2007, Routledge, London, <https://doi.org/10.4324/9780080561042>
- [5] C. Niang, C. Marinica, B. Bouchou-Markhoff, E. Leboucher, O. Malavergne, L. Bouiller, C. Darrieumerlou and F. Laissus, Supporting Semantic Interoperability in Conservation-Restoration Domain: The PARCOURS Project, Journal on Computing and Cultural Heritage, 2017, 10(3), pp.16:1-16:20
- [6] R. Mustalish, D. Green, Digital Technologies and the Management of Conservation Documentation: A Survey Commissioned by the Andrew W. Mellon Foundation, 2009, <http://mac.mellon.org/mac-files/Mellon%20Conservation%20Survey.pdf> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [7] A. Velios, Online event-based conservation documentation: A case study from the IIC website, Studies in Conservation, 2015, 61
- [8] A. Weyer, P. Roig Picazo, D. Pop, J. Cassar, A. Özköse, J.M. Vallet and I. Srša, EwaGlos- European Illustrated Glossary of Conservation Terms for Wall Paintings and Architectural Surfaces, 2015, <http://www.ewaglos.eu/pages/download.php> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [9] T. Berners-Lee, J. Hendler and O. Lassila, The semantic web, Scientific American, 2001, 284, 5, pp. 28–37

- [10] Γ. Στάμου, Αναπαράσταση Οντολογικής Γνώσης και Συλλογιστική, 2015, Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, Αθήνα
- [11] E. Turban, J. Aronson, Decision support systems and intelligent systems, 1997
- [12] P. LeBoeuf, M. Doerr, C.E. Ore and S. Stead, Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model, Version 6.2.1, 2015
- [13] CIDOC CRM, Compatible models & Collaborations, Available at: <http://www.cidoc-crm.org/collaborations> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [14] J. Hunter and S. Odat, Building a Semantic Knowledge-base for Painting Conservators. In: 2011 7th IEEE International Conference on eScience, Stockholm:IEEE, 2011, pp.173-180, <https://ieeexplore.ieee.org/document/6123275> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [15] S. Odat, A Semantic e-Science Platform for 20th Century Paint Conservation, PhD, The University of Queensland, School of Information Technology and Electrical Engineering, 2014
- [16] R. Cacciotti, J. Valach, J., P. Kuneš, M. Cernanský, M. Blasko and P. Kremen, Monument Damage Information System (MONDIS): An Ontological Approach to Cultural Heritage Documentation, In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2013 II-5, pp.55-60, <https://doi.org/10.5194/isprsannals-II-5-W1-55-2013>
- [17] M. Blaško, R. Cacciotti, P. Křemen and Z. Kouba, Monument Damage Ontology, Lecture Notes in Computer Science, 2012, vol. 7616, pp.221-230
- [18] C. Niang, C. Marinica, E. Leboucher, L. Bouiller and C. Capderou, An Ontological Model for Conservation-Restoration of Cultural Objects, Digital Heritage, 2015, 2, pp.157-160
- [19] N. Platia, M. Chatzidakis, M. Doerr, L. Charami, C. Bekiari, K. Melessanaki, K. Hatzigiannakis and P. Pouli, 'POLYGNOSIS': The Development of a Thesaurus in an Educational Web Platform on Optical and Laser-Based Investigation Methods for Cultural Heritage Analysis and Diagnosis, Heritage Science, 2017, 5, pp.1-17
- [20] [15] Linked Conservation Data, Linked Conservation Data, <https://www.ligatus.org.uk/lcd/> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [21] S. Phillips, P. Walland, S. Modafferi, L. Dorst, M. Spagnuolo, C. Catalano, D. Oldman, A. Tal, I. Shimshoni and S. Hermon, Gravitare: Geometric And Semantic Matching For Cultural Heritage Artefacts, In: 14th Eurographics Workshop on Graphics and Cultural Heritage, 2016, Genova: The Eurographics Association
- [22] C.E. Catalano, V. Vassallo, S. Hermon and M. Spagnuolo, A Cultural Heritage Partonomy for the Documentation of 3D Digital Artefacts of Cypriot Coroplastic Art, In: 6th annual CIDOC - ICOM Conference in 2018 (CIDOC 2018), <http://doi.org/10.5281/zenodo.2536814>
- [23] F. Boochs, A. Trémeau, Ó. Murphy, M. Gerke, J.L. Lerma, A. Karmacharya and M. Karaszewski, Towards a Knowledge Model Bridging Technologies and Applications in Cultural Heritage Documentation, In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2014, II-5, pp.81-88. Available at: <https://doi.org/10.5194/isprsannals-II-5-81-2014>
- [24] A. Karmacharya, S. Wefers and F. Boochs, Knowledge Based Recommendation on Optimal Spectral and Spatial Recording Strategy of Physical Cultural Heritage Objects, In: 10th Internat. Conference on Advances in Semantic Processing, 2016, Venice: IARIA XPS Press, pp.49-58.

[25] S. Wefers and A. Karmacharya, Ontology-Based Structuring of Spectral and Spatial Recording Strategies for Cultural Heritage Assets: Background, State of Affairs, and Future Perspectives, In: A. Bentkowska-Kafel, L. MacDonald, ed., Digital techniques for documenting and preserving cultural heritage. Collection development, cultural heritage and digital humanities, Leeds, ARC Humanities Press, pp.157–172, 2017