

ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΡΗΤΙΝΟΥΧΑ ΔΑΠΕΔΑ

Θεοδωρίδης Χρήστος

Μηχανικός Μεταλλείων – Μεταλλουργός Μηχανικός, BASF CC HELLAS SA

Λέξεις κλειδιά: Ρητινούχα, πολυουρεθανικά δάπεδα, Επιστρώσεις προστασίας σκυροδέματος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Τα Βιομηχανικά Ρητινούχα Δάπεδα εξ' ορισμού προορίζονται για εφαρμογή σε χώρους παραγωγής ή αποθήκευσης προϊόντων χωρίς όμως να αποκλείεται και η εφαρμογή τους σε άλλους χώρους όπως γραφεία, αίθουσες σχολείων ή νοσοκομείων και καταστήματα. Οι τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα των βιομηχανικών ρητινούχων δαπέδων εξασφαλίζουν τόσο βελτιωμένη μηχανική και χημική συμπεριφορά όσο και βελτιωμένα χαρακτηριστικά άνεσης και απεριόριστες δυνατότητες απόδοσης των αισθητικών αναζητήσεων.

1. ΓΕΝΙΚΑ

Ο όρος βιομηχανικά δάπεδα χρησιμοποιείται ευρέως από τον κατασκευαστικό κόσμο με διαφορετική ερμηνεία και χαρακτηρίζοντας πολλές φορές διαφορετικά υλικά ή τεχνικές. Για την συγκεκριμένη εισήγηση ο όρος βιομηχανικό δάπεδο ορίζεται ως οποιαδήποτε επίστρωση πάνω σε οποιαδήποτε υπόστρωμα η οποία βελτιώνει τα μηχανικά χαρακτηριστικά της επιφάνειάς του. Ο όρος ρητινούχος αναφέρεται στο είδος της συνδετικής ύλης του μίγματος που επιστρώνεται όπου στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι πολυουρεθανικής βάσης.

Σε βιομηχανικούς και αποθηκευτικούς χώρους η απαίτηση για βελτιωμένες μηχανικές και χημικές ιδιότητες αποτελεί τη βασικότερη παράμετρο επιλογής του δαπέδου. Στους χώρους αυτούς παρατηρείται έντονη μηχανική καταπόνηση από μετακινήσεις φορτίων, πτώσεις αντικειμένων, κινήσεις τροχήλατου εξοπλισμού και οχημάτων καθώς και χημικές προσβολές από διαρροές κάθε είδους υγρών (νερό, λιπαντικά, καύσιμα, διαλύτες, οξέα κτλ), συχνής χρήσης χημικών καθαριστικών και απολυμαντικών. Σε ειδικές περιπτώσεις δαπέδων σε χώρους συντήρησης ή ψύξης ή σε χώρους παραγωγής, οι ακραίες θερμοκρασίες καθώς και οι απότομες μεταβολές αυτής, επηρεάζουν την απόδοση και το χρόνο ζωής του δαπέδου. Τα δάπεδα αυτής της κατηγορίας λόγω των βελτιωμένων

τεχνικών χαρακτηριστικών χαρακτηρίζονται ως Βιομηχανικά Ρητινούχα Δάπεδα Υψηλών Απαιτήσεων ή Αποδόσεων.

Αντίστοιχα, σε εσωτερικούς χώρους όπως γραφεία, αίθουσες σχολείων, εστιατόρια, εκθέσεις ή καταστήματα, η απαίτηση για καλό αισθητικό αποτέλεσμα και η βελτίωση των παραμέτρων άνεσης αποτελούν τα βασικά στοιχεία επιλογής αυτών των Διακοσμητικών – Αρχιτεκτονικών Βιομηχανικών Ρητινούχων Δαπέδων. Στους χώρους αυτούς το ενδιαφέρον εστιάζεται στο αισθητικό αποτέλεσμα, στην καλλιτεχνική εμφάνιση, στην ηχοαπορροφητικότητα ή στην άνεση στο βάδισμα.

Είναι απαραίτητο να διευκρινιστεί ότι τα Βιομηχανικά Ρητινούχα Δάπεδα εφαρμόζονται σε υποστρώματα με ελάχιστη αντοχή σε εφελκυσμό 1,5 MPa. Στις περισσότερες περιπτώσεις το υπόστρωμα είναι σκυρόδεμα δεδομένης, από την στατική μελέτη, αντοχής στο οποίο έχει γίνει σκλήρυνση της επιφάνειάς του με χαλαζιακά κυρίως αδρανή.

2. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΡΗΤΙΝΟΥΧΑ ΔΑΠΕΔΑ ΥΨΗΛΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ

Οι αυξημένες απαιτήσεις των βιομηχανιών τροφίμων και των χημικών ή φαρμακευτικών βιομηχανιών για την κατασκευή δαπέδων τα οποία να παρουσιάζουν αυξημένες μηχανικές αλλά και χημικές αντοχές οδήγησε στην ανάγκη ανάπτυξης νέων τεχνολογιών. Οι αυξημένες επίσης απαιτήσεις των Αρχών για Ασφάλεια και Υγιεινή στην εργασία οδήγησε στον καθορισμό νέων αυστηρότερων απαιτήσεων λειτουργίας αυτών των βιομηχανιών. Τέλος, η κατασκευή ολοένα μεγαλύτερων χώρων παραγωγής και αποθήκευσης και η ολοένα αυξανόμενη ταχύτητα παραγωγής οδήγησε στην δημιουργία παραγωγικών μονάδων οι οποίες θα πρέπει να δουλεύουν με το μικρότερο δυνατό κόστος συντήρησης.

Οι υπάρχουσες παραδοσιακές εποξειδικές ή πολυουρεθανικές επιστρώσεις παρουσιάζουν τα παρακάτω προβλήματα:

- Μειωμένη αντοχή σε ισχυρά χημικά,
- Μειωμένη αντοχή σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 60 °C και μικρότερη από -20 °C,
- Ελάχιστη αντοχή σε απολύμανση με ατμό και θερμά χημικά καθαριστικά,
- Ελάχιστη αντοχή σε θερμές ή κρύες έντονες θερμοκρασιακές μεταβολές (thermal shocks),
- Μειωμένη αντοχή σε κρούση και μηχανική απότριψη,
- Ύπαρξη μεγάλου αριθμού αρμών κατά μήκος του δαπέδου,
- Μειωμένη αντοχή σε φυτικά και οργανικά οξέα,
- Μειωμένη αντοχή σε ανερχόμενη υγρασία,

- Μεγάλος χρόνος ωρίμανσης του συστήματος δαπέδου,
- Ύπαρξη πολλών συστημάτων δαπέδων με βάση διαλύτη.

Επομένως οι αυξημένες απαιτήσεις των βιομηχανιών για βελτίωση των τεχνικών χαρακτηριστικών των δαπέδων τους οδήγησε στην ανάπτυξη μιας σειράς νέων επιστρώσεων τα οποία χαρακτηρίστηκαν Βιομηχανικά Ρητινούχα Δάπεδα Υψηλών Απαιτήσεων. Αποτελούν την τεχνολογική εξέλιξη των παραδοσιακών εποξειδικών ή πολυουρεθανικών δαπέδων με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Αντοχή σε θερμοκρασία.

Οι εποξειδικές επιστρώσεις ανεξάρτητα από το συνολικό πάχος εφαρμογής τους αστοχούν σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 60 °C. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στη θερμοκρασία αυτή επέρχεται η μετάβαση του υλικού από την πλαστική στην ψαθιρή κατάσταση. Η θερμοκρασία αυτή ονομάζεται Θερμοκρασία Υάλου (Glass Transition Temperature).

Αντίστοιχα, σε θερμοκρασίας μικρότερες του -20 °C τα παραδοσιακά εποξειδικά δάπεδα αποδομούνται με αποτέλεσμα την μείωση των μηχανικών τους αντοχών και τελικά την αστοχία όλης της επίστρωσης.

Αντίθετα, τα Βιομηχανικά Ρητινούχα Δάπεδα Υψηλών Απαιτήσεων λόγω της χημής τους σύστασης παρουσιάζουν αντοχή στην θερμοκρασία από -40 °C μέχρι +120 °C (Εικόνα1).

- Χημική Αντοχή.

Τα Βιομηχανικά Ρητινούχα Δάπεδα Υψηλών Απαιτήσεων παρουσιάζουν σημαντικά αυξημένες χημικές αντοχές σε σχέση με τα παραδοσιακά εποξειδικά ή πολυουρεθανικά (Εικόνα 2). Ενδεικτικά αναφέρουμε:

- 85 % Γαλακτικό Οξύ στους 60 °C,
- 100 % Μεθανόλη στους 20 °C,
- 37 % Υδροχλωρικό Οξύ στους 20 °C,
- 10 % Ακετικό Οξύ στους 85 °C

- Αντοχή σε ανερχόμενη υγρασία

Τα παραδοσιακά εποξειδικά δάπεδα εφαρμόζονται σε σκυρόδεμα 28 ημερών και με ελάχιστη υγρασία υποστρώματος 4%. Σε περίπτωση ανερχόμενης υγρασίας απαιτείται η εφαρμογή ειδικού primer για σφράγιση του υποστρώματος. Αντίθετα τα Βιομηχανικά Ρητινούχα Δάπεδα Υψηλών Απαιτήσεων μπορούν να εφαρμοστούν και σε 7 ημέρες σκυρόδεμα διατηρώντας πολύ καλή συνάφεια με το υπόστρωμα.

- Αντοχή σε κρούση

Τα Βιομηχανικά Ρητινούχα Δάπεδα Υψηλών Απαιτήσεων λόγω του χαμηλού Μέτρου Ελαστικότητας έχουν την ικανότητα να δέχονται κρουστικά φορτία χωρίς να ρηγματώνονται.

- Σύντομος χρόνος ωρίμανσης

Τα παραδοσιακά εποξειδικά δάπεδα απαιτούν min 7 ημέρες για την πλήρη ωρίμανσή τους σε αντίθεση με τα Βιομηχανικά Ρητινούχα Δάπεδα Υψηλών Απαιτήσεων όπου σε 24 ώρες αποκτούν πλήρη αντοχές

Τα τυπικά τεχνικά χαρακτηριστικά ενός τέτοιου δαπέδου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 1). Η επιλογή όμως του τύπου του Βιομηχανικού Ρητινούχου Δαπέδου Υψηλών Απαιτήσεων ή Αποδόσεων καθορίζονται από τις απαιτήσεις του χώρου εφαρμογής, τις ειδικές συνθήκες του έργου και φυσικά από το κόστος εφαρμογής και συντήρησης.



Εικόνα 1. Μονάδα Παραγωγής Χημικής Βιομηχανίας



Εικόνα 2. Μονάδα Παραγωγής Τροφίμων

Πίνακας 1. Τεχνικά χαρακτηριστικά τύπου Βιομηχανικού Ρητινούχου Δαπέδου Υψηλών Απαιτήσεων ή Αποδόσεων

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΜΕΓΕΘΟΣ
Πάχος Εφαρμογής	4-9 mm
Πυκνότητα (BS 6319, Part 5)	2090 Kg/m ³
Θλιπτική Αντοχή (BS 6319, Part 2)	58 MPa
Καμπτική Αντοχή (ISO 178)	14 MPa
Εφελκυστική Αντοχή (ISO R527)	6 MPa
Αντοχή σε Απότριψη (ASTM D 4060 H22 Wheel)	1390 mg
Δυναμικό Μετρο Ελαστικότητα	19,500 MPa
Συνάφεια με Σκυρόδεμα (BS 6319, Part 2)	Αστοχία σκυροδέματος
Συντελεστής Θερμικής Διαστολής (ASTM C531)	$2.4 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Θερμική Αγωγιμότητα (BS 874)	1.1 W/m $^\circ\text{C}$
Επιφανειακή Ωμική Αντίσταση ((BS 2050)	3×10^{-4} Ohms
Απορρόφηση Νερού (CP. BM 2/67/2)	0 ml
Επιφανειακή Διάδοση Φλόγας (BS 476, Part 7)	Class 2
Αντοχή σε θερμοκρασία	-40 - (+120) $^\circ\text{C}$ 9 mm -15 - (+ 40) $^\circ\text{C}$ 4 mm
Χρόνος Ωρίμανσης στους 20 $^\circ\text{C}$	24 h για πλήρη φορτία
Χρόνος Ωρίμανσης στους 30 $^\circ\text{C}$	16 h για πλήρη φορτία
Αντιολισθηρότητα επιφάνειας (DIN 51130)	R13

3. ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΑ – ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΡΗΤΙΝΟΥΧΑ ΔΑΠΕΔΑ

Σε αντίθεση με τα Βιομηχανικά Ρητινούχα Δάπεδα Υψηλών Απαιτήσεων όπου το κύριο ενδιαφέρον και η προσοχή μας εστιάζεται στα μηχανικά χαρακτηριστικά τους, τα Αρχιτεκτονικά – Διακοσμητικά Ρητινούχα Δάπεδα παρουσιάζουν τις εξής διαφοροποιήσεις:

- Το ενδιαφέρον και η προσοχή εστιάζεται στην τελική υφή, στον χρωματισμό και στην απόχρωση της τελικής επιφάνειας (Εικόνα 3)
- Εφαρμόζονται σε μη βιομηχανικούς χώρους όπως γραφεία, αίθουσες σχολείων, εστιατόρια (Εικόνα 4), εκθέσεις ή καταστήματα (Εικόνα 5).

Οι παραδοσιακές εποξειδικές επιστρώσεις όταν εφαρμόζονται σε χώρους όπου ενδιαφέρει το αισθητικό αποτέλεσμα και η άνεση παρουσιάζουν τις εξής δυσκολίες:

- Δεν είναι εφικτή η παράλληλη εφαρμογή διαφορετικών αποχρώσεων,
- Δεν είναι ελαστικές και επομένως δεν προσφέρουν το αίσθημα της άνεσης,
- Έχουν μειωμένη αντοχή στην UV ακτινοβολία,
- Σε περίπτωση ανακαίνισης και αλλαγή των χρωματισμών του δαπέδου, απαιτείται συνήθως η αφαίρεσή του.

Τα νέα Αρχιτεκτονικά – Διακοσμητικά Ρητινούχα Δάπεδα διακρίνονται σε 3 διαφορετικούς τύπους ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους:

- Ελαστικό & σκληρό Αρχιτεκτονικό – Διακοσμητικό Ρητινούχο Δάπεδο για εφαρμογές σε χώρους έντονης κυκλοφορίας,
- Ελαστικό & μαλακό Αρχιτεκτονικό – Διακοσμητικό Ρητινούχο Δάπεδο για εφαρμογές σε χώρους μικρής έως μέτριας κυκλοφορίας και με απαιτήσεις άνεσης και ηχοαπορροφητικότητας,
- Ελαστικό & σκληρό Αρχιτεκτονικό – Διακοσμητικό Ρητινούχο Δάπεδο με δυνατότητα εφαρμογής διαφορετικών χρωματισμών ταυτόχρονα για κυρίως αισθητικές εφαρμογές σε μετριας κυκλοφορίας επιφάνειες.

Η τελική υφή των Αρχιτεκτονικών – Διακοσμητικών Ρητινούχων Δαπέδων διακρίνεται σε matt, satin ή glossy ενώ οι χρωματισμοί είναι απεριόριστοι.

Τα τυπικά χαρακτηριστικά ενός τέτοιου δαπέδου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 2). Η επιλογή του τύπου του Αρχιτεκτονικού – Διακοσμητικού Βιομηχανικού Ρητινούχου Δαπέδου εξαρτάται από τις απαιτήσεις του χώρου εφαρμογής, το απαιτούμενο αισθητικό αποτέλεσμα και φυσικά από το κόστος εφαρμογής και συντήρησης.



Εικόνα 3. Playroom



Εικόνα 4. Χώρος Café



Εικόνα 5. Δάπεδο Πολυκατάστηματος

Πίνακας 2. Τεχνικά χαρακτηριστικά Αρχιτεκτονικού – Διακοσμητικού Πολυουρεθανικού Δαπέδου

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΜΕΓΕΘΟΣ	
Πάχος Εφαρμογής (NF EN 428)	2	mm
Πυκνότητα (NF EN 430)	2900	Kg/m ³
Εφελκυστική Αντοχή (DIN 53504)	> 6	MPa
Επιμήκυνση στο σημείο θραύση (DIN 53504)	> 150	%
Αντοχή σε Απότριψη (Taber H22, 1000g)	915	mg
Συμπίεση (EN 433)	0.099	mm
Συνάφεια με Σκυρόδεμα (EN 1328)	>2.5	MPa
Σκληρότητα κατά Shore A (ISO 848, 20 °C, 28 ημέρες)	>80	
Θερμική Αντίσταση (DIN 17025)	0.0096	m ² KW
Ηχοαπορροφητικότητα (CSTB Test Report AC 00-154, June 2001)	20	dB
Έκληση θερμότητας (DIN 52614)	64	KJ/m ² (1min)
Συρρίκνωση λόγω θερμοκρασίας (EN 434)	< 0.4	%
Αντίδραση στην φωτιά (EN 13501 - 1)	B – S1	
Αντοχή σε υπεριώδη ακτινοβολία (NF EN ISO 105-B-02)	3	

4. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ – ΕΠΙΣΚΕΥΗ - ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ

Όπως είναι γνωστό η επιλογή της τελικής επίστρωσης του βιομηχανικού ή επαγγελματικού χώρου επηρεάζεται από πολλούς διαφορετικούς παράγοντες όπως τεχνικά χαρακτηριστικά, τιμή - κόστος εφαρμογής και αισθητικό αποτέλεσμα. Μια παράμετρος που συχνά παραβλέπεται ή δεν εκτιμάται σωστά είναι το κόστος που προκύπτει από την χρήση αυτού του δαπέδου. Ο καθαρισμός, η συντήρηση και/ή η ανακαίνιση του δαπέδου αποτελούν περίπου το 80% του συνολικού κόστους από την χρήση του και αποτελούν την μεγαλύτερη δαπάνη στον συνολικό χρόνο ζωής του.

Για τον υπολογισμό του κόστους κτίσης ενός δαπέδου είναι απαραίτητη η εκτίμηση του κόστους του κύκλου ζωής του δαπέδου (Life-cycle cost Calculation). Επομένως θα πρέπει να ληφθούν υπόψη:

- Το κόστος αγοράς και εφαρμογής,
- Το κόστος καθαρισμού,
- Το κόστος συντήρησης,
- Το κόστος επισκευών σε συνδυασμό με το κόστος διατήρησης του χώρου επισκευής εκτός λειτουργίας,
- Το κόστος αφαίρεσης και απόρριψης.

Το αποτέλεσμα αυτής της εκτίμησης θα πρέπει να αποτελεί την βάση επιλογής του κατάλληλου για την χρήση του χώρου Βιομηχανικού Ρητινούχου Δαπέδου και σε συνδυασμό πάντα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η αλματώδης ανάπτυξη της τεχνολογίας των χημικών προϊόντων σε συνδυασμό με τις αυξημένες απαιτήσεις των βιομηχανιών παραγωγής καθώς και με την ανάγκη αισθητικής διαφοροποίησης οδήγησε στην εξέλιξη και βελτίωση των παραδοσιακών εποξειδικών – πολυουρεθανικών δαπέδων. Έτσι έχουμε την παρουσίαση νέων Βιομηχανικών Ρητινούχων Δαπέδων όπου ανάλογα με τις απαιτήσεις του έργου έχουμε την δυνατότητα είτε να εφαρμόσουμε δάπεδα με σημαντικά βελτιωμένα τεχνικά χαρακτηριστικά για χώρους υψηλών απαιτήσεων είτε να βελτιώσουμε το αισθητικό αποτέλεσμα του δαπέδου και κατά συνέπεια του χώρου.

Σε κάθε περίπτωση η βέλτιστη τεχνικά και οικονομικά πρόταση σχετίζεται με τις απαιτήσεις του χώρου εφαρμογής, τις ιδιαιτερότητες του έργου και με το κόστος συντήρησης, επισκευής ή ανακαίνισης του.

5. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Aldinger T., “The modern contractor: Writing effective work procedures for concrete coatings”, Journal of Protective Coatings and Linings, January 1993, pp 46-55

Ansell P., “Flooring for the fruit processing industry” International Journal for the fruit and juice producing industry, No 4, July – August 2004, pp 256-258, Fruit Processing

Ansell P., Horlsfield M., “Aggregates for industrial flooring: An overview”, Journal of Protective Coatings Europe, Vol 7, August 2002

BASF C.C. U.K «UCRETE Industrial Flooring Application Manual», 2006

Conica Technik AG, «Handbook Technical Data Sheet», 1997

EFNARC, Specification and guidelines for synthetic resin flooring, EFNARC 2001

FeRFA, Guide to the specification and application of synthetic resin flooring, FeRFA Resin Flooring Association 2007

FeRFA, Guide to the selection of synthetic resin flooring, FeRFA Resin Flooring Association 2006

German Committee on Reinforced Concrete, «Guidelines for the Protection and Repair of Concrete Components», 1991

HSE, Warehousing and storage Keep it safe, Health and Safety Executive 2007

Ramirez G., “Applying solventless elastomeric polyurethanes on concrete”, Journal of Protective Coatings and Linings, May 1995, pp 93-106

Ratliff J., “Protecting concrete floors in the food and beverage industry: A comparative look at floor systems”, Journal of Protective Coatings and Linings, April 2007, pp 55-65

Zeus Kurt, “Rules for screeds materials according to European Standards”, Otto Graf Journal, Vol 12, 2001