

Εισαγωγική Εργασία (Ε0)

Ημερομηνία: 1 - 10 - 2024

Παράδοση: 15 - 10 - 2024

Διαχείριση υποδομής συγκοινωνιακών έργων

Αναζητήστε πληροφορίες στο διαδίκτυο και απαντήστε στα επόμενα ερωτήματα-θέματα. Το καθαρό κείμενο της έκθεσης σε κάθε θέμα να είναι περίπου 2 σελίδες. Σχετική εικονογράφηση (πίνακες, σχέδια, σκαριφήματα, εικόνες) η οποία υποστηρίζει την παρουσίαση είναι αποδεκτή και επιθυμητή αλλά δεν περιλαμβάνεται στο αναφερόμενο παραπάνω όριο σελίδων.

1. Ασφαλικές στρώσεις οδοστρωμάτων

- Ποιο είναι η τυπική σύσταση του ασφαλτοσκυροδέματος (διακεκριμένα υλικά και ποσοστό συμμετοχής); Γιατί χρησιμοποιούνται τα συγκεκριμένα ποσοστά κι όχι μικρότερα ή μεγαλύτερα;
- Ποιο είναι το τυπικό πάχος μιας στρώσης ασφαλτικού σκυροδέματος; Γιατί όχι (πολύ) μικρότερο ή (πολύ) μεγαλύτερο;
- Ποια είναι η διαδικασία ανάμειξης των υλικών του ασφαλτοσκυροδέματος και τι είδους εξοπλισμός και εγκαταστάσεις απαιτούνται; Συμπεριλάβετε σχετικές εικόνες.
- Τι μηχανήματα χρειάζονται για τη διάστρωση ασφαλτοσκυροδέματος στο δρόμο; Ποιες είναι οι κύριες καλές πρακτικές διάστρωσης ώστε να διασφαλίζεται η αντοχή και η λειτουργικότητα του;

2. Σύστημα διαχείρισης οδοστρωμάτων (ΣΔΟ) – Pavement management systems (PMS)

Τι είναι το ΣΔΟ, τι στόχο έχει, τι δεδομένα χρειάζονται, τις αναλύσεις γίνονται, τι αποτελέσματα εξάγονται, ποιος χρησιμοποιεί αυτά τα αποτελέσματα και πως;

3. Διαχείριση συντήρησης γεφυρών

- Ποιες είναι οι πέντε πιο συνηθισμένες φθορές-αστοχίες γεφυρών (ή στοιχείων γεφυρών) και που οφείλεται η κάθε μια; Συμπεριλάβετε σχετικές εικόνες.
- Ποιες είναι οι κύριες μέθοδοι συντήρησης-αποκατάστασης (στοιχείων) γεφυρών σε αναφορά με τις παραπάνω φθορές-αστοχίες.

4. Διαχείριση συντήρησης σηράγγων

- Ποιες είναι οι πέντε πιο συνηθισμένες φθορές-αστοχίες σηράγγων (ή στοιχείων σηράγγων) και που οφείλεται η κάθε μια; Συμπεριλάβετε σχετικές εικόνες.
- Ποιες είναι οι κύριες μέθοδοι συντήρησης-αποκατάστασης (στοιχείων) σηράγγων σε αναφορά με τις παραπάνω φθορές-αστοχίες.

Η εργασία θα υλοποιηθεί ατομικά και θα υποβληθεί στο σχετικό σύνδεσμο υποβολής εργασιών στο eclass του μαθήματος με όνομα αρχείου (αυστηρά) που θα περιέχει το επώνυμο και το όνομα σας ως εξής: “E0_Επώνυμο_Όνομα.pdf” στην αποκλειστική προθεσμία που φαίνεται παραπάνω (μεταγενέστερες υποβολές δε θα αξιολογηθούν).

1η Εργασία

Ημερομηνία: 8 - 10 - 2024

Παράδοση: 5 - 11 - 2024

Φθορές οδοστρωμάτων και τεχνικές συντήρησης

Να συντάξετε έκθεση (15 σελίδων περίπου, συμπεριλαμβανομένων των φωτογραφιών) σχετικά με τις φθορές οδοστρωμάτων και τις τεχνικές συντήρησης των. Συγκεκριμένα θα πρέπει να αναζητήσετε στο οδικό δίκτυο της Πάτρας (ή άλλης πόλης) τουλάχιστον έξι φθορές (ή μη επιτυχείς συντηρήσεις) διαφόρων τύπων και κατηγοριών. Για κάθε φθορά, αφού εισάγετε στην έκθεση μια (ή περισσότερες, αν κρίνετε) φωτογραφία(ες) της και καταγράψετε τη θέση της (οδός/αριθμός ή άλλο σχετικό στοιχείο), θα αναλύσετε τα χαρακτηριστικά της φθοράς, τη σοβαρότητα και την έκταση εμφάνισης της στη συγκεκριμένη περίπτωση. Επίσης θα εκτιμήσετε τους παράγοντες που οδήγησαν στη δημιουργία της φθοράς και πώς (και πόσο γρήγορα) αναμένεται να επιδεινωθεί η φθορά αν δε γίνει συντήρηση. Τέλος, θα καταγράψετε πιθανούς τρόπους συντήρησης με αντίστοιχες εκτιμήσεις κόστους και αποτελεσματικότητας για κάθε είδος συντήρησης. Για τις επιμέρους αναλύσεις, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε πληροφορίες από τις σημειώσεις του μαθήματος και να προβείτε σε περαιτέρω συλλογή πληροφοριών (κυρίως μέσω διαδικτύου) από υπάρχοντα Συστήματα Διαχείρισης Οδών και Οδοστρωμάτων. Ενδεικτικά προτείνεται η παρακάτω πηγή, στην οποία θα αναζητήσετε ως λέξεις κλειδιά τις “pavement”, “defect”, “maintenance”, “management”:

WSDOT- Washington State Department of Transportation: <http://www.wsdot.wa.gov>.

Η έκθεση θα συμπληρώνεται από κατάλογο της βιβλιογραφίας (συμπεριλαμβανομένων των διευθύνσεων internet) που χρησιμοποιήθηκε.

Στο τέλος της έκθεσης, ξεχωρίστε και καταχωρήστε (ξανά) την εικόνα της φθοράς (ή της ανεπιτυχούς συντήρησης) από αυτές της έκθεσης την οποία κρίνετε ως την πιο χαρακτηριστική (ή εμφανής) και η οποία θα μπορούσε να συμπεριληφθεί σε ένα «άλμπουμ φθορών».

Θα αξιολογηθούν (με σειρά σπουδαιότητας) η πληρότητα, η σαφήνεια και η εμφάνιση της τεχνικής έκθεσης.

Η εργασία θα υλοποιηθεί ατομικά σε ή σε ομάδα δύο φοιτητών με (σχετικά) αναλογική αύξηση της έκτασης της έκθεσης, κυρίως όμως της εμβάθυνσης. Η εργασία θα υποβληθεί στο σχετικό σύνδεσμο υποβολής εργασιών στο eclass του μαθήματος με όνομα αρχείου (αυστηρά) που θα περιέχει το επώνυμο και το όνομα σας ως εξής: **“EI_Επώνυμο_Όνομα.pdf”**. Σε περίπτωση συνεργατικής υλοποίησης, το αρχείο της έκθεσης θα υποβάλλεται δύο φορές, ξεχωριστά με κάθε ονοματεπώνυμο των συμμετεχόντων.

2η Εργασία

Ημερομηνία: 29 - 10 - 2024
Παράδοση: **29 - 11 - 2024**
Ενδιάμεση υποβολή 15 - 11 - 2024
αρχείου Excel

Βελτιστοποίηση κατανομής πόρων συντήρησης οδοστρώματων

Ένα μέρος του οδικού δικτύου χωρίζεται σε πέντε τμήματα Α, Β, Γ, Δ και Ε επιφάνειας 1000 τ.μ. το καθένα. Η κατάσταση του οδοστρώματος περιγράφεται με το δείκτη κατάστασης ΚΟ ο οποίος λαμβάνει ακέραιες τιμές σε κλίμακα από 0 (πολύ κακή κατάσταση) έως 100 (πολύ καλή κατάσταση). Η κατάσταση του οδοστρώματος μεταβάλλεται στο χρόνο σύμφωνα με τη σχέση

$$ΚΟ_t = ΚΟ_0 \times [1 - (t/n)^2]$$

όπου η χρονική στιγμή 0 αναφέρεται στην πλέον πρόσφατη συντήρηση του οδοστρώματος και n είναι η περίοδος ζωής του οδοστρώματος αν δεν γίνει συντήρηση.

Τα τμήματα του οδοστρώματος παρουσιάζουν δύο ειδών φθορές, Φ1, Φ2 ή συνδυασμό αυτών Φ12. Το είδος της φθοράς i καθορίζει τη διάρκεια ζωής του οδοστρώματος n_i και το κόστος συντήρησης C_i . Το κόστος συντήρησης αποτελείται από δύο συστατικά,

- το σταθερό κόστος C_{fi} το οποίο απαιτείται για την υλοποίηση της συντήρησης σε ένα τμήμα του δικτύου και είναι ανεξάρτητο του μεγέθους της παρέμβασης και
- το μεταβλητό κόστος C_{vi} που εξαρτάται από το μέγεθος της παρέμβασης και δίνεται από τη σχέση $C_{vi} = c_{vi} \times \Delta ΚΟ$ όπου c_{vi} είναι το κόστος για βελτίωση της κατάστασης του οδοστρώματος κατά μία μονάδα και $\Delta ΚΟ$ η επιθυμητή βελτίωση της κατάστασης.

Οι παρεμβάσεις υλοποιούνται σε διάφορα διακριτά μεγέθη (π.χ. πάχη επιστρώσεων) και βελτιώνουν την κατάσταση του οδοστρώματος κατά ακέραια πολλαπλάσια του 20 (20, 40, 60, κλπ μονάδες) με την αντίστοιχη επιβάρυνση κόστους. Όταν υλοποιηθεί μια παρέμβαση, το αποτέλεσμα στο δείκτη κατάστασης φαίνεται στην επόμενη περίοδο.

Ως αρχική κατάσταση του οδοστρώματος λαμβάνεται η σημερινή η οποία προκύπτει με βάση το χρόνο της τελευταίας συντήρησης. Με εκείνη τη συντήρηση έγινε πλήρης αποκατάσταση του οδοστρώματος ($ΚΟ_0 = 100$).

Η κατάσταση του οδοστρώματος είναι επιθυμητό να διατηρείται σε τιμές μεγαλύτερες του 30 σε κάθε τμήμα και σε κάθε περίοδο.

Η ανάλυση θα γίνει για τη σημερινή και δεκατρείς ακόμα περιόδους ($t = 0, 1, 2, \dots, 13$) και η μέση κατάσταση θα προκύψει από το σύνολο των περιόδων 0 ως 13 (14 τον αριθμό). Συντηρήσεις θα μπορούν να γίνουν στις περιόδους 0 ως 11 (τις τελευταίες δύο περιόδους δε θα γίνουν συντηρήσεις) και επομένως η ετήσια χρηματοδότηση διατίθεται στις περιόδους 0 ως 11.

Τα δεδομένα που ακολουθούν καθορίζονται με βάση το αριθμό μητρώου σας. Συγκεκριμένα, τα σύμβολα X, Y, και Z αντιπροσωπεύουν τα τρία τελευταία ψηφία του αριθμού μητρώου σας.

Τμήμα	A	B	Γ	Δ	E
Φθορές	Φ1	Φ2	Φ2	Φ1	Φ12
Δt (*)	2+X/11	3+Y/11	4+Z/11	4+X/11	2+Z/11

(*) Δίνει τον αριθμό των περιόδων από την τελευταία συντήρηση μέχρι σήμερα. Ο αριθμός στρογγυλεύεται στον πλησιέστερο ακέραιο.

Φθορά i	n_i (*) (αριθμός περιόδων)	$C_{\bar{n}}$ (€/10 ³ τ.μ.) ανά εργασία τμήματος	c_{vi} (€/10 ³ τ.μ.) ανά μοναδιαία βελτίωση
Φ1	5,6+Y/4	1000+30Y	80+4X
Φ2	6,8+Z/4	900+50X	100+5Z
Φ12	5,2+Y/8+Z/8	1500+60Z	150+2Y

(*) Στρογγυλεύεται στον πλησιέστερο ακέραιο.

Η χρηματοδότηση ανά περίοδο είναι σταθερή και ίση με $B = 4000+40*(X+Y+Z)$ €. Το μέρος της χρηματοδότησης που δεν αξιοποιείται σε μία περίοδο μεταφέρεται στην επόμενη περίοδο.

α. Με τα παραπάνω δεδομένα, οργανώστε τη συντήρηση των τμημάτων του οδικού δικτύου (επιλέξτε δηλαδή ένα σετ συντηρήσεων που περιλαμβάνει τους χρόνους συντήρησης, τα τμήματα που θα συντηρηθούν και το ύψος κάθε συντήρησης) με διαδικασία δοκιμών και λαμβάνοντας υπόψη τους δεδομένους περιορισμούς (θα πρέπει να ελέγξετε τρία τουλάχιστον εναλλακτικά σενάρια συντήρησης και να επιλέξετε το καλύτερο). Ως κριτήριο βελτιστοποίησης θα θεωρήσετε τη μεγιστοποίηση της μέσης κατάστασης για το σύνολο των τμημάτων και των περιόδων υπό τον περιορισμό διαθεσιμότητας των πόρων. Για να επιτευχθεί αυτό, θα πρέπει να αξιοποιηθούν όλοι οι διαθέσιμοι πόροι (χρηματοδότηση) πλην ενδεχομένως κάποιου μικρο-υπολοίπου το οποίο δεν επαρκεί για οποιαδήποτε συντήρηση.

Για καθένα από τα σενάρια που θα ελέγξετε, θα καταγράψετε τις παραμέτρους:

- την κατάσταση ανά τμήμα και ανά περίοδο,
- τη μέση κατάσταση ανά τμήμα για όλες τις περιόδους,
- τη μέση κατάσταση ανά περίοδο για όλα τα τμήματα,
- τη μέση κατάσταση για όλα τα τμήματα και για όλες τις περιόδους (παράμετρος βελτιστοποίησης),
- το λόγο μέσης κατάστασης όλων των τμημάτων και περιόδων προς το συνολικό κόστος συντήρησης (ή προς το μέσο κόστος συντήρησης ανά έτος) που δαπανήθηκε πραγματικά.

β. Επαναλάβετε την ανάλυση του ερωτήματος α θεωρώντας (κατά την προσωπική σας εκτίμηση) διαφορετικά ποσά ετήσιας χρηματοδότησης B (αυξημένα ή μειωμένα σε σχέση με το δεδομένο ποσό) έτσι ώστε να επιτύχετε λύσεις οι οποίες να καλύπτουν ένα εύρος μέσης κατάστασης για όλα τα τμήματα και τις περιόδους από περίπου 40 ως 80. Αν για παράδειγμα, στο ερώτημα α. υπολογίσατε ως την καλύτερη δυνατή μέση κατάσταση 65, θεωρήστε αυξημένο ποσό B ώστε να καταλήξετε σε βέλτιστη δυνατή μέση κατάσταση περίπου 75 αλλά και μειωμένα ποσά B ώστε να καταλήξετε σε βέλτιστες δυνατές μέσες καταστάσεις στα επίπεδα του 55 και 45 αντίστοιχα. Στο ερώτημα αυτό θα πρέπει να ελέγξετε τρία (τουλάχιστον) διαφορετικά επίπεδα κατάστασης (ώστε τελικά, μαζί με το ερώτημα α, να έχετε αναλύσει συνολικά τέσσερα επίπεδα κατάστασης). Σε κάθε επίπεδο κατάστασης θα πρέπει να ελέγξετε τρία σενάρια συντήρησης και για καθένα από αυτά να καταγράψετε μόνο τους συγκεντρωτικούς δείκτες-παραμέτρους:

- τη μέση κατάσταση για όλα τα τμήματα και για όλες τις περιόδους,
- το λόγο μέσης κατάστασης όλων των τμημάτων και περιόδων προς το συνολικό ή το μέσο κόστος

συντήρησης (που δαπανήθηκε πραγματικά).

Δημιουργήστε ένα διάγραμμα με άξονες τη μέση κατάσταση για όλα τα τμήματα και για όλες τις περιόδους και το (συνολικό ή μέσο) κόστος συντήρησης που δαπανήθηκε στο οποίο διάγραμμα να τοποθετήσετε τις λύσεις από όλα τα σενάρια συντήρησης που εξετάσατε (βέλτιστες ή μη) στα ερωτήματα (α) και (β), δημιουργώντας έτσι ένα νέφος σημείων-λύσεων του προβλήματος. Σχεδιάστε την καμπύλη Pareto του διαγράμματος. Καθορίστε τη βέλτιστη λύση και προτείνετε στην υπηρεσία συντήρησης το βέλτιστο επίπεδο ετήσιας χρηματοδότησης που θα πρέπει να διατεθεί για τη συντήρηση.

γ. Με τα αρχικά δεδομένα του προβλήματος (δηλαδή τη δεδομένη χρηματοδότηση με βάση την οποία επιλύσατε το ερώτημα α), θεωρήστε ότι ο κυκλοφοριακός φόρτος στα τμήματα Β και Δ είναι 1000 οχήματα ανά ημέρα, στα τμήματα Α και Γ είναι 2000 οχήματα ανά ημέρα και στο Ε είναι 3000 οχήματα ανά ημέρα. Υποθέστε περαιτέρω ότι οι επιπτώσεις στους χρήστες λόγω της (κακής) κατάστασης του οδοστρώματος είναι ανάλογες της απόκλισης της κατάστασης του οδοστρώματος από την ιδανική κατάσταση που είναι για όλα τα τμήματα 100. Επαναλάβετε την ανάλυση του ερωτήματος α λαμβάνοντας όμως υπόψη ως παράμετρο βελτιστοποίησης όχι απλώς τις αποκλίσεις αλλά τη συνολική (ή τη μέση) επίπτωση στους χρήστες (δηλαδή το γινόμενο του αριθμού των χρηστών επί την αντίστοιχη απόκλιση της κατάστασης) στο σύνολο των τμημάτων και των περιόδων (με άλλα λόγια, η μέση κατάσταση των τμημάτων Α και Γ λαμβάνονται υπόψη με διπλάσια βαρύτητα και του τμήματος Ε με τριπλάσια βαρύτητα από τη μέση κατάσταση των τμημάτων Β και Δ).

δ. Επαναλάβετε την ανάλυση του ερωτήματος α θεωρώντας ότι η συνολική χρηματοδότηση ($12 \times B$) είναι διαθέσιμη εξαρχής και μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποτεδήποτε. Καταγράψτε μόνο τους δύο τελευταίους συγκεντρωτικούς δείκτες-παραμέτρους που αναφέρονται στο ερώτημα α.

ε. Έχει εκτιμηθεί ότι, αν σε ένα τμήμα του δικτύου εφαρμοστεί σε κάθε περίοδο προληπτική συντήρηση, η διάρκεια ζωής του οδοστρώματος (η οποία μετρείται από την τελευταία σημαντική συντήρηση) διπλασιάζεται (είναι $2n$). Θεωρήστε ότι προληπτική συντήρηση θα εφαρμόζεται στο εξής σε όλα τα τμήματα και σε όλες τις περιόδους κι ότι το κόστος της προληπτικής συντήρησης είναι σταθερό κι ανεξάρτητο της κατάστασης του οδοστρώματος και του είδους της φθοράς. Επαναλάβετε την ανάλυση του ερωτήματος (α) θεωρώντας ότι εφαρμόζεται και προληπτική συντήρηση και εκτιμήστε την απαιτούμενη (σταθερή) ετήσια χρηματοδότηση B_2 για κανονική συντήρηση που οδηγεί στην ίδια μέση κατάσταση των τμημάτων με αυτήν του ερωτήματος (α) – περίπτωση i. Πόσο μειώνεται (σε ποσοστό) η απαιτούμενη χρηματοδότηση για κανονική συντήρηση $\{(B-B_2)/B\}$ όταν εφαρμόζεται και προληπτική συντήρηση;

Στα παραπάνω ερωτήματα δημιουργήστε πίνακες με την κατάσταση του οδοστρώματος των διαφόρων τμημάτων στο χρόνο για να διευκολύνετε την ανάλυση. Σχεδιάστε σε ενιαίο (τρισεδιάστατο) γράφημα την κατάσταση των τμημάτων στο χρόνο. Σχεδιάστε επίσης τους συνολικούς πόρους που απαιτούνται για συντήρηση ανά περίοδο σαν συνάρτηση του χρόνου. Εμπλουτίστε την παρουσίαση της μελέτης με όποια άλλα γραφήματα, πίνακες, στοιχεία ή σχόλια θεωρείτε χρήσιμα.

Δημιουργήστε ένα μοντέλο επίλυσης σε Ms-Excel (όπως αυτό που παρουσιάζεται ενδεικτικά στην επόμενη σελίδα) ώστε οι υπολογισμοί να γίνονται αυτόματα και να έχετε άμεσα τα αποτελέσματα ενός σεναρίου συντήρησης. Αυτό θα σας δώσει τη δυνατότητα να εξετάσετε περισσότερα εναλλακτικά σενάρια και να καθορίσετε το βέλτιστο ανάλογα με τους επιμέρους στόχους κάθε ερωτήματος. Στο μοντέλο αυτό, τα δεδομένα που απαιτούνται για το «τρέξιμο» ενός σεναρίου είναι η επιλογή τμήματος για συντήρηση, ο χρόνος υλοποίησης της συντήρησης και το είδος (κόστος-αποτελεσματικότητα) της συντήρησης.

Η εργασία θα υλοποιηθεί ατομικά και θα υποβληθεί στο σχετικό σύνδεσμο υποβολής εργασιών (στο eclass του μαθήματος με όνομα αρχείου (αυστηρά) που θα περιέχει το επώνυμο και το όνομα σας ως εξής: “E2_Επώνυμο_Όνομα.pdf”) σε φάσεις: (α) αρχείο excel και (β) αποτελέσματα ανάλυσης.

Τμήμα	A	B
Δt	2	3
n	5	8
C _f	1.200	1.500
c _v	100	130

Ετήσιο ποσό
2.100

Ύψος συντήρησης

t	A	B
0	0	0
1	20	0
2	0	0
3	0	20
4	0	0
5	40	0
6	0	0
7	0	20
8	0	0
9	20	0
10	0	0

Κόστος συντήρησης

t	A	B	Σύνολο	0
0	0	0	0	2.100
1	3200	0	3200	1.000
2	0	0	0	3.100
3	0	4100	4100	1.100
4	0	0	0	3.200
5	5200	0	5200	100
6	0	0	0	2.200
7	0	4100	4100	200
8	0	0	0	2.300
9	3200	0	3200	1.200
10	0	0	0	1.200

Υπόλοιπο

Κατάσταση ΚΟ_t

t	A	B	M.O.
0	84	86	85
1	64	75	70
2	84	61	72
3	81	44	62
4	71	64	67
5	54	63	58
6	94	60	77
7	90	55	72
8	79	75	77
9	60	74	67
10	80	70	75
M.O.	76,3	65,9	71,1

Δt

t	A	B
0	2	3
1	3	4
2	0	5
3	1	6
4	2	0
5	3	1
6	0	2
7	1	3
8	2	0
9	3	1
10	0	2

ΚΟ_{max}

t	A	B
0	100	100
1	100	100
2	84	100
3	84	100
4	84	64
5	84	64
6	94	64
7	94	64
8	94	75
9	94	75
10	80	75

Είδος συντήρησης

t	A	B
0	0	0
1	1	0
2	0	0
3	0	1
4	0	0
5	2	0
6	0	0
7	0	1
8	0	0
9	1	0
10	0	0

