Τεχνικοοικονομική αξιολόγηση χωματουργικών, οδού πρόσβασης και πλευρικών τάφρων

1 Αντικείμενο και σκοπός

Σκοπός της εργασίας είναι η σύνδεση του τεχνικού σχεδιασμού ενός έργου οδοποιίας με την προμέτρηση, την κοστολόγηση και την αξιολόγηση της επένδυσης. Θα αναπτύξετε δύο εναλλακτικές τεχνικές λύσεις στο Civil 3D, θα εξαγάγετε τις ποσότητες των εργασιών και θα αξιολογήσετε την οικονομική τους σκοπιμότητα με έξι μεθόδους.

Μια παραγωγική εγκατάσταση εξετάζει τη κατασκευή ενός φωτοβολταϊκου πάρκου και την βελτίωση της υφιστάμενης οδού πρόσβασης. Η σημερινή κατάσταση αυξάνει το λειτουργικό κόστος των μετακινήσεων και προκαλεί δαπάνες επισκευής και διακοπές λειτουργίας λόγω συγκέντρωσης ομβρίων. Η αξιολόγηση γίνεται από την οπτική της επιχείρησης, με σύγκριση κάθε λύσης προς το σενάριο χωρίς έργο.

2 Εναλλακτικές λύσεις και τεχνικό μοντέλο

- Λύση Α: διαμόρφωση οδού πρόσβασης με χωματουργικές εργασίες και χωμάτινες πλευρικές τάφρους με κλίση έως 8%
- Λύση Β: διαμόρφωση οδού πρόσβασης με χωματουργικές εργασίες και χωμάτινες πλευρικές τάφρους με κλίση έως 10%

Θα χρησιμοποιήσετε το κοινό αρχείο εδάφους και τα εκπαιδευτικά βίντεο που θα διατεθούν για την άσκηση. Η γεωμετρία θα βασίζεται στα δεδομένα και στις οδηγίες του συνοδευτικού υλικού.

Βίντεο για χωματουργικά: https://youtu.be/NNUPPN721R0

https://youtu.be/JRzFdOuea6Q

Βίντεο για δρόμο: https://www.youtube.com/watch?v=gDSOb6iuQ_8

Να παρουσιάσετε την επιφάνεια φυσικού εδάφους, τον άξονα, τη μηκοτομή, την τυπική διατομή, το μοντέλο διαδρόμου. Να εξαγάγετε ελέγξιμους πίνακες ποσοτήτων για κάθε λύση. Η υδραυλική επάρκεια των τάφρων θεωρείται δεδομένη για τις ανάγκες της άσκησης και δεν αποτελεί ζητούμενο υδραυλικής μελέτης.

3 Προμέτρηση και προϋπολογισμός

Για κάθε λύση να συνταχθεί πίνακας με το είδος εργασίας, τη μονάδα μέτρησης, την ποσότητα, την τιμή μονάδας και τη συνολική δαπάνη. Οι ποσότητες θα προέρχονται από το μοντέλο σας και θα συνοδεύονται από εξαγωγές αναφορών ή κατάλληλα στιγμιότυπα.

Εργασία	Μονάδα	Τιμή μονάδας
Εκσκαφές οδού	m^3	6 €
Επιχώσεις οδού	m^3	8 €
Εκσκαφές πλευρικών τάφρων	m^3	6 €
Στρώση υπόβασης	m^3	25 €
Στρώση βάσης	m^3	30 €
Ασφαλτική στρώση πάχους 5 cm	m^2	15 €
Επένδυση τάφρων με σκυρόδεμα	m^3	120 €

Οι τιμές δίνονται αποκλειστικά ως εκπαιδευτικές παραδοχές και θεωρούνται πλήρεις τιμές εκτέλεσης των εργασιών, χωρίς ΦΠΑ. Η τιμή της επίχωσης περιλαμβάνει προμήθεια, μεταφορά, διάστρωση και συμπύκνωση. Η τιμή εκσκαφής περιλαμβάνει τις απαιτούμενες εργασίες απομάκρυνσης και διάθεσης, χωρίς πρόσθετη επιμέτρηση μεταφοράς.

Το άμεσο κόστος κατασκευής ισούται με το άθροισμα των γινομένων ποσότητας επί τιμή μονάδας. Προστίθεται προσαύξηση 10% επί του άμεσου κόστους για μελέτη, επίβλεψη και απρόβλεπτα. Το άθροισμα αποτελεί την αρχική επένδυση, η οποία καταβάλλεται εξ ολοκλήρου στο έτος 0.

Έλεγχοι ποσοτήτων και παραδοχές

- Να ελεγχθεί ότι οι εκσκαφές των τάφρων δεν περιλαμβάνονται ήδη στις εκσκαφές οδού. Η ίδια ποσότητα δεν επιτρέπεται να κοστολογηθεί δύο φορές.
- Οι εκσκαφές επιμετρώνται σε φυσική κατάσταση και οι επιχώσεις σε τελικό συμπυκνωμένο όγκο. Να δηλώσετε τη βάση επιμέτρησης που χρησιμοποιεί κάθε αναφορά του Civil 3D.
- Να μην αφαιρέσετε τον όγκο εκσκαφών από τον όγκο επιχώσεων για την κοστολόγηση. Για την άσκηση θεωρείται ότι τα προϊόντα εκσκαφής απομακρύνονται και οι επιχώσεις κατασκευάζονται με προμηθευόμενο κατάλληλο υλικό.
- Να διαχωριστούν οι στρώσεις οδοστρωσίας από το σώμα επίχωσης. Η επένδυση της τάφρου κοστολογείται με τον όγκο του σκυροδέματος και όχι με τον όγκο εκσκαφής της.

Δεν απαιτείται κοστολόγηση απαλλοτριώσεων, δικτύων, σήμανσης ή άλλων εργασιών εκτός του παραπάνω πίνακα. Να δηλωθεί ο περιορισμένος προϋπολογιστικός χαρακτήρας του μοντέλου.

4 Δεδομένα οικονομικής αξιολόγησης

Παράμετρος	Δεδομένο
Περίοδος λειτουργίας και αξιολόγησης	20 έτη
Αρχική κατασκευαστική δαπάνη	Έτος 0
Πραγματικό προεξοφλητικό επιτόκιο	5%
Εξοικονόμηση κόστους μετακινήσεων με το έργο	25.000 €/έτος και στις δύο λύσεις
Αναμενόμενες ζημιές και έκτακτες επισκευές χωρίς έργο	10.000 €/έτος
Υπολειπόμενες ζημιές και έκτακτες επισκευές με Λύση Α	4.000 €/έτος
Υπολειπόμενες ζημιές και έκτακτες επισκευές με Λύση Β	1.000 €/έτος
Πρόσθετη τακτική συντήρηση Λύσης Α	5.000 €/έτος
Πρόσθετη τακτική συντήρηση Λύσης Β	3.000 €/έτος
Ανανέωση ασφαλτικού στο τέλος του έτους 10	50% του αρχικού άμεσου κόστους ασφαλτικής στρώσης κάθε λύσης
Υπολειμματική αξία στο τέλος του έτους 20	0 €

Τα παραπάνω αποτελούν υποθετικά δεδομένα της άσκησης και εφαρμόζονται σε όλες τις ομάδες. Όλα τα ποσά εκφράζονται σε σταθερές τιμές. Δεν λαμβάνονται υπόψη πληθωρισμός, φορολογία, ΦΠΑ, δανεισμός ή τόκοι χρηματοδότησης. Οι ετήσιες χρηματοροές τοποθετούνται στο τέλος κάθε έτους.

Οι αναμενόμενες ζημιές είναι μέσες ετήσιες χρηματικές απώλειες από συμβάντα και περιλαμβάνουν τις αντίστοιχες έκτακτες επισκευές και διακοπές λειτουργίας. Είναι διαφορετικές από την τακτική συντήρηση. Η εξοικονόμηση μετακινήσεων δεν περιλαμβάνει τις ίδιες απώλειες, ώστε να αποφευχθεί διπλή καταμέτρηση ωφελειών.

Κατάρτιση χρηματοροών

Να δημιουργήσετε πίνακα για τα έτη 0 έως 20. Για κάθε έτος να εμφανίζονται χωριστά η αρχική επένδυση, η εξοικονόμηση μετακινήσεων, οι αποφευγόμενες ζημιές, η πρόσθετη τακτική συντήρηση, η ανανέωση ασφαλτικού και η καθαρή χρηματοροή. Οι αποφευγόμενες ζημιές ισούνται με τη διαφορά μεταξύ των ζημιών χωρίς έργο και των υπολειπόμενων ζημιών με το έργο.

Η ετήσια καθαρή χρηματοροή ισούται με το σύνολο των εξοικονομήσεων μείον τις πρόσθετες χρηματικές δαπάνες. Στο έτος 10 αφαιρείται επιπλέον η δαπάνη ανανέωσης ασφαλτικού. Να υπολογιστούν επίσης οι σωρευτικές και οι προεξοφλημένες χρηματοροές.

5 Μέθοδοι αξιολόγησης

Για κάθε λύση να εφαρμόσετε τις ακόλουθες έξι μεθόδους. Να παρουσιάσετε τη μαθηματική σχέση που χρησιμοποιήσατε, τους υπολογισμούς, το αποτέλεσμα, την οικονομική ερμηνεία και τους βασικούς περιορισμούς κάθε μεθόδου.

5.1 Περίοδος επανείσπραξης

Να προσδιορίσετε πότε οι σωρευτικές μη προεξοφλημένες καθαρές χρηματοροές καλύπτουν την αρχική επένδυση. Επιτρέπεται γραμμική παρεμβολή για εκτίμηση κλάσματος έτους, με ρητή δήλωση της παραδοχής. Εάν η επένδυση δεν επανεισπράττεται εντός 20 ετών, να αναφερθεί. Να εξετάσετε και αν η δαπάνη του έτους 10 καθιστά εκ νέου αρνητικό το σωρευτικό υπόλοιπο.

5.2 Λογιστική απόδοση της επένδυσης ROI ή ARR

Για την άσκηση, ο δείκτης ορίζεται ως μέσο ετήσιο λογιστικό κέρδος προς μέση λογιστική αξία της αρχικής επένδυσης, επί 100. Χρησιμοποιήστε γραμμική απόσβεση της αρχικής επένδυσης σε 20 έτη και μηδενική υπολειμματική αξία. Η μέση λογιστική αξία ισούται με το μισό της αρχικής επένδυσης. Η ανανέωση ασφαλτικού θεωρείται, για απλοποίηση, δαπάνη του έτους 10 και δεν κεφαλαιοποιείται. Να διακρίνετε το λογιστικό κέρδος από τη χρηματοροή. Δεν δίνεται όριο αποδοχής για αυτόν τον λογιστικό δείκτη και δεν συγκρίνεται απευθείας με το προεξοφλητικό επιτόκιο.

5.3 Ισοδύναμη ετήσια καθαρή χρηματοροή

Να μετατρέψετε την καθαρή παρούσα αξία κάθε λύσης σε ισοδύναμη σταθερή ετήσια καθαρή χρηματοροή για 20 έτη, με επιτόκιο 5%. Να ερμηνεύσετε το πρόσημο και να συγκρίνετε τις λύσεις. Επειδή περιλαμβάνονται και ωφέλειες, ζητείται ετήσια καθαρή χρηματοροή και όχι μόνο ετήσιο κόστος.

5.4 Καθαρή παρούσα αξία NPV

Να υπολογίσετε την παρούσα αξία των καθαρών χρηματοροών των ετών 1 έως 20 και να αφαιρέσετε την αρχική επένδυση. Να ελέγξετε την αποδοχή κάθε λύσης στο 5% και να επιλέξετε τη λύση με τη μεγαλύτερη NPV, συνεκτιμώντας το σενάριο χωρίς έργο. Στο Excel η αρχική εκροή του έτους 0 προστίθεται χωριστά από τη συνάρτηση NPV.

5.5 Εσωτερικός βαθμός απόδοσης IRR

Να υπολογίσετε το επιτόκιο που μηδενίζει την NPV και να το συγκρίνετε με το 5%. Να ελέγξετε τις αλλαγές προσήμου των χρηματοροών. Εάν δεν προκύπτει μοναδικός και οικονομικά ερμηνεύσιμος IRR, να το τεκμηριώσετε και να στηρίξετε την απόφαση στην NPV, χωρίς να αποδεχθείτε άκριτα το αποτέλεσμα του Excel.

5.6 Δείκτης κερδοφορίας PI

Να διαιρέσετε την παρούσα αξία των μελλοντικών καθαρών χρηματοροών των ετών 1 έως 20 με την αρχική επένδυση. Να ελέγξετε εάν ο δείκτης υπερβαίνει τη μονάδα. Συμπληρωματικά, να υπολογίσετε τον λόγο ωφέλειας–κόστους BCR ως παρούσα αξία ακαθάριστων εξοικονομήσεων προς παρούσα αξία όλων των πρόσθετων δαπανών, συμπεριλαμβανομένης της κατασκευής. Να εξηγήσετε τη διαφορά PI και BCR, χωρίς διπλή αφαίρεση κόστους.

6 Σύγκριση και ανάλυση ευαισθησίας

Να συντάξετε συγκεντρωτικό πίνακα αποτελεσμάτων των δύο λύσεων. Να εξετάσετε εάν η κατάταξη συμφωνεί μεταξύ των μεθόδων και να αιτιολογήσετε τυχόν αποκλίσεις. Οι λύσεις είναι αμοιβαία αποκλειόμενες και δεν τίθεται ανώτατο όριο χρηματοδότησης. Εάν καμία δεν έχει θετική NPV, επιτρέπεται και πρέπει να τεκμηριωθεί η επιλογή μη υλοποίησης.

Να αξιολογήσετε χωριστά τη διαφορά Λύση Β μείον Λύση Α, χρησιμοποιώντας τη διαφορά αρχικών επενδύσεων και τις ετήσιες διαφορές καθαρών χρηματοροών. Να υπολογίσετε την πρόσθετη NPV και να απαντήσετε εάν δικαιολογείται η επιλογή της Λύσης Β. Δεν θεωρείται δεδομένο ότι η Β έχει μεγαλύτερο αρχικό κόστος· αυτό θα προκύψει από τις ποσότητές σας.

Να επανυπολογίσετε την NPV και των δύο λύσεων μεταβάλλοντας μία παράμετρο κάθε φορά, με τις υπόλοιπες στη βασική τιμή τους:

- Αρχικό κόστος κατασκευής κατά −20% και +20%. Η μεταβολή εφαρμόζεται μόνο στην αρχική επένδυση· η δαπάνη ανανέωσης του έτους 10 παραμένει στη βασική τιμή της.
- Ετήσιες ακαθάριστες ωφέλειες κατά −20% και +20%, τόσο στις εξοικονομήσεις μετακινήσεων όσο και στις αποφευγόμενες ζημιές. Οι δαπάνες συντήρησης παραμένουν σταθερές.
- Προεξοφλητικό επιτόκιο 3%, 5% και 8%. Να παρουσιαστεί διάγραμμα NPV ως προς το επιτόκιο.

7 Παραδοτέα

- Αρχείο Civil 3D σε μορφή DWG και τα αναγκαία συνοδευτικά αρχεία για το άνοιγμα και τον έλεγχο των δύο λύσεων. Να περιλαμβάνονται αναφορές ποσοτήτων και σαφής ονομασία αντικειμένων.
- Αρχείο Excel με χωριστά φύλλα δεδομένων, ποσοτήτων και κόστους, χρηματοροών, δεικτών και ευαισθησίας. Οι υπολογισμοί να γίνονται με τύπους και συνδέσεις κελιών, όχι με χειροκίνητη εισαγωγή τελικών αποτελεσμάτων.
- Τεχνικοοικονομική έκθεση 8–12 σελίδων, χωρίς τα παραρτήματα, σε PDF. Να περιλαμβάνει παραδοχές, βασικά σχέδια, προϋπολογισμούς, μεθόδους, πίνακα δεικτών, διάγραμμα σωρευτικών χρηματοροών, ανάλυση ευαισθησίας και τελική πρόταση.

Στην έκθεση να αναφέρονται τα στοιχεία των συντακτών, οι πηγές και τα βίντεο που χρησιμοποιήθηκαν. Ο τρόπος συγκρότησης ομάδων, η προθεσμία και η πλατφόρμα υποβολής θα ανακοινωθούν στο μάθημα.

8 Κριτήρια βαθμολόγησης

Κριτήριο	Βαρύτητα
Τεχνικό μοντέλο και τεκμηρίωση ποσοτήτων	30%
Προμέτρηση και ορθότητα κοστολόγησης	20%
Χρηματοροές και μέθοδοι οικονομικής αξιολόγησης	30%
Ευαισθησία και αιτιολόγηση τελικής επιλογής	20%

Η βαθμολογία βασίζεται στην ορθότητα, τη διαφάνεια και την ερμηνεία των υπολογισμών. Δεν απαιτείται το έργο να αποδειχθεί κερδοφόρο ούτε επιτρέπεται η αυθαίρετη αλλαγή δεδομένων ώστε να προκύψει επιθυμητό αποτέλεσμα.