

2. ΤΕΧΝΙΚΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ



**«Εκπόνηση αναλύσεων τρισδιάστατης
προσομοίωσης σεναρίων φωτιάς
σε σήραγγες της Εγνατίας Οδού»
- Κωδικός Αναφοράς 5908-**

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ : 57.423,60€

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2020

ΤΕΧΝΙΚΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ

Εκπόνηση αναλύσεων τρισδιάστατης προσομοίωσης σεναρίων φωτιάς σε σήραγγες της Εγνατίας Οδού

Αντικείμενο της παρούσας σύμβασης παροχής υπηρεσιών είναι η εκπόνηση αναλύσεων τρισδιάστατης (3D) προσομοίωσης της εκδήλωσης και ανάπτυξης πυρκαγιάς ισχύος 100MW σε 12 λειτουργούσες σήραγγες της Εγνατίας Οδού και του κάθετου άξονα Κομοτηνής – Ε/Β συνόρων.

Οι σήραγγες είχαν κατασκευαστεί με βάση μελέτες που εκπονήθηκαν κυρίως τη δεκαετία 1996-2005. Τα βασικά στοιχεία των υπό εξέταση 12 σηράγγων αναφέρονται στον συνημμένο πίνακα. Εκ των 12 σηράγγων οι 9 είναι μικρού μήκους (450m-700m) οι οποίες, λόγω του μήκους τους, είχαν μελετηθεί χωρίς μηχανικό αερισμό. Οι υπόλοιπες 3 σήραγγες είναι μεγαλύτερου μήκους που είχαν μελετηθεί με μηχανικό αερισμό διαστασιολογημένο με φωτιά σχεδιασμού 50MW.

Οι συγκεκριμένες σήραγγες έχουν εξεταστεί στην πλειονότητά τους με 1D προσομοίωμα (λογισμικό Camatt) όσον αφορά την εκδήλωση και ανάπτυξη πυρκαγιάς. Εξετάστηκε φωτιά ισχύος 100MW ενώ για κάποιες σήραγγες μικρού μήκους και μικρής κλίσης (<3%) χωρίς μηχανικό αερισμό, εξετάστηκε φωτιά ισχύος 30MW. Σε κάποια εκ των εξετασθέντων σεναρίων, προκύπτει ότι εξασφαλίζεται οριακά ή δεν εξασφαλίζεται πάντα η αυτοδιάσωση τυχόν εγκλωβισμένων χρηστών, ιδιαίτερα σε περίπτωση ταυτόχρονης θεώρησης δυσμενών παραδοχών.

Με δεδομένο ότι τα μονοδιάστατα (1D) προσομοιώματα θεωρούν ομοιόμορφες και ομοιογενείς τις παραμέτρους της φωτιάς (ορατότητα, τοξικότητα, θερμοκρασία) καθ' ύψος κάθε διατομής, έχουν εγγενώς τη σημαντική αδυναμία ανάδειξης του φαινομένου της στρωματοποίησης του καπνού και την κατανομή των χαρακτηριστικών από την οροφή μέχρι το δάπεδο. Η συγκεκριμένη αδυναμία καθιστά δυσχερή την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της 1D προσομοίωσης, ιδιαίτερα δε σε σήραγγες μικρού μήκους χωρίς μηχανικό αερισμό.

Περαιτέρω, η Διοικητική Αρχή Σηράγγων θέτει ως απαίτηση την εξέταση για όλες τις σήραγγες, του προφίλ ανάπτυξης (σενάριο) της πυρκαγιάς 100MW, σύμφωνα με το τεύχος «Μέθοδος Ανάλυσης Επικινδυνότητας οδικών σηράγγων χωρίς εμπλοκή οχημάτων που μεταφέρουν επικίνδυνα εμπορεύματα - Σεναριακή Προσέγγιση» της Διοικητικής Αρχής Σηράγγων (2012), για το Σενάριο 7 : Εμπλοκή στην φωτιά ενός βαρέως φορτηγού (μέση τιμή) → HRR αιχμής 100MW με τις εξής χαρακτηριστικές τιμές : $t_{max}=300sec$, $t_D=3.900sec$ και $t_d=5.100sec$.

Η συγκεκριμένη θεώρηση υπερ-ταχείας πλήρους ανάπτυξης της φωτιάς 100MW στα 300sec (5min) είναι εξαιρετικά συντηρητική και ακραία, όπως προκύπτει από σχετικά πειράματα αλλά και σε σύγκριση με προδιαγραφές άλλων κρατών. Με τη συγκεκριμένη θεώρηση φωτιάς ταυτοχρόνως με λοιπές δυσμενείς παραδοχές (ανεμοπίεση, θέση φωτιάς κτλ.) και εφόσον οι συνθήκες της φωτιάς προσομοιωθούν σε 1D, για τις μικρές σήραγγες χωρίς μηχανικό αερισμό προκύπτουν σχεδόν πάντα οριακά ή αρνητικά αποτελέσματα. Με τη συγκεκριμένη θεώρηση προφίλ φωτιάς κατά την 1D προσομοίωση προκύπτει ουσιαστικά ότι σε όλες τις σήραγγες, ανεξαρτήτως μήκους και ανεξαρτήτως κυκλοφοριακού φόρτου, είναι αναγκαία η εγκατάσταση μηχανικού αερισμού. Το

αποτέλεσμα αυτό είναι σε αντιδιαστολή με την Οδηγία 2004/54/EK και το Π.Δ. 230/2007 που ορίζουν ότι με σύστημα μηχανικού αερισμού εξοπλίζονται «όλες οι σήραγγες μήκους άνω των 1000 μέτρων με κυκλοφοριακό φόρτο άνω των 2000 οχημάτων».

Λαμβάνοντας υπόψη τον συνδυασμό των παραπάνω, δηλ. αφενός την εγγενή αδυναμία των 1D προσομοιωμάτων για καθ' ύψος εξέταση των συνθηκών και αφετέρου τη συντηρητική και δυσμενή θεώρηση εξαιρετικά ταχέως ρυθμού ανάπτυξης φωτιάς, ουσιαστικά καθίσταται αναγκαία η 3D προσομοίωση των σηράγγων ώστε να μπορούν να προσεγγιστούν με μεγαλύτερη αντικειμενικότητα οι πραγματικές συνθήκες.

Σκοπός των 3D αναλύσεων της παρούσας σύμβασης είναι η αντικειμενικότερη και αντιπροσωπευτικότερη εξέταση των συνθηκών που δημιουργούνται στις σήραγγες σε συνθήκες φωτιάς, αναδεικνύοντας τις διαφοροποιήσεις των παραμέτρων της φωτιάς κατά πλάτος και καθ' ύψος της διατομής της σήραγγας και προσεγγίζοντας τις συνθήκες που δημιουργούνται στο ύψος των ανθρώπων (~1,8m) κατά το στάδιο της αυτοδιάσωσης (εκκένωσης της σήραγγας). Επιπλέον, με βάση τα αποτελέσματα των αναλύσεων η ΕΟΑΕ θα μπορεί να υποστηρίξει τυχόν αναγκαιότητα εγκατάστασης ή αναβάθμισης μηχανικού διαμήκους αερισμού στις υπόψη σήραγγες.

Κατά την τρισδιάστατη προσομοίωση θα εξεταστεί η χωρική και χρονική μεταβολή των παραμέτρων της ορατότητας, της τοξικότητας και της θερμοκρασίας για σενάριο εκδήλωσης φωτιάς 100MW εντός των σηράγγων.

Η χωρική και χρονική μεταβολή των παραπάνω παραμέτρων θα εξεταστεί κατά το ύψος και κατά το πλάτος της σήραγγας. Ενδεικτικά, κατά πλάτος θα εξεταστούν η μεταβολή των παραμέτρων στο αριστερό και στο δεξί τοίχωμα της σήραγγας καθώς και στο κέντρο του άξονα ενώ καθ' ύψος θα εξεταστούν για το μέσο ύψος του ανθρώπου ~1,8m καθώς και σε ύψος που προσεγγίζει την οροφή της σήραγγας. Στόχος της ανάλυσης είναι να εξεταστεί η επίπτωση των παραπάνω παραμέτρων κατά το στάδιο αυτοδιάσωσης τυχόν εγκλωβισμένων χρηστών.

Όπως προαναφέρθηκε, θα εξεταστεί το προφίλ ανάπτυξης της πυρκαγιάς 100MW με $t_{max}=300sec$ (Σενάριο 7 των Οδηγιών ΔΑΣ). Για τις σήραγγες της παρούσας σύμβασης, η εξέταση του παραπάνω σεναρίου θα γίνει για τον κατωφερή κλάδο (αρνητική κλίση) κάθε σήραγγας όπου σε περίπτωση φωτιάς προκύπτουν συνθήκες σημαντικά δυσμενέστερες λόγω του φαινομένου της καμινάδας. Η θέση της φωτιάς θα οριστεί στο 75% του μήκους της σήραγγας ή εναλλακτικά σε απόσταση 100m πριν την έξοδο της σήραγγας.

Η εξωτερική ανεμοπίεση που θα θεωρηθεί θα είναι είτε αυτή που αντιστοιχεί σε τιμή που προσεγγίζει την τιμή του 95% της συνισταμένης του ανέμου που προσπίπτει κάθετα στο στόμιο της σήραγγας με βάση διαθέσιμα μετεωρολογικά στοιχεία της ευρύτερης περιοχής ή τιμές από πραγματικές μετρήσεις στα στόμια των σηράγγων. Εναλλακτικά μπορεί να λαμβάνεται τιμή 5m/s (~15Pa) που είναι η προτεινόμενη τιμή για τη διαστασιολόγηση των συστημάτων μηχανικού αερισμού σύμφωνα με τη σχετική ΟΜΟΕ Η/Μ.

Όσον αφορά τον κυκλοφοριακό φόρτο θα ληφθεί η τιμή που αντιστοιχεί στην ωριαία κυκλοφορία τυπικής ώρας κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η κυκλοφοριακή τιμή θα ληφθεί βάσει παραδοχών πρόβλεψης για το χρονικό έτος 2027.

Οι παραπάνω παραδοχές και θεωρήσεις είναι ενδεικτικές και μπορεί να τροποποιηθούν εφόσον προταθεί και συμφωνηθεί ότι μπορεί να προσομοιωθούν ορθότερα οι συνθήκες της εξεταζόμενης σήραγγας. Θα αποφευχθεί η εξέταση της ταυτόχρονης ισχύος ακραίων τιμών και παραδοχών που πρακτικά έχει σχεδόν μηδενική πιθανότητα να συμβεί. Για τον καθορισμό των παραδοχών και θεωρήσεων μπορούν να εκπονηθούν προκαταρκτικές επιμέρους 1D προσομοιώσεις.

Για κάθε σήραγγα θα επιλεγεί και εξεταστεί με 3D προσομοίωση, οπωσδήποτε ένα σενάριο, ενώ είναι στην ευχέρεια του Συμβούλου να πραγματοποιηθεί ανάλυση ευαισθησίας για κάποιες παραμέτρους εφόσον κρίνει ότι αυτή θα συμβάλει στην αντικειμενικότερη αξιολόγηση.

Η ΕΟΑΕ θα διαθέσει όλα τα στοιχεία αναφορικά με την κατασκευή και τα χαρακτηριστικά των σηράγγων, τα χαρακτηριστικά του μηχανικού αερισμού για όσες σήραγγες διαθέτουν, τα αποτελέσματα προγενέστερων προσομοιώσεων 1D για όσες σήραγγες έχουν εκπονηθεί καθώς και τα κυκλοφοριακά και μετεωρολογικά στοιχεία.

Οι αναλύσεις θα γίνουν με λογισμικό τρισδιάστατης (3D) υπολογιστικής ρευστοδυναμικής (CFD) «FDS» (Fire Dynamic Simulation) - version 6, που αναπτύχθηκε από την υπηρεσία «National Institute of Standards and Technology» των ΗΠΑ και είναι εξειδικευμένο στην προσομοίωση πυρκαγιών. Η προσομοίωση της εκκένωσης του χώρου από τους εγκλωβισμένους χρήστες θα γίνει ενδεικτικά με το συνοδευτικό (στο «FDS») λογισμικό «Evac» που αναπτύχθηκε από την VTT- Finland ή αντίστοιχο λογισμικό. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης της πυρκαγιάς και της εκκένωσης της σήραγγας, θα γίνει ενδεικτικά με το συνοδευτικό (στο «FDS») λογισμικό «Smokeview».

Για κάθε σήραγγα θα υποβληθούν τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων, της ανάλυσης και των συμπερασμάτων σε μορφή αναλυτικής τεχνικής έκθεσης με παραρτήματα, η δομή της οποίας θα είναι σύμφωνη με το τεύχος «Μέθοδος Ανάλυσης Επικινδυνότητας οδικών σηράγγων χωρίς εμπλοκή οχημάτων που μεταφέρουν επικίνδυνα εμπορεύματα - Σεναριακή Προσέγγιση» της Διοικητικής Αρχής Σηράγγων και ιδιαίτερα τις αναφορές για τα προσομοιώματα 3D. Οι τεχνικές εκθέσεις θα συνοδεύονται με τα ψηφιακά αρχεία των προσομοιώσεων και αποτελεσμάτων, για όποια λογισμικά θα χρησιμοποιηθούν.

Ο χρόνος παράδοσης ενδιάμεσων εκθέσεων για επιμέρους σήραγγες ορίζεται στους 4 μήνες από την έναρξη της σύμβασης και των τελικών εκθέσεων στους 6 μήνες.

Η διάρκεια της σύμβασης θα είναι 12 μήνες, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα τροποποιήσεων στις εκπονηθείσες αναλύσεις, κατόπιν τυχόν σχολίων και απαιτήσεων της Διοικητικής Αρχής Σηράγγων.

Ο προϋπολογισμός δημοπράτησης ανέρχεται σε 57.423,60€ (πλέον Φ.Π.Α.).

Η καταβολή της αμοιβής εκ μέρους της ΕΟΑΕ θα γίνει στα εξής στάδια:

- Στάδιο Α': 45% με την υποβολή των ενδιάμεσων εκθέσεων στους 4 μήνες,
- Στάδιο Β': 50% με την τελική υποβολή στους 6 μήνες
- Στάδιο Γ': 5% στο πέρας του έργου

ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΩΝ ΥΠΟ ΕΞΕΤΑΣΗ ΣΗΡΑΓΓΩΝ

No.	Οδικό Τμήμα (κωδικός κατασκευής)	Όνομα Σήραγγας	Μήκος Δεξιού Κλάδου (m)	Μήκος Αριστερού Κλάδου (m)	Μέση Κλίση Δεξιού Κλάδου (%)	Μέση Κλίση Αριστερού Κλάδου (%)	Αερισμός (πυρκαγιά σχεδιασμού)
1	1.1.3	Βασιλικού	590	455	2.99%	-2.99%	Φυσικός
2	1.1.4	Μεσοβουνίου (Σ2)	524	534	-2.90%	2.90%	Φυσικός
3	1.1.4	Γκρίκας (Σ3)	701	712	-1.16%	1.16%	Φυσικός
4	1.1.5	Νεοχωρίου	Χ	593	Χ	-4.00%	Φυσικός
5	1.1.6	Σ1 (Σέλιανης)	479	513	1.50%	-4.80%	Φυσικός
6	1.1.6	Σ2 (Παραμυθιάς)	965	1,189	5.00%	-5.00%	Μηχανικός Διαμήκης (50MW)
7	3.2	Βοτονοσίου	515	528	5.00%	-5.00%	Φυσικός
8	4.1.3	Βενέτικου	663	664	3.61%	-3.61%	Μηχανικός Διαμήκης (50MW)
9	5.1	Σ11 (τμήμα Πολύμυλος – Βέροια)	494	514	-1.42%	1.49%	Φυσικός
10	5.1	Σ12 (τμήμα Πολύμυλος – Βέροια)	527	510	-2.86%	2.71%	Φυσικός
11	5.2	Σ1 (Βέροιας)	814	850	-2.50%	2.50%	Μηχανικός Διαμήκης (50MW)
12	75	Νυμφαίας (Κ.Α. Κομοτηνής)	519 (αμφίδρομη)			3,9%	Φυσικός

Θεσσαλονίκη Δεκέμβριος 2020

ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ

ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ

Αθανάσιος Τσαντσάνογλου
Υπ/ντης Συγκοινωνιακών

Κωνσταντίνος Παρδάλης
Διευθυντής Λειτουργίας & Συντήρησης

ΕΓΚΡΙΝΕΤΑΙ
με την υπ' αριθμ. 1009/1/19.11.2020
απόφαση του Δ.Σ. της ΕΟΑΕ

Κωνσταντίνος Κουτσούκος
Διευθύνων Σύμβουλος
της «Εγνατία Οδός Α.Ε.»

Για τον «Ανάδοχο»

Για την «Εγνατία Οδός Α.Ε.»
