

## "Η εφαρμογή των Drones στη Διαχείριση των Καταστροφών"

Δρ. Ασπασία Καραμάνου, Αυτοτελής Δ/ση Πολιτικής Προστασίας Περιφέρειας Αττικής  
Ξένια Γεωργιάδου, Πανελλήνια Ένωση Πιλότων

### Εισαγωγή

Ετυμολογικά ο όρος **μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα** προέρχεται από τον αγγλικό όρο **Unmanned Aerial Vehicle (UAV)**. Συχνά, αναφερόμαστε σε αυτά χρησιμοποιώντας την αγγλική λέξη **drone** ή την ελληνική **κηφήνας**. Η ανάπτυξη αυτής της τεχνολογίας και η μετάβαση της από στρατιωτικό σε πιο εμπορικό προϊόν, ξεκίνησε στις αρχές του 21ου αιώνα. Σήμερα, η εξέλιξη της τεχνολογίας τους έχει φτάσει σε ένα ικανοποιητικό επίπεδο έτσι ώστε να χρησιμοποιούνται για πρακτικές εφαρμογές. Η επιστημονική κοινότητα θεωρεί τα drones μια από τις τεχνολογίες του μέλλοντος, λόγω της πληθώρας εφαρμογών και για την υποστήριξη σε κινδυνικές καταστάσεις από φυσικούς και τεχνολογικούς κινδύνους.

Ο έλεγχος και ο χειρισμός ενός μη επανδρωμένου εναέριου οχήματος γίνεται είτε από **αυτόνομο σύστημα πλοήγησης** είτε από **τηλεχειριζόμενο σύστημα πλοήγησης**.

Ανάλογα με τις απαιτήσεις της αποστολής τους τα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα μπορεί να είναι εξοπλισμένα με διαφορετικά είδη εξειδικευμένων και μη συμβατικών αισθητήρων και συσκευών ανίχνευσης όπως: Lidar/**Light Detection And Ranging**, κάμερες οπτικές ή υπέρυθρες, θερμικοί και ακουστικοί αισθητήρες, βιομετρικοί αισθητήρες Wifi, μικρόφωνα, GPS, ραδιοσυχνότητες Rfid κλπ, που τους επιτρέπουν όλο και μεγαλύτερη αυτονομία πτήσεων, αξιοπιστία, ασφάλεια και προσαρμοστικότητα. Δηλαδή, μέσω αλγορίθμων ελέγχου και αναγνώρισης, υπάρχει η δυνατότητα να αντιμετωπίζονται εγκαίρως σφάλματα που έχουν ήδη γίνει αντιληπτά, αλλά και μελλοντικά σφάλματα μέσω αλγορίθμων πρόβλεψης, να δημιουργείται χάρτης πτήσης με δυνατότητα πρόβλεψης κινήσεων, αποφυγής εμποδίων και αναταράξεων και εφαρμογής ειδικού συστήματος πλοήγησης ανάλογα με την εκάστοτε αποστολή τους.

### Εφαρμογές Drones σε Καταστάσεις Έκτακτης Ανάγκης

#### Ταχεία Χαρτογράφηση -Εκτίμηση βλαβών και επιπτώσεων της καταστροφής και αρωγής πληγέντων

Κατ' αρχήν ένα σημαντικό έργο που εκτελείται αυτόνομα με τη χρήση των drones είναι Εναέρια επιτήρηση μεγάλων ή/και δυσπρόσιτων για τον άνθρωπο χώρων και η ταχεία εναέρια χαρτογράφηση δηλαδή η δημιουργία χαρτών υψηλής ανάλυσης της πληγείσας περιοχής, η οποία μπορεί να διαφέρει εντελώς σε σχέση με την προ-καταστροφική περίοδο. Αυτοί οι χάρτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν προκειμένου να γίνουν κατανοητές οι επιπτώσεις της καταστροφής στην περιοχή, δημιουργώντας σε πραγματικό χρόνο χάρτες προτεραιότητας (triage maps) για τις άμεσες ενέργειες απόκρισης και αρωγής των πληγέντων.

Έτσι τα drones μπορούν να χρησιμοποιηθούν προκειμένου να διερευνήσουν γρήγορα:

- Επιλογή κατάλληλων ελεύθερων και ασφαλών χώρων για την προσωρινή στέγαση των πληγέντων

- Εύρεση βέλτιστων διαδρομών πρόσβασης στις πληγείσες περιοχές για παροχή βοήθειας
- Επιτήρηση των περιοχών που έχουν εκκενωθεί για την διασφάλιση της επιβολής του νόμου προς αποφυγή φαινομένων λεηλασιών
- Παράδοση προμηθειών ανακούφισης και αρωγής πληγέντων

Με την εναέρια χαρτογράφηση οι διαχειριστές έκτακτης ανάγκης θα μπορούσαν να καθορίσουν την έκταση της καταστροφής γρήγορα με ακρίβεια σε υψηλή ανάλυση και σε πραγματικό χρόνο, εντοπίζοντας τις βλάβες σε κοινοτικές υποδομές αξιολογώντας τον εκτιμώμενο χρόνο επισκευών και κόστος αποκατάστασης. Οι διαθέσιμες εικόνες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν από τους τοπικούς διαχειριστές για έκτακτες κρατικές επιχορηγήσεις και ενισχύσεις από τον κρατικό προϋπολογισμό για επισκευή και ανακατασκευή των κατεστραμμένων περιοχών και τις εκτιμήσεις των χρηματικών αποζημιώσεων σε πληγέντες.

### **Επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης**

Ανάλογα με το είδος της καταστροφής η ταχεία χαρτογράφηση της πληγείσας περιοχής είναι πολύ σημαντική όχι μόνο για την εκτίμηση των ζημιών, αλλά ακόμη περισσότερο για να ενισχύσει τη διαδικασία ανταλλαγής πληροφοριών στις ομάδες διάσωσης.

Για παράδειγμα, η ευκαιρία για να επιβιώσουν οι άνθρωποι που βρίσκονται παγιδευμένοι σε κτίρια που έχουν καταρρεύσει εξαρτάται κυρίως από τους τύπους βλάβης των επηρεαζόμενων κτιρίων. Ως εκ τούτου με την ταχεία χαρτογράφηση της πληγείσας περιοχής τα κτίρια μπορούν να χαρακτηριστούν και να καταταχθούν ανάλογα με τη βλάβη την οποία έχουν υποστεί σε ειδική κλίμακα κατάλληλη προς αξιολόγηση των ομάδων διάσωσης προκειμένου να βελτιστοποιήσουν την εργασία τους, ανάλογα με τα κενά των επιζώντων που σχηματίζονται στα ερείπια.<sup>1</sup>

Μια ταχύτερη απόκριση των ομάδων έρευνας και διάσωσης οδηγεί σε υψηλότερο ποσοστό επιβίωσης που αγγίζει το 90% τα πρώτα 30min ενώ πέφτει σε ποσοστό μόλις 20% την τέταρτη ημέρα.<sup>2</sup> Στον τομέα της επείγουσας ιατρικής υπάρχει ο όρος της «χρυσής ώρας» που αναφέρεται σε μια περίοδο που διαρκεί μία ώρα ή λιγότερο μετά από μία τραυματική κατάσταση ή κάκωση ή ατύχημα ή επείγουσα ιατρική κατάσταση που υπέστη ένα άτομο και για την οποία απαιτείται άμεση ιατρική περίθαλψη προκειμένου να είναι μεγαλύτερη η πιθανότητα να αποτραπεί ο θάνατος.<sup>3</sup>

Τα drones χρησιμοποιούνται στον εντοπισμό θυμάτων που έχουν θαφτεί κάτω από ερειπωμένα κτίρια μετά από ένα σεισμό ή άλλο καταστροφικό συμβάν, με ταχύτερους ρυθμούς και με μεγαλύτερη ακρίβεια. Η αυτονομία των drones είναι κεντρικής σημασίας για την αποδοχή μιας τέτοιας λύσης από ομάδες έρευνας και διάσωσης. Οι ερευνητές εκτιμούν ότι η χρήση των drones σε επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης προστατεύει επιπλέον τα μέλη των σωστικών συνεργείων, τα οποία αντιμετωπίζουν επικίνδυνες συνθήκες στην προσπάθεια τους ν' απεγκλωβίσουν τα θύματα. Καταστρεμμένα κτίρια μπορεί να έχουν επιζώντες που δεν μπορεί κάποιος να τους δει, σε δομές ασταθείς και

<sup>1</sup> Restas, A. (2015). "Drone applications for supporting disaster management." World Journal of Engineering and Technology, 3, 316-321.

<sup>2</sup> <https://irevolutions.org/2016/02/17/aerial-robotics-search-and-rescue/>

<sup>3</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Golden\\_hour\\_\(medicine\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Golden_hour_(medicine))

επικίνδυνες. Εύκολα θα μπορούσε κάποιος να τραυματιστεί προσπαθώντας να εντοπίσει τους παγιδευμένους σε τέτοια κτίρια. Μικρά drones θα μπορούσαν να καθοδηγούνται στο εσωτερικό του κτιρίου προκειμένου να διαπιστωθεί αν υπάρχουν επιζώντες ή θύματα χωρίς να αγγίζεται η ασταθής δομή με κίνδυνο περαιτέρω κατάρρευσης. Κάμερες θερμικής απεικόνισης ή/και ακουστικοί αισθητήρες ή άλλοι αισθητήρες (πχ ηλεκτρομαγνητικές εκπομπές προσωπικών αντικειμένων θυμάτων ή κινητών τηλεφώνων θα μπορούσαν να προσαρμοστούν στο drone για την εκτίμηση της θέσης των θυμάτων).

Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα του σεισμού με επίκεντρο στην περιφέρεια Λουσχάν (Lushan) της Κίνας το 2013, μεγέθους Ms 7.0 με 126 νεκρούς και 578 σοβαρά τραυματισμένους.<sup>4</sup> Το έργο των σωστικών συνεργείων της Κινεζικής Διεθνούς Ομάδας Έρευνας και Διάσωσης (Chinese International Search and Rescue Team/CISAR) καθίσταντο δυσχερή, λόγω του ανάγλυφου και δυσπρόσιτου της ορεινής περιοχής που επιχειρούσε. Το Κρατικό Εργαστήριο Ρομποτικής του Ινστιτούτου Αυτοματισμού της Σενγιάνγκ (State Key Robotics Lab at Shenyang Institute of Automation), προσέφερε υποστήριξη στην ομάδα της CISAR με drones. Χρησιμοποιώντας τα βίντεο των drones και ειδικούς αλγόριθμους για την ακριβή ανίχνευση θυμάτων σε κτίρια που είχαν καταρρεύσει, καθοδήγησαν τις επιχειρήσεις απόκρισης σε πραγματικό χρόνο, επιτυγχάνοντας να βελτιώσουν κατά το ήμισυ το χρόνο αναζήτησης των θυμάτων, σώζοντας περισσότερες ζωές.<sup>5</sup>

Ο καταστροφικός σεισμός στην Αιτή στις 13/1/2010 με μέγεθος 7R με 230.000 και τεράστιες υλικές ζημιές και οι 62 ομάδες διάσωσης των 1800 ατόμων που επιχειρούσαν στην περιοχή διέσωσαν 132 άτομα σε 11 ημέρες, αποτελεί άλλο ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα καταστροφής που χαρτογραφήθηκε πολύ γρήγορα με τη χρήση των drones βοηθώντας τις ομάδες διάσωσης και τις αρχές να βελτιώσουν τις ζωές των θυμάτων στον απόηχο του σεισμού.<sup>6</sup>

Στις 8 Νοεμβρίου 2013, έγινε ο τυφώνας Χαϊγιάν (Haiyan), γνωστός ως **Γιολάντα** (Yolanda) ο ισχυρότερος τυφώνας που έχει καταγραφεί ποτέ σε ξηρά και έπληξε κυρίως τις Φιλιππίνες. Οι προετοιμασίες και οι έγκαιρες προειδοποιήσεις έσωσαν πολλές ζωές. Αλλά, παρά όλα αυτά 6.300 άνθρωποι πέθαναν και εκατομμύρια άλλοι άνθρωποι χρειάστηκαν επείγουσα βοήθεια. Οι εταιρίες Danoffice και CorePhil DSI προσέφεραν μη επανδρωμένα αεροσκάφη στις επιχειρήσεις απόκρισης της καταστροφής τα οποία βοήθησαν στην δημιουργία ενημερωμένων χαρτών της περιοχής στον προσδιορισμό των ελεύθερων δρόμων για παροχή βοήθειας, αξιολόγηση των ζημιών, εργασίες διάσωσης κτλ. Οι χάρτες που δημιουργήθηκαν χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια από διαφορετικές ανθρωπιστικές οργανώσεις για την παροχή βοήθειας καθώς και κυβερνητικές οργανώσεις των Φιλιππίνων.<sup>7</sup>

<sup>4</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/2013\\_Lushan\\_earthquake](https://en.wikipedia.org/wiki/2013_Lushan_earthquake)

<sup>5</sup> J. Qi, D. Song, H. Shang, N. Wang, C. Hua, C. Wu, X. Qi, and J. Han, "Search and rescue rotary-wing uav and its application to the lushan ms 7.0 earthquake," *Journal of Field Robotics*, vol. 33, no. 3, pp. 290–321, 2016.

<sup>6</sup> T. Tanzi, M. Chandra, J. Isnard, D. Camara, O. Sebastien, F. Harivelo: Towards "Drone-Borne" Disaster Management: Future Application Scenarios. 06/2016; III-8:181-189. DOI:10.5194/isprs-annals-III-8-181-2016.

<sup>7</sup> Meier, P., 2014. Humanitarians in the Sky: Using UAVs for Disaster Response, <http://irevolution.net/2014/06/25/> June 25, 2014, last viewed, 30 June 2014.

Ο σεισμός στο Νεπάλ (Nepal) με μέγεθος Mw 7,8 έπληξε το κεντρικό τμήμα του, στις 11:56 τοπική ώρα στις 25 Απριλίου 2015. Ο συνολικός αριθμός των νεκρών εκτιμήθηκε σε 8.686 και των τραυματιών σε 16.808 και υπολογίζεται ότι καταστράφηκαν πάνω από μισό εκατομμύριο κτίρια (σχεδόν το 80%). Στην πρωτεύουσα του Κατμαντού έχασαν τη ζωή τους 1.203 άνθρωποι και τραυματίστηκαν 4.634. Πολλά κτίρια υπέστησαν βλάβες, συμπεριλαμβανόμενων πολλών ιστορικών μνημείων.<sup>8</sup> Μια σειρά από διεθνείς ομάδες βοήθειας και χώρες προσέφεραν ενισχύσεις έκτακτης ανάγκης στην καταστροφή. Ομάδες έρευνας και διάσωσης απεστάλησαν στο Νεπάλ από την Ινδία, Κίνα, το Πακιστάν, τις ΗΠΑ, τον Καναδά, την Ιαπωνία κτλ. Ορισμένες από τις διεθνείς ομάδες και τα μέσα ενημέρωσης έφεραν drones για την αναγνώριση και τη συλλογή πληροφοριών.<sup>9</sup> Μάλιστα σύμφωνα με την канаδική ανθρωπιστική οργάνωση αρωγής Global Medic στο σεισμό του Νεπάλ υπήρχε η μεγαλύτερη δραστηριότητα σε drone από οποιαδήποτε άλλη καταστροφή μέχρι τότε και τούτο ήταν ένας συνδυασμός δύο παραγόντων: αφενός ότι υπήρχε αποδοχή της χρησιμότητας των drones σε τέτοιες επιχειρήσεις αρωγής και αφετέρου λόγω του πυκνοκατοικημένου της περιοχής η εναέρια αναγνώριση της περιοχής ήταν μια μεγάλη ανάγκη σε αυτό το συμβάν.

Ο ρόλος των επικοινωνιών κατά τη διάρκεια ή μετά από ένα καταστροφικό γεγονός είναι ζωτικής σημασίας για την αξιολόγηση των ζημιών και την παροχή αρωγής. Ωστόσο, ένα φυσικό φαινόμενο μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφή του υλικού επικοινωνίας ή διακοπή του ενεργειακού εφοδιασμού. Τα Drones αποτελούν μια ελκυστική λύση του προβλήματος αφού μπορούν με γρήγορο τρόπο να αναπτυχθούν και να λειτουργήσουν ως μικρά δίκτυα κινητής τηλεφωνίας για την επέκταση της κάλυψης σε πληγείσες περιοχές.

Τα drones μπορούν να σχηματίσουν ένα δίκτυο πλέγματος (mesh network) που επιτρέπει την μετάδοση δεδομένων από απομακρυσμένες περιοχές σε όλο το εναέριο δίκτυο των drones, ακόμη και στην περίπτωση ολικής καταστροφής της υποδομής των τηλεπικοινωνιών.

Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση, για το συντονισμό των προσπαθειών ανακούφισης μετά τον τυφώνα Κατρίνα, στη Νέα Ορλεάνη το 2005, -που αποτελεί κατ' ουσίαν και την πρώτη καταστροφή στην οποία χρησιμοποιήθηκε η ρομποτική τεχνολογία και τα drones - όπου το δημόσιο δίκτυο ήταν εκτός υπηρεσίας και η εταιρία Verizon, ο τοπικός πάροχος δικτύου κινητής τηλεφωνίας, χορήγησε στο προσωπικό έκτακτης ανάγκης το δικαίωμα να χρησιμοποιήσουν τις συχρότητές του.<sup>10</sup>

<sup>8</sup> National Society for Earthquake Technology-Nepal, 2015. Gorkha Earthquake. <http://www.nset.org.np/eq2015>

<sup>9</sup> CBC News World, 2015. Nepal earthquake: Drones used by Canadian relief team, <http://www.cbc.ca/news/world/nepal-earthquake-drones-used-by-canadian-relief-team-1.3051106>

<sup>10</sup> T. Tanzi, M. Chandra, J. Isnard, D. Camara, O. Sebastien, F. Harivelo: Towards "Drone-Borne" Disaster Management: Future Application Scenarios. 06/2016; III-8:181-189. DOI:10.5194/isprs-annals-III-8-181-2016.

### **Διαρροή Επικίνδυνων Υλικών – Βιομηχανικά - Πυρηνικά Ατυχήματα**

Τα drones είναι επίσης πολύ αποτελεσματικά και σε περίπτωση **πυρηνικού ατυχήματος ή διαρροών επικίνδυνων υλικών** και μπορεί να είναι και τα μόνα εργαλεία για την αποτελεσματική υποστήριξη της διαχείρισης τέτοιου είδους καταστροφής.

Βιομηχανικές εγκαταστάσεις που έχουν πληγεί από μία φυσική ή ανθρωπογενή καταστροφή παρουσιάζουν σοβαρές πιθανότητες τοξικών κινδύνων για την ανθρώπινη ζωή και το περιβάλλον. Αυτοί οι κίνδυνοι μπορεί να περιορίζονται είτε στην ίδια την εγκατάσταση ή να εξαπλώνονται πέρα από τα όρια της εγκατάστασης στην ευρύτερη περιοχή λόγω των καιρικών ή άλλων επικίνδυνων συνθηκών. Κατοικημένες περιοχές σε κοντινή απόσταση θα πρέπει να εκκελώνονται και ν' ασφαλιζονται. Οι πυρηνικές εγκαταστάσεις θεωρούνται αυξημένης επικινδυνότητας λόγω της πιθανής θανατηφόρας ακτινοβολίας που μπορεί να απελευθερωθεί στο περιβάλλον.

Οι εκρήξεις από την πιθανή αυτανάφλεξη πτητικών χημικών ουσιών, ή από θραύση των δοχείων πίεσης ή λέβητες ή από φυσικό αέριο είναι πιθανοί κίνδυνοι για το προσωπικό έκτακτης ανάγκης, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη στο σχεδιασμό ετοιμότητας.

Ένα ραδιενεργό περιβάλλον απαιτεί εξοπλισμό ατομικής προστασίας που είναι αφενός ακριβός και αφετέρου άβολος για αυτούς που τον φορούν. Ανάλογα με τη ραδιενεργό ένταση του υλικού που εμπλέκεται σε ένα τεχνολογικό ατύχημα ακόμη και αν το εμπλεκόμενο προσωπικό έκτακτης ανάγκης είναι σωστά ενδεδυμένο, θα πρέπει να περιορίσει το χρόνο έκθεσής του στη ζώνη της πιθανής πυρηνικής ακτινοβολίας προκειμένου να μειωθεί ο κίνδυνος για βλάβη στη σωματική του υγεία και τη ζωή του.

Οι Ρώσοι αεροπόροι που χρησιμοποιήθηκαν ως πλήρωμα για τα επανδρωμένα αεροπλάνα προκειμένου να επιθεωρήσουν τη ζημιά στον πυρηνικό αντιδραστήρα του Τσερνομπίλ δεν θα είχαν χάσει τη ζωή τους από την έκθεση σε ακτινοβολία λίγο καιρό μετά, αν είχαν χρησιμοποιηθεί μη επανδρωμένα αεροσκάφη. Τα drones χρησιμοποιήθηκαν στο Πυρηνικό Ατύχημα Fukushima (Φουκουσίμα) στις 1/3/2011 στην Ιαπωνία για την αποτύπωση και την αξιολόγηση της καταστροφής στον πυρηνικό αντιδραστήρα στο συγκρότημα που καταστράφηκε από σεισμό και τσουνάμι που ακολούθησε σώζοντας ζωές από τη μη αποστολή ζωντανών παρατηρητών.

Το κύριο έργο που πρέπει να ληφθεί υπόψη στο σχεδιασμό ετοιμότητας σχετικά με τις πτήσεις των drones στον τομέα των τεχνολογικών ατυχημάτων που είναι ζωτικής σημασίας για μια σειρά προκλήσεων είναι:

- Χρήση διαφόρων ειδών αισθητήρων αερίων για τον εντοπισμό των κινδύνων όπως το φυσικό αέριο ή άλλες χημικές διαρροές.
- Έγκαιρη και ακριβής ταυτοποίηση της κατεύθυνσης της εξάπλωσης των υγρών ή αερίων υλικών.
- Αναζήτηση παγιδευμένων ατόμων ως η πλέον ασφαλής επιλογή.
- Αμελητέα απειλή των πιλότων των drones, στη φάση της παρέμβασης αφού οι θέσεις απογείωσης και προσγείωσης είναι μακριά από τη μολυσμένη περιοχή.

## Βιολογικοί Κίνδυνοι

Ένα ξέσπασμα μεταδοτικής νόσου με υψηλό ποσοστό θνησιμότητας είναι ένας άλλος τύπος επικινδυνότητας που απαιτεί την προσωρινή θέση σε καραντίνα της περιοχής. Αντίστοιχα με πριν και εδώ, οι συσκευές καθαρισμού αέρα και τα φίλτρα στα μέσα ατομικής προστασίας θα πρέπει περιοδικά ν' αναπληρώνονται, γιατί αν κορεστούν από το επικίνδυνο υλικό θα είναι επικίνδυνα για το προσωπικό έκτακτης ανάγκης. Επιπλέον, όλο το προσωπικό έκτακτης ανάγκης θα πρέπει να περάσει από μια διαδικασία απολύμανσης πριν επιστρέψει στη βάση του για ξεκούραση και ενημέρωση. Αυτές οι διαδικασίες είναι ιδιαίτερα χρονοβόρες και δαπανηρές σε ανθρωποώρες και υλικά. Επίσης, σε περίπτωση που μια περιοχή είναι σε καραντίνα που οφείλεται στο ξέσπασμα μιας νόσου, τα drones θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν προκειμένου να προσφέρουν εξοπλισμό και φάρμακα σε αυτούς που βρίσκονται στην ελεγχόμενη περιοχή, χωρίς να εκθέσουν μη μολυσμένα άτομα σε πιθανούς βιολογικούς κινδύνους.

## Δασικές Πυρκαγιές

Τα drones μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο και στην αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών, τόσο στην ανίχνευση (detection), τον εντοπισμό (localization), την παρατήρηση (observation) της πυρκαγιάς, όσο και στην παρακολούθηση (monitoring), την επιτήρηση (surveillance) και τον έλεγχο (measuring) της επέμβασης, των αναζωπυρώσεων, της περιμέτρου και της κατευθυντικότητας της πυρκαγιάς σε πραγματικό χρόνο.

Οι δασικές πυρκαγιές προκαλούν τεράστιες σε υλικές και περιβαλλοντικές ζημιές κάθε χρόνο.

Για την αποτελεσματική καταπολέμηση των δασικών πυρκαγιών, η έγκαιρη ανίχνευση και η συνεχής παρακολούθηση κατά την επέμβαση είναι ζωτικής σημασίας.

Οι πυροσβέστες χρειάζονται συχνή και υψηλής ποιότητας ενημερώσεις σχετικά με τη δυναμική εξέλιξη της πυρκαγιάς, προκειμένου να την καταπολεμήσουν αποτελεσματικά και με ασφάλεια.

Ανάμεσα στις πιο σημαντικές παραμέτρους για τη διαχείριση της πυρόσβεσης είναι:<sup>11</sup>

- Το σχήμα και η θέση του μετώπου της πυρκαγιάς
- Ο ρυθμός εξάπλωσης (πως αυτό το μέτωπο εξελίσσεται με το χρόνο)
- Το μέγιστο ύψος φλόγας

Παραδοσιακά, η εξαγωγή πληροφοριών για την υποστήριξη της πυρόσβεσης μέσω διαφόρων συστημάτων που έχουν αναπτυχθεί με δεδομένα που παρέχονται από πυροφυλάκια παρακολούθησης, δορυφόρους, οπτικές και υπέρυθρες κάμερες εδάφους και αυτόματες τεχνικές επεξεργασίας εικόνας για την ανίχνευση πυρκαγιάς συμπεριλαμβανόμενης της ψευδούς απόρριψης συναγερμού, αλγόριθμους ανίχνευσης νέφους καπνού (σε περιπτώσεις που οι οπτικές κάμερες δεν μπορούν να λειτουργήσουν όπως για παράδειγμα τη νύχτα), αισθητήρες LIDAR και τηλεπισκόπησης με χρήση αεροφωτογραφιών και δορυφορικών εικόνων (συνήθως για ανίχνευση πυρκαγιών σε απομακρυσμένες περιοχές).

Οι υφιστάμενες τεχνικές παρακολούθησης των δασικών πυρκαγιών αποδεικνύονται συχνά ανεπαρκείς. Πολλές από τις νέες τεχνολογίες που έχουν αρχίσει να εφαρμόζονται

<sup>11</sup> Viegas, D.: Forest fire propagation. Phil. Trans. R. Soc. Lond. A 356, 2907–2928 (1998)

και στον τομέα της δασοπυρόσβεσης, παρουσιάζουν διάφορα πρακτικά προβλήματα, όπως χαμηλή αξιοπιστία σε μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες και υψηλό κόστος. Για παράδειγμα, οι χωρικές και χρονικές αναλύσεις των δορυφορικών συστημάτων που προτείνονται για την παρακολούθηση (monitoring) των δασικών πυρκαγιών, είναι ακόμη πολύ χαμηλές για τις ανάγκες της καταστολής των δασικών πυρκαγιών.

Οι πυροσβέστες συχνά εισέρχονται σε μια περιοχή με μικρή γνώση για το πώς κινείται και πού είναι η πυρκαγιά, θέτοντας τη ζωή τους σε κίνδυνο. Γι' αυτούς τους λόγους, είναι επιτακτική η ανάγκη να αναπτυχθούν πιο αποτελεσματικές τεχνολογίες της ελέγχου πυρκαγιάς.

Κατά τη διάρκεια της επέμβασης απαιτείται η επισκόπηση και ο συντονισμός των επιμέρους προσπαθειών για την κατάσβεση πυρκαγιών που αφορούν σε αρκετές εκατοντάδες στρέμματα δάσους.

Εναέρια επανδρωμένα οχήματα όπως τα ελικόπτερα και αεροπλάνα παρουσιάζουν το πλεονέκτημα της ταχείας ανίχνευσης των επικίνδυνων σημείων (hot spots) (πριν η πυρκαγιά γίνει αντιληπτή από κάποιον παρατηρητή) όμως έχουν υψηλό κόστος και υπάρχει κίνδυνος για τους ανθρώπους που συμμετέχουν στις επιχειρήσεις.

Ειδικά στην περίπτωση που δεν συμμετέχουν επανδρωμένα εναέρια οχήματα στην πυρκαγιά οι προσπάθειες καταστολής των δασικών πυρκαγιών συνήθως βασίζονται σε εμπειρικές εκτιμήσεις των υπεύθυνων αξιωματικών του πεδίου από οπτικές παρατηρήσεις. Οι εκτιμήσεις αυτές υπόκειται σε μεγάλο αριθμό σφαλμάτων που οφείλονται: στον καπνό που «φράσσει» τις φλόγες, το ανθρώπινο λάθος κατά την οπτική εκτίμηση (λανθασμένη αντιληπτική ικανότητα) και σφάλματα στο εντοπισμό της πυρκαγιάς. Ο συντονισμός βασίζεται μόνο στις πληροφορίες μεταξύ των διοικητών των μεμονωμένων περιστατικών σε διαφορετικές τοποθεσίες που επιχειρούν. Όμως, η εκτίμηση της σοβαρότητας των επιμέρους καταστάσεων είναι εντελώς υποκειμενική και δεν γίνεται σε σχέση με τις άλλες τοποθεσίες.

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι εναέρια περιπολία με drone μπορεί να ανιχνεύσει τα hot spots πολύ πιο γρήγορα και να δώσει αναφορά πυρκαγιάς, γεγονός που σημαίνει ότι μειώνεται ο «καθοριστικός» για την εξέλιξη της πυρκαγιάς χρόνος της άμεσης απόκρισης.

Η ερευνητική κοινότητα τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να καταβάλλει κάποιες προσπάθειες για την υποστήριξη της πυροπροστασίας με τη χρήση της τεχνολογίας με drones.

Οι Kontitsis et al. (2004)<sup>12</sup> σχεδίασαν ένα σύστημα πυροπροστασίας με χρήση ενός drone με ενσωματωμένους αισθητήρες με υπέρυθρη όραση και γενετικό αλγόριθμο για την ανίχνευση των δασικών πυρκαγιών, εκπέμποντας σήμα συναγερμού και παράγοντας σύνολα εικόνων.

Οι Merino et al. (2006)<sup>13</sup> αναλύουν ένα συνεταιριστικό σύστημα αυτόματης ανίχνευσης δασικής πυρκαγιάς χρησιμοποιώντας πολλαπλά ετερογενή drones που φέρουν διαφορετικά είδη αισθητήρων: υπέρυθρες και οπτικές κάμερες, ανιχνευτές πυρκαγιάς και αλγόριθμους σύντηξης για συνεργατική αντίληψη.

---

<sup>12</sup> Kontitsis, M., Valavanis, K., Tsourveloudis, N.: A UAV Vision System for Airborne Surveillance. In: Proc. of the IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 77–83 (2004)

<sup>13</sup> Merino, L., Caballero, F., Mart´inez de Dios, J., Ferruz, J., Ollero, A.: A cooperative perception system for multiple UAVs: Application to automatic detection of forest fires. Journal of Field Robotics 23(3–4), 165–184 (2006)

Οι Zhou et al. (2005)<sup>14</sup> παρουσιάζουν μια μέθοδο για την ορθοαναγωγή (orthorectification) των εικόνων που συγκεντρώθηκαν από ένα drone, σε μια εφαρμογή τους με δραστηριότητες σχετικές με την παρακολούθηση των δασικών πυρκαγιών. Συγκεκριμένα συζητούν προβλήματα που πρέπει να λυθούν και παρουσιάζουν πολύ προκαταρκτικά αποτελέσματα για αεροφωτογραφίες που συγκέντρωσαν με το drone. Ωστόσο, η εργασία τους δεν καταλήγει σε συγκεκριμένα αποτελέσματα.

Πολύ λίγες εργασίες έχουν εντοπιστεί σχετικά με τη χρήση πολλαπλών drones με στόχο την παρακολούθηση της πυρκαγιάς. Η ετερογένεια στη χρήση των drones αυξάνει την πολυπλοκότητα του προβλήματος, αλλά επίσης παρέχει πολλά πλεονεκτήματα δίνοντας τη δυνατότητα εκμετάλλευσης των συμπληρωματικών και διαφορετικών πλατφορμών drones με διαφορετικά χαρακτηριστικά κινητικότητας και επίσης διαφορετικές λειτουργίες αισθητήρα και αντίληψης. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι πολλές εφαρμογές απαιτούν διάφορους αισθητήρες που δεν μπορούν να πραγματοποιηθούν μόνο από ένα drone λόγω των υφιστάμενων περιορισμών του ωφέλιμου φορτίου ή του δυσανάλογα υψηλού κόστους σε ένα σύστημα με πιο υψηλό ωφέλιμο φορτίο.

Στην εργασία των Casbeer et al. (2005)<sup>15</sup> παρουσιάζεται η σκοπιμότητα της εφαρμογής μιας ομάδας μικρών (χαμηλού υψομέτρου - μικρής αντοχής) εναέριων συστημάτων, τα οποία συνεργατικά παρακολουθούν την τροχιά και τη διάδοση των μεγάλων δασικών πυρκαγιών (παρακολούθηση περιμέτρου πυρκαγιάς). Ανάλογη προσπάθεια παρακολούθησης της πυρκαγιάς γίνεται και από τους Merino et al. (2012)<sup>16</sup> με ένα σύστημα αποτελούμενο από τρία ετερογενή drones με ενσωματωμένους υπέρυθρους, οπτικές φωτογραφικές μηχανές και ένα κεντρικό σταθμό και τον τρόπο συνεργασίας αυτών για τον υπολογισμό σε πραγματικό χρόνο της εξέλιξης του σχήματος της πυρκαγιάς, καθώς και άλλων παραμέτρων.

Το Ευρωπαϊκό Έργο COMETS, 2005 που σχεδιάστηκε για την ανίχνευση και παρακολούθηση πυρκαγιών, περιλαμβάνει πολλά χαμηλού κόστους ετερογενή drones που συνεργάζονται και παρακολουθούνται μέσω κέντρου ελέγχου.<sup>17</sup>

Οι εφαρμογές ολοκληρωμένων συστημάτων με drones για την υποστήριξη της διαχείρισης των δασικών πυρκαγιών είναι ίσως από τα πλέον αναπτυγμένα μεταξύ όλων των καταστροφών, και προτείνονται ως μια βέλτιστη και πιο οικονομική πρόταση απέναντι στις δυσλειτουργίες των υφιστάμενων πρακτικών.

Για παράδειγμα, στην Πολιτεία της Καλιφόρνιας πολλές φορές έχουν χρησιμοποιηθεί drones στις προσπάθειες για την παρακολούθηση και την καταπολέμηση των πυρκαγιών. Το 2011, στρατιωτικό drone χρησιμοποιήθηκε για τη χαρτογράφηση δραστηριότητας της πυρκαγιάς των ζημιών.<sup>18</sup> Το 2013, ένα Predator UAS από την 163η Πτέρυγα Μάχης της Καλιφόρνια χρησιμοποιήθηκε για να παρέχει σε πραγματικό χρόνο

<sup>14</sup> Zhou, G., Li, C., Cheng, P.: Unmanned aerial vehicle (UAV) real-time video registration for forest fire monitoring. In: Proc. IEEE Intl. Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS, vol. 3, pp. 25–29 (2005)

<sup>15</sup> Casbeer, D., Kingston, D., Bear, R., McLain, T., Li, S.: Cooperative forest fire surveillance using a team of small unmanned air vehicles. International Journal of System Science pp. 1–18 (2005)

<sup>16</sup> Merino L, Caballero F, Martínez-de-Dios JR, Maza I, Ollero A. 2012. An unmanned aircraft system for automatic forest fire monitoring and measurement. J. Intell. Robot. Syst. 65(1–4): 533–548 CrossRef.

<sup>17</sup> <http://www.comets-uavs.org/>

<sup>18</sup> Garamone J. 2002, April 16, *From U.S. civil war to Afghanistan: A short history of UAVs*, American Press Service, <http://www.defense.gov/news/newsarticle.aspx?id=44164>



εικόνες στους πυροσβέστες προκειμένου να τους βοηθήσει να αντιμετωπίσουν πυρκαγιά στο Εθνικό Πάρκο Γιόσεμιτι (Yosemite).<sup>19</sup>

### Προβληματικές Πτυχές

Η ολοένα και μεγαλύτερη συχνότητα στην αύξηση της χρήσης των drones στον τομέα της διαχείρισης των καταστροφών υπογραμμίζει το σημαντικό τους ρόλο. Ωστόσο η χρήση τους σε τέτοιες επιχειρήσεις εγείρει μια σειρά από νομικά και ηθικά ζητήματα και επιφυλάξεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν.

### Δημόσια ασφάλεια

Οι μεγάλες καθυστερήσεις στην εφαρμογή των συστημάτων των drones περιστρέφονται σε ζητήματα γύρω από τα ζητήματα που αφορούν την Δημόσια **ασφάλεια** και τάξη. Η **ένταξη των drones στο Εθνικό Σύστημα Εναέριου Χώρου**, είναι ένα βασικό πρόβλημα αφού συχνά παρεμβαίνουν στην εναέρια κυκλοφορία δημιουργώντας μια σειρά δυσλειτουργιών. Άλλωστε, η εισαγωγή κάθε νέας τεχνολογίας ή διαδικασίας απαιτεί μια ολοκληρωμένη ανάλυση της ασφάλειας πριν να επιτραπεί η αλλαγή.

Υπάρχει πιθανότητα πρόκλησης **ατυχήματος** από την χρήση των drones (πχ απότομη πτώση, ζημιά στις προπέλες του, σύγκρουση δύο αεροσκαφών ή απλά αστοχία του υλικού).

Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της πυρκαγιά στο San Gabriel, Καλιφόρνιας το 2016, η οποία έκαψε περισσότερα από 5.200 στρ., εκατοντάδες κάτοικοι εκκένωσαν τις οικίες τους και 900 πυροσβέστες επιχειρούσαν στην περιοχή. Στις 26-6-2016 τα επανδρωμένα οχήματα εγκατέλειψαν τις επιχειρήσεις πυρόσβεσης λόγω της επικινδυνότητας που υπήρχε από την ανεξέλεγκτη πτήση ιδιωτικών drones στην περιοχή.<sup>20</sup>

Παράλληλα, η τεχνολογία τους ακόμη συχνά υστερεί στην ανταπόκρισή τους σε **δύσκολες καιρικές συνθήκες**: εξαιτίας του μικρό βάρος του και της χαμηλής προωστικής τους ισχύος, είναι πιο ευαίσθητα στις ριπές του ανέμου, σε δυνατή βροχή ή υψηλές θερμοκρασίες, γεγονός που αυξάνει την επικινδυνότητα για την πρόκληση κάποιου ατυχήματος.

Η πρόκληση ζημίας μπορεί να είναι και ο κύριος σκοπός πχ τρομοκρατικές ενέργειες ή Hacking. Η παρουσία των drones φέρνει στο νου εικόνες μάχης με “drones-δολοφόνους” οπλισμένους με μια ποικιλία από πυραύλους των οποίων μοναδικός σκοπός είναι να σκοτώσουν και να καταστρέψουν. Στην πραγματικότητα, το μεγαλύτερο μέρος της τεχνολογίας που αναπτύχθηκε για μη επανδρωμένα αεροσκάφη είναι σχεδιασμένα για νοημοσύνη, επιτήρηση και αναγνώριση, και αυτή η τεχνολογία μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί και να εφαρμοστεί προς χρήση σε καιρό ειρήνης και ιδίως σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης προς όφελος του πληγέντος πληθυσμού.

<sup>19</sup> AssocPress. (2013, Aug 29). *Predator drone joins Rim Fire fight as Yosemite blaze spreads*. Retrieved from NY Times: <http://www.nydailynews.com/news/national/predator-drone-deployed-rim-fire-fight-article-1.1440190>

<sup>20</sup> www.latimes.com

## Προστασία της ιδιωτικής ζωής

Η τεχνολογία των drones παρέχει πρόσβαση σε περιοχές που δεν ήταν προσβάσιμες από υπηρεσίες επιβολής του νόμου και μη, χωρίς δικαστική άδεια, θέτοντας ζητήματα προστασίας των προσωπικών δεδομένων των θυμάτων και όχι μόνο και συχνά τίθεται το ερώτημα κατά πόσο η χρήση των drones σε επιχειρήσεις διαχείρισης των καταστροφών είναι επιτρεπτή.

Είναι δύσκολη η εύρεση της ισορροπίας μεταξύ: αφενός της απαραίτητης ευελιξίας που απαιτείται για την άμεση και αποτελεσματική απόκριση και αφετέρου της προστασίας της έννομης τάξης, της προστασίας των ατομικών δικαιωμάτων και αποφυγής καταχρηστικών συμπεριφορών.

## Αντιληπτικές Προκλήσεις

Μια δημοσκόπηση των ΗΠΑ σχετικά με τη χρήση των drones από την αστυνομία έδειξε κατά 65% δημόσια αποδοκιμασία.<sup>21</sup> Η έρευνα αυτή είναι ανησυχητική, λαμβάνοντας υπόψη τον πρωταγωνιστικό ρόλο της αστυνομίας κατά τη διάρκεια ενός καταστροφικού συμβάντος, όπως την τήρηση της περιμέτρου στην σκηνή τους συμβάντος, περιπολία και ασφάλεια των περιοχών εκκένωσης προκειμένου να αποφθεχθούν φαινόμενα λεηλασιών, την ευθύνη για την ενημέρωση των διαδρομών εκκένωσης σε περίπτωση εφαρμογής τους μέτρου της Οργανωμένης Απομάκρυνσης Πολιτών κτλ.

## Νομοθετικοί περιορισμοί

Η δημόσια συζήτηση που αφορά την προστασία της ιδιωτικής ζωής και ασφάλειας έχει φέρει σε νομοθετικό περιορισμό τη χρήση των drones.

Η χρησιμοποίηση των drones στις χώρες της Ευρώπης, επί του παρόντος, καθορίζεται από τους κανονισμούς που έχουν θεσπίσει οι εθνικές Υπηρεσίες Πολιτικής Αεροπορίας/ΥΠΑ (και όχι κάποια Ευρωπαϊκή αρχή) οι οποίες και διατηρούν την ευθύνη και την αρμοδιότητα να εκδίδουν άδειες χρησιμοποίησης. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει εκδώσει τις κατευθυντήριες οδηγίες αλλά δεν παρεμβάλλεται στις εθνικές υπηρεσίες.

Μερικές ΥΠΑ των κρατών της Ευρώπης, έχουν εκδώσει τις απαραίτητες οδηγίες και διατάξεις, κάποιες άλλες βρίσκονται στη φάση έκδοσης τέτοιων διατάξεων, ενώ κάποιες άλλες, δεν έχουν ακόμη θέσει το θέμα προς συζήτηση.

Οι κεντρικές κατευθύνσεις της πλειοψηφίας των κρατών της Ευρώπης που έχουν εκδώσει οδηγίες για τα drones, είναι ότι η πτήση ενός drone μικτού βάρους απογειώσεως μικρότερου των 25 κιλών, πρέπει να γίνεται με οπτική επαφή με τον χειριστή του, σε ένα ύψος μικρότερο των 500 ποδών περίπου.

Στο Ελληνικό Εθνικό Δίκαιο η χρήση των drones ρυθμίστηκε με την πρόσφατη δημοσίευση του “Κανονισμού – Γενικού Πλαισίου πτήσεων συστημάτων μη επανδρωμένων αεροσκαφών - ΣΜΗΕ (Unmanned Aircraft Systems –UAS), ΥΑ Δ/ΥΠΑ/21860/1422/30-9-2016, (ΦΕΚ 3152/Β), με ισχύ από 1-1-2017.

<sup>21</sup> Rasmussen. (2013, Oct 28). *65% Oppose Use of Drones for U.S. Police Work*. Retrieved from Rasmussen Reports: [http://www.rasmussenreports.com/public\\_content/politics/general\\_politics/october\\_2013/6\\_5\\_oppose\\_use\\_of\\_drones\\_for\\_u\\_s\\_police\\_work](http://www.rasmussenreports.com/public_content/politics/general_politics/october_2013/6_5_oppose_use_of_drones_for_u_s_police_work)

Στην πράξη η εφαρμογή των ανωτέρω θεσμικών ρυθμίσεων παρουσιάζει σημαντικές δυσκολίες στον τομέα της διαχείρισης των καταστάσεων έκτακτης ανάγκης με την υποστήριξη των drones.

Στις ΗΠΑ αν και έχουν υπάρξει αρκετές σοβαρές περιπτώσεις όπου τα drones έχουν χρησιμοποιηθεί στην ανακούφιση από καταστροφές σε άλλες χώρες, διστάζουν να τα χρησιμοποιήσουν λόγω των κανονιστικών και νομοθετικών περιορισμών στο εσωτερικό της χώρας.<sup>22, 23</sup>

Για παράδειγμα, ένα από τα ζητήματα με την χρήση ενός drone στην αντιμετώπιση των καταστροφών και των προσπαθειών ανάκαμψης είναι η νομική υποχρέωση να παρέχουν μια λεπτομερή περιγραφή της σκοπούμενης πτητικής λειτουργίας, συμπεριλαμβανομένης της ταξινόμησης του εναέριου χώρου που θα χρησιμοποιηθεί. Αυτή η πληροφορία συχνά δεν είναι γνωστή πριν από την επέλευση της καταστροφής. Επιπλέον, ούτε η έκταση των υπηρεσιών απόκρισης (κρατικοί φορείς, εθελοντικές οργανώσεις, πολίτες κτλ) που θα συμμετέχουν είναι γνωστή μέχρι την επέλευση του γεγονότος. Μη γνωρίζοντας αυτές τις πληροφορίες, που απαιτούνται στο πλαίσιο της διαδικασίας εφαρμογής της κείμενης νομοθεσίας καθίσταται μη νόμιμη η λειτουργία ενός drone ως μέρος της αντιμετώπισης των καταστροφών και της προσπάθειας αποκατάστασης, παρά το γεγονός ότι η χρήση αυτής της τεχνολογίας μπορεί εύκολα να παρέχει ζωτικής σημασίας πληροφορίες για τις υπηρεσίες που είναι αρμόδιες για επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης και εκτίμηση των ζημιών, όπως ανωτέρω αναλύθηκε.

### Προτάσεις – Συμπεράσματα

Ζητήματα της προστασίας της ιδιωτικής ζωής των ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων και της ιδιωτικής ιδιοκτησίας από τη χρήση των drones σε επιχειρήσεις έκτακτης ανάγκης, χρήζουν σαφών πολιτικών ως προς τον χειρισμό των δημόσιων δεδομένων και των πληροφοριών που συλλέγονται (ποιος έχει πρόσβαση, σε ποιους διανέμονται, για πόσο αποθηκεύονται, πως εξασφαλίζεται το απόρρητο το πληροφοριών κτλ). Δεν υπάρχει καμία αμφιβολία ότι όχι μόνο οι κρατικοί αλλά εν γένει οι ανθρωπιστικοί φορείς θα συνεχίσουν να χρησιμοποιούν τα drones, όπως η τεχνολογία θα γίνεται ολοένα πιο προσιτή και προσβάσιμη. Παρόλα αυτά για ν' αξιοποιηθούν πλήρως αυτοί οι πόροι, οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής θα πρέπει να αναπτύξουν ένα υποστηρικτικό νομικό και κανονιστικό πλαίσιο, καθώς και σαφείς κατευθυντήριες οδηγίες και κανόνες σύμφωνες με το διεθνές ανθρωπιστικό δίκαιο.

Λόγω των ανησυχιών της ιδιωτικής ζωής και την ανάγκη για την ασφάλεια των δεδομένων αυτών, η **κρυπτογράφηση των δεδομένων** θα πρέπει να εξεταστεί ως μια λύση στον τομέα της διαχείρισης των καταστροφών, προκειμένου ν' αποφθεχθεί η «πειρατεία» από κακόβουλους παράγοντες. Πρέπει να εξασφαλίζεται ότι οι πληροφορίες που συλλέγονται από τα drones θα χρησιμοποιούνται μόνο για το σκοπό για τον οποίο συλλέγονται. Η κρυπτογράφηση των σημάτων ελέγχου και δεδομένων που αναμεταδίδονται από τα drones σε αποστολές είναι ήδη τεχνολογικά εφικτό.

<sup>22</sup> Honig Z. 2011. T-Hawk UAV enters Fukushima danger zone, returns with video. Engadget,

<http://www.engadget.com/2011/04/21/t-hawk-uav-enters-fukushima-danger-zone-returns-with-video>

<sup>23</sup> Wolfgang B. 2013. Drone wars: Battle intensifies over domestic drone use after Boston Marathon bombing.

Washington Times, <http://www.washingtontimes.com/news/2013/apr/24/boston-police-want-drones-for-marathon-security/?page=all>

**Τυποποιημένες ενδείξεις και φωτεινά σήματα** θα μπορούσαν να αναπτυχθούν και να προσαρμοστούν πάνω στις ατράκτους των drones που επιχειρούν σε επιχειρήσεις πολιτικής προστασίας. Για παράδειγμα, λογότυπα, LED ταινίες φωτισμού, λωρίδες ασφαλείας κτλ, προκειμένου να γίνεται διάκριση μεταξύ των εξουσιοδοτημένων και μη εξουσιοδοτημένων drones που λειτουργούν μέσα στην σκηνή της καταστροφής ακόμη και σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού.

Περαιτέρω, έρευνα θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί με τη χρήση **τεχνικών ερωτηματολογίων**. Για παράδειγμα, θα μπορούσαν να σταλούν στους διαχειριστές έκτακτης ανάγκης με ερωτήματα όπως το αν χρησιμοποιούν drones στα πλαίσια των επαγγελματικών τους καθηκόντων, τις επαγγελματικές τους απόψεις γι αυτά, πως θα μπορούσαν να είναι επωφελή και τυχόν προτάσεις για την αξιοποίησή τους στο μέλλον. Χρήσιμη θα ήταν επίσης η συλλογή ορισμένων ποσοτικών στοιχείων που θα περιλαμβάνει μια ανάλυση κόστους – οφέλους σε σύγκριση με τα επανδρωμένα αεροσκάφη.

**Ευρεία διαβούλευση** απαιτείται με τους αρμόδιους φορείς (ΥΠΑ, ενώσεις χειριστών drones, διαχειριστές έκτακτης ανάγκης και Υπηρεσίες Πολιτικής Προστασίας, ερευνητικά και Πανεπιστημιακά ιδρύματα κτλ) σε ότι αφορά τα ζητήματα προστασίας της ιδιωτικής ζωής και περιουσίας από τη χρήση των drones, υπό την εποπτεία της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας, ως αρμόδιου συντονιστικού φορέα, προκειμένου να **διαμορφωθεί εκείνο το κανονιστικό και ρυθμιστικό πλαίσιο που θα ενθαρρύνει την επίτευξη της βέλτιστης επιχειρησιακής χρήσης των drones σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, με βάση τις αρχές της προσωρινότητας της αναγκαιότητας και της αναλογικότητας και με τον ελάχιστο δυνατό κίνδυνο στην σταθερότητα των νομικών κανόνων που στοιχειοθετούν το Κράτος Δικαίου.**