Η ΕΓΚΑΙΡΗ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ ΩΣ ΒΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΜΥΝΤΙΚΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΕΝΑΝΤΙ ΑΠΕΙΛΩΝ STEALTH

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πολλές και σημαντικές αποφάσεις από την Ηγεσία του ΥΠΕΘΑ έχουν εξαγγελθεί τελευταία, όπως η αναβάθμιση των αεροσκαφών Ναυτικής Συνεργασίας P 3, που ξεκίνησε ήδη στην ΕΑΒ Α.Ε., η αναβάθμιση των αεροσκαφών F -16, για τα οποία έχει ήδη αποσταλεί σχετική επιστολή αίτημα (LOR) προς την Αμερικανική Κυβέρνηση καθώς επίσης δηλώσεις για αναβάθμιση των αεροσκαφών Μ 2000, αγορά αεροσκαφών 5ης γενιάς, προκειμένου να αντιμετωπίσουμε την επερχόμενη απειλή των αεροσκαφών F – 35 αλλά και το σύνολο της απειλής, όπως ραγδαία μετεξελίσσεται βελτιούμενη.

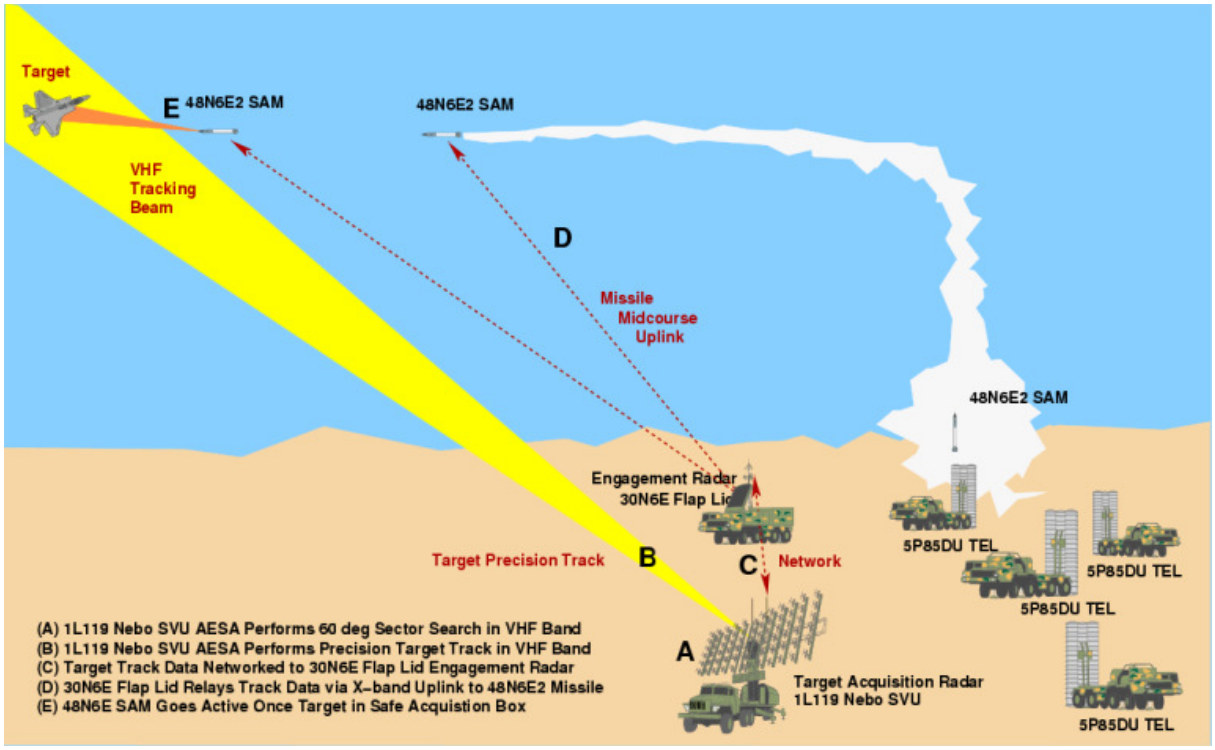
Αρκούν άραγε αυτά από μόνα τους για την επιτυχή αντιμετώπιση της απειλής, χωρίς την βοήθεια ενός Συστήματος Αεροπορικού Ελέγχου (ΣΑΕ) και συστήματος Αεράμυνας, ικανού να αποκαλύψει έγκαιρα την απειλή και να ενεργοποιήσει σύμφωνα με την επικρατούσα αμυντική αντίληψη όλα τα βήματα της « αλύσου κατάρριψης » ενός στόχου εισβολέα (X-Ray) ?

Η ανάλυση που ακολουθεί δείχνει ότι ΔΕΝ αρκούν από μόνα τους . Σε κάθε περίπτωση, για την επιτυχή αντιμετώπιση των νέων απειλών απαιτείται μία νέα, ολιστική προσέγγιση, η οποία θα λαμβάνει υπόψη όλα τα στάδια της αλύσου κατάρριψής τους. Διαφορετικά, κινδυνεύουμε να κάνουμε για άλλη μία φορά σημαντικές επενδύσεις από το υστέρημα και τις θυσίες του Ελληνικού Λαού, οι οποίες όμως δεν θα αποδώσουν, αν δεν υπάρχει η κατάλληλη υποδομή για την έγκαιρη προειδοποίηση, την αποκάλυψη και στοχοποίηση της απειλής.

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΤΑΚΤΙΚΗ

Σύμφωνα με την επικρατούσα επιχειρησιακή τακτική, η “άλυσος κατάρριψης” (εκ του “kill chain”) ενός στόχου – εισβολέα, περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα:

- αποκάλυψη (detection)
- αναγνώριση (identification)
- παρακολούθηση (tracking)
- επιλογή όπλου/τρόπου αντίδρασης (weapon/asset selection)
- εμπλοκή (engagement)
- αποτίμηση (assessment)



Εικόνα 1: Απεικόνιση της αλύσου κατάρριψης ("kill chain") για ένα ρωσικό αντιαεροπορικό σύστημα που βασίζεται σε ραντάρ επιτήρησης VHF, το οποίο αποκαλύπτει και παρακολουθεί τον στόχο. Στη συνέχεια, υποδεικνύει τη θέση του στόχου σε ένα ραντάρ X-Band, το οποίο αναλαμβάνει την καθοδήγηση πυραύλου εναντίον του (http://www.ausairpower.net/APA-2009-01.html).

Τα πρώτα στάδια επιτυγχάνονται συνήθως από ένα ραντάρ επιτήρησης, ενώ στη συνέχεια χρησιμοποιείται ραντάρ ελέγχου πυρός (μαχητικού αεροσκάφους ή αντιαεροπορικού συστήματος) σε υψηλότερη συχνότητα για μεγαλύτερη ακρίβεια, με τη βοήθεια του οποίου εξαπολύεται κάποιο όπλο (πύραυλος αέρος-αέρος ή εδάφους-αέρος, αντίστοιχα). Στην καθημερινότητα της ΠΑ (η οποία βέβαια δεν φτάνει μέχρι το "kill"), τα τρία τελευταία στάδια μεταφράζονται σε απογείωση/καθοδήγηση Α/Φ ετοιμότητας, αναχαίτιση και εκδίωξη του εισβολέα από τον εθνικό εναέριο χώρο και το FIR. Σε κάθε περίπτωση, το πρώτο στάδιο για την όποια αμυντική αντίδραση είναι η αποκάλυψη του στόχου – εισβολέα, δηλαδή η έγκαιρη προειδοποίηση.

ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ (ΣΑΕ)

Το υφιστάμενο Σύστημα Αεροπορικού Ελέγχου (ΣΑΕ) αποτελείται από ένα αρκετά πυκνό δίκτυο σταθερών και κινητών ραντάρ επιτήρησης, που καλύπτει ικανοποιητικά τον χώρο ενδιαφέροντος. Τα ραντάρ του ΣΑΕ λειτουργούν στις μπάντες συχνοτήτων L και S, οι οποίες αποτελούν έναν καλό συμβιβασμό μεταξύ των απαιτήσεων ακρίβειας, εμβέλειας (για συνήθεις στόχους), μεγέθους κεραίας και κόστους. Έτσι, στην παρούσα φάση, κάθε Α/Φ που εισέρχεται στον χώρο ενδιαφέροντος ανιχνεύεται, εντοπίζεται και αναγνωρίζεται.

Εικόνα 2: Το ραντάρ επιτήρησης UHF του (υπό ανάπτυξη) αντιαεροπορικού – αντιβαλλιστικού συστήματος ***MEADS***, το οποίο καλύπτει 360° αποκαλύπτοντας στόχους σε μεγάλες αποστάσεις, τους οποίους αναθέτει στο ραντάρ ελέγχου πυρός που λειτουργεί στην X-Band, για καθοδήγηση πυραύλου εναντίον τους (www.meads-amd.com).

Όμως, η φίλη και σύμμαχος Τουρκία πρόκειται λίαν συντόμως να αποκτήσει Α/Φ stealth, με μικρό ίχνος ραντάρ ή RCS (Radar Cross Section). Πιο συγκεκριμένα, έχει ήδη τοποθετήσει παραγγελίες για 30 F-35A της Lockheed Martin, ενώ έχει εξαγγείλει ότι προτίθεται να προμηθευτεί συνολικά 100 – 120 Α/Φ του τύπου, απολαμβάνοντας ανάλογες βιομηχανικές επιστροφές, οι οποίες αναμένεται να ανέλθουν σε ύψος 12 δισ. USD. Τα εν λόγω Α/Φ εμφανίζουν πολύ μικρότερο RCS από τα συνήθη Α/Φ (0,0015 m^2 σύμφωνα με διαρροές της USAF, έναντι RCS της τάξης των 2,5 m^2 για ένα τυπικό οπλισμένο μαχητικό), με αποτέλεσμα να αποκαλύπτονται σε πολύ μικρότερες αποστάσεις σε σχέση με τα συμβατικά Α/Φ.

Σύμφωνα με εμπεριστατωμένες εκτιμήσεις, ενώ π.χ. ένα F-16 εμφανίζεται σε αποστάσεις άνω των 200 ναυτικών μιλίων σε ένα τυπικό ραντάρ επιτήρησης, το F-35 αποκαλύπτεται σε λιγότερο από το 1/3 της απόστασης αυτής, τουλάχιστον όσον αφορά στα ραντάρ που λειτουργούν στην S-Band. Ακόμα περισσότερο, δεδομένης της “συρρίκνωσης” των περιοχών αποκάλυψης των υφιστάμενων ραντάρ, είναι δυνατή η σχεδίαση διαδρομής ανάμεσά τους, η οποία παρέχει πολύ μικρές

πιθανότητες αποκάλυψης για το εν λόγω Α/Φ, ακόμα και σε μεσαία – μεγάλα ύψη. Με τον τρόπο αυτόν, καθίσταται δυνατή μία απροειδοποίητη, αιφνιδιαστική επίθεση, χωρίς δυνατότητα έγκαιρης αντίδρασης. Κάτι τέτοιο θα επέτρεπε π.χ. τον βομβαρδισμό του διαδρόμου Π/Γ της 111ΠΜ, αχρηστεύοντας έτσι το αεροδρόμιο με τα περισσότερα μαχητικά Α/Φ της ΠΑ, τα οποία θα παραμείνουν καθηλωμένα στο έδαφος. Ή την καταστροφή αντιαεροπορικών συστημάτων Patriot – Hawk – Tor M1, πριν αυτά προλάβουν να ενεργοποιηθούν, καθώς τα ραντάρ τους είναι συνήθως σε αναμονή και τίθενται σε λειτουργία κατόπιν υπόδειξης του ΣΑΕ. Ή την επίτευξη πλήγματος σε πλοία του ΠΝ (όταν πιστοποιηθούν όπλα αέρος – επιφανείας στο F-35), καθώς και το ΠΝ βασίζεται στην ΠΑ για την έγκαιρη προειδοποίηση. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι την ευθύνη για την αεράμυνα της χώρας την φέρει η ΠΑ, η οποία θα βρεθεί εκτεθειμένη έναντι των άλλων Κλάδων των ΕΔ εάν δεν μπορέσει να τους παράσχει αεροπορική εικόνα, προειδοποιώντας τους αναλόγως.

Εικόνα 3: Το ραντάρ έγκαιρης προειδοποίησης ***ELM-2090U UHF ULTRA*** της ισραηλινής IAI-ELTA, το οποίο μπορεί να αποκαλύψει στόχους χαμηλού RCS και βαλλιστικούς πυραύλους σε αποστάσεις άνω των 500 km. Ανάλογα με την απαιτούμενη λειτουργία και επιδόσεις, μπορεί να αποτελείται από 1 ή 6 ή 22 στοιχεία (cluster). Στην εικόνα φαίνεται το σύστημα C6, με 6 στοιχεία (www.iai.co.il).

Ακόμα χειρότερα, η Τουρκία διαθέτει ένα σημαντικό οπλοστάσιο βαλλιστικών πυραύλων (TR-300B Kasirga, J-600T Yildirim, Bora) και πυραύλων πλεύσης ή cruise (Popeye, SLAM-ER και κυρίως SOM – Stand Off Missile). Και οι δύο ανωτέρω κατηγορίες πυραύλων (βαλλιστικοί – cruise) είναι πολύ δύσκολα ανιχνεύσιμες από ένα δίκτυο συμβατικών ραντάρ. Επίσης, η Τουρκία διαθέτει έναν διαρκώς αυξανόμενο στόλο UAV (Anka-S, Heron, Gnat, Karayel, Bayraktar TB2 & B κλπ, συμπεριλαμβανομένων των UCAV Harpy που πλήττουν ραντάρ), τα οποία είναι δύσκολα ανιχνεύσιμα από ραντάρ λόγω μικρού ίχνους και χαμηλού ύψους πτήσης, ενώ παράλληλα αναπτύσσει συστήματα Ηλεκτρονικού Πολέμου (π.χ. Koral), τα οποία δυσχεραίνουν έτι περαιτέρω την επίγνωση της επιχειρησιακής κατάστασης.

Εικόνα 4: Το ραντάρ CETC ***JY-27A Skywatch-V***, το πρώτο κινεζικό ραντάρ VHF AESA, στην έκθεση αεροναυτικού υλικού Zhuhai στην Κίνα, το Νοέμβριο 2014 (http://aviationweek.com/technology/new-radars-irst-strengthen-stealth-detection-claims).

Διαπιστώνεται λοιπόν ότι υπάρχουν ορισμένες αδυναμίες στο υφιστάμενο ΣΑΕ. Αν και είναι επαρκές για τις παραβάσεις – παραβιάσεις συμβατικών μαχητικών Α/Φ, είναι πολύ λιγότερο αποτελεσματικό έναντι άλλων απειλών. Και χωρίς το πρώτο βήμα, δηλαδή την αποκάλυψη – ανίχνευση του εισβολέα, δεν είναι δυνατόν να ξεκινήσει η άλυσος κατάρριψής του.

ΑΝΑΓΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ – ΕΚΣΥΓΡΟΝΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΑΕ

Κατόπιν τούτων, κρίνεται απαραίτητη η αναβάθμιση – εκσυγχρονισμός του υφιστάμενου δικτύου ραντάρ, ώστε να είναι σε θέση να αντιμετωπίσει τις νέες απειλές, σε ένα ρεαλιστικό πλαίσιο, δεδομένης της τρέχουσας δημοσιονομικής συγκυρίας. Κατ' αρχάς, θα πρέπει να σημειωθεί ότι με την υπάρχουσα τεχνολογία δεν είναι δυνατή η αντιμετώπιση όλων των ανωτέρω απειλών από έναν και μόνο τύπο ραντάρ αλλά απαιτείται συνδυασμός διαφορετικών αισθητήρων. Έτσι, ξεκινώντας από την κύρια μελλοντική απειλή, η οποία είναι τα Α/Φ stealth, και λαμβάνοντας υπόψη δημοσιεύματα στον διεθνή τύπο αλλά και ανάλογες εμφανίσεις νέων ραντάρ (ιδίως “ανατολικής” προελεύσεως), διαπιστώνεται ότι η σημαντικότερη “anti-stealth” προσέγγιση είναι η χρήση ραντάρ χαμηλών συχνοτήτων.

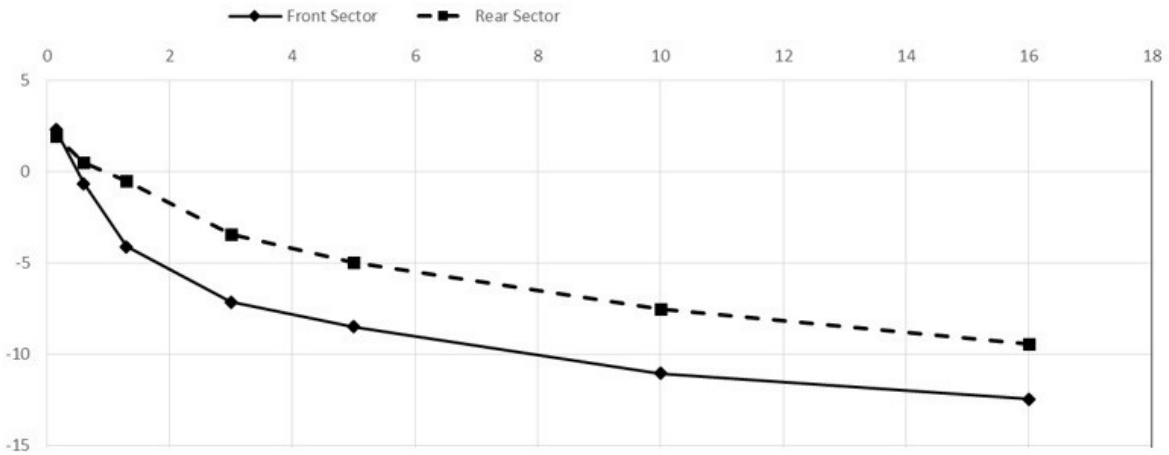
Αυτό συμβαίνει διότι σε χαμηλότερες συχνότητες, το μήκος κύματος της ακτινοβολίας γίνεται συγκρίσιμο με βασικά δομικά στοιχεία του Α/Φ – στόχου, όπως οι πτέρυγες, το/α κάθετο/α σταθερό/ά, τα πηδάλια ύψους-βάθους κλπ. Έτσι, η κύρια τεχνική μείωσης του RCS, που είναι η βελτιστοποίηση του σχήματος με σκοπό την ανάκλαση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας σε άσχετες κατευθύνσεις (διαφορετικές από το εκπέμπον ραντάρ) δεν αποδίδει πλέον, καθότι η ακτινοβολία βρίσκεται σε περιοχή συντονισμού και σκεδάζεται προς όλες τις κατευθύνσεις. Επιπρόσθετα, τα υλικά απορρόφησης ακτινοβολίας (Radar Absorbent Material – RAM) που χρησιμοποιούνται ως επικάλυψη αποδίδουν λιγότερο σε χαμηλότερες συχνότητες.

Εικόνα 5: Το ρωσικό σύστημα ***NEBO-M*** το οποίο περιλαμβάνει 3 διασυνδεδεμένα ραντάρ, στις μπάντες VHF, L και S/X, καθώς και έναν σταθμό σύντηξης δεδομένων. Ο συνδυασμός 3 ραντάρ σε διαφορετικές συχνότητες επιτρέπει αυξημένες δυνατότητες αναγνώρισης στόχου, προφανώς χωρίς IFF (https://www.rt.com/news/233959-russia-deploys-nebo-radars/)

Σε ανάλογα συμπεράσματα οδηγεί πρόσφατη δημοσίευση των Αξιωματικών Μηχανικών της ΠΑ Τουζόπουλου, Μποβιάτση και Ζηκίδη, η οποία αποτελεί μάλιστα συνέχεια διπλωματικής εργασίας της Σχολής Ικάρων, προσεγγίζοντας το θέμα μέσω προσομοίωσης σε Η/Υ. Πιο συγκεκριμένα, προτάθηκε μία διαδικασία δημιουργίας τρισδιάστατου μοντέλου του στόχου, με βάση διαθέσιμες πληροφορίες και εικόνες. Στη συνέχεια, το μοντέλο αυτό εισάγεται στον κώδικα POFACETS, μιας εφαρμογής που τρέχει σε περιβάλλον MATLAB και προβλέπει το RCS του αντικειμένου, με τη μέθοδο της Φυσικής Οπτικής (Physical Optics). Η προσέγγιση αυτή εφαρμόστηκε στα Α/Φ F-16 και F-35, καθώς και στον κινεζικό βαλλιστικό πύραυλο Dong-Feng 15,

με αποτελέσματα τα οποία βρίσκονται πολύ κοντά σε αντίστοιχες τιμές που έχουν δημοσιευθεί σε ανοικτές πηγές. Τα ευρήματα της υπόψη εργασίας επιβεβαιώνουν τα ακόλουθα:

1. Το F-35 έχει όντως πολύ μικρό RCS, της τάξης του 0,01 m^2 στην X-Band (γύρω στα 10 GHz). Με άλλα λόγια, αν και το RCS του δεν είναι τόσο μικρό όσο υπονόησε η USAF, είναι τουλάχιστον 100 φορές μικρότερο από το RCS ενός F-16C.
2. Το RCS του F-35 αυξάνεται με το μήκος κύματος της ακτινοβολίας, δηλαδή καθώς μειώνεται η συχνότητα. Ειδικά στα VHF, δεν μπορεί καν να θεωρηθεί stealth.



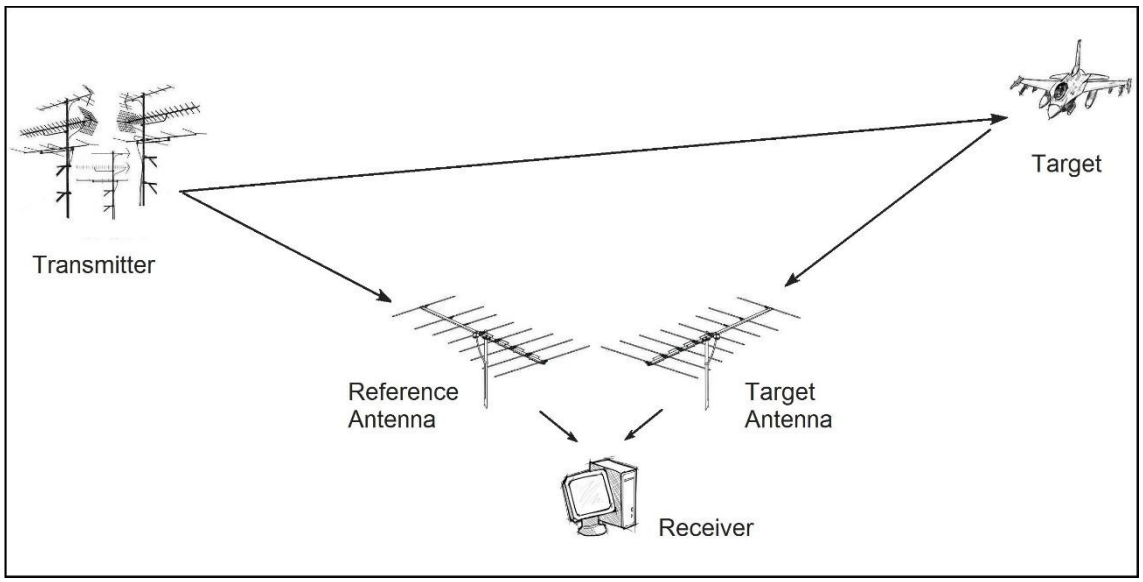
Εικόνα 6: Το μέσο RCS (σε dBsm ή deciBel ως προς 1 m^2) του F-35 στον εμπρόσθιο και τον οπίσθιο τομέα συναρτήσει της συχνότητας (σε GHz), χωρίς χρήση υλικών που απορροφούν την ακτινοβολία (RAM – Radar Absorbent Material). Είναι προφανές ότι στις χαμηλές συχνότητες, π.χ. στα 150 Mhz (VHF), στα 600 MHz (UHF) και στα 1,2 GHz (L-Band), το RCS του F-35 εμφανίζεται αυξημένο σε σχέση με τις υψηλότερες συχνότητες. Παρά τις όποιες ατέλειες του μοντέλου και τους περιορισμούς του αλγορίθμου εκτίμησης του RCS, η τάση είναι σαφής. Αυτό αποτελεί το σημαντικότερο συμπέρασμα της εργασίας των Τουζόπουλου-Μποβιάτση-Ζηκίδη (http://www.scienpress.com/download.asp?ID=184991).

Κατόπιν τούτων, ως πρώτο βήμα για την αναβάθμιση του ΣΑΕ προτείνεται η εγκατάσταση αριθμού σύγχρονων ραντάρ AESA pulse-Doppler που θα εκπέμπουν κατά προτίμηση στην μπάντα VHF (γύρω στα 150 MHz) ή διαφορετικά στα UHF (γύρω στα 600 Mhz), με ανώτερη επιτρεπόμενη συχνότητα λειτουργίας στην μπάντα L (1,2 – 1,4 GHz). Τα ραντάρ αυτά θα πρέπει να διαθέτουν και δυνατότητα **αποκάλυψης βαλλιστικών πυραύλων** με εκτίμηση της θέσης εκτόξευσης και του σημείου κρούσης. Επίσης, θα πρέπει να είναι κινητά, ώστε να μπορούν να μετακινηθούν σε νέες θέσεις (άγνωστες στον αντίπαλο), εάν απαιτηθεί.

Επιπρόσθετο πλεονέκτημα ενός ραντάρ V/UHF είναι ότι δεν ανιχνεύεται ούτε παρεμβάλλεται από τα συνήθη συστήματα αυτοπροστασίας μαχητικών Α/Φ, ενώ δεν μπορεί να στοχοποιηθεί από πυραύλους αντι-ραντάρ όπως ο AGM-88 HARM, ούτε από το UCAV Harpy. Τέλος, δεδομένου ότι δεν υπολείπονται σε επιδόσεις, τα

προτεινόμενα ραντάρ μπορούν να αντικαταστήσουν ισάριθμα υφιστάμενα ραντάρ που λειτουργούν στην S-Band, ώστε να μην επιβαρύνεται η ΠΑ με την λειτουργία επιπρόσθετων συστημάτων.

Ένα δίκτυο ραντάρ χαμηλών συχνοτήτων εκτιμάται ότι καλύπτει την βασική απαίτηση κάλυψης του χώρου ενδιαφέροντος, όσον αφορά απειλές Α/Φ stealth και βαλλιστικών πυραύλων, τουλάχιστον σε μεσαία και μεγάλα ύψη. Για την κάλυψη των χαμηλών υψών, καθώς και έναντι απειλών τύπου cruise, προτείνεται η ανάπτυξη ενός δικτύου παθητικών ραντάρ (Passive Radar ή ακριβέστερα Passive Coherent Location Radar – PCL Radar). Τα παθητικά ραντάρ βασίζονται σε υφιστάμενες εκπομπές (π.χ., FM, TV, DVB-T, GSM, 3G κλπ) και ανιχνεύουν τυχόν σήματα, τα οποία ανακλώνται σε στόχο, αποτελώντας "αντίγραφα" των εκπομπών από τους ανάλογους σταθμούς, μετατοπισμένα τόσο στο πεδίο του χρόνου (λόγω μεγαλύτερης διανυθείσας απόστασης), όσο και στο πεδίο της συχνότητας (λόγω φαινομένου Doppler).



Εικόνα 7: Τα παθητικά ραντάρ (PCL) βασίζονται στην σύγκριση του σήματος που λαμβάνεται από έναν υφιστάμενο σταθμό FM, TV, GSM κλπ, και ανάλογου σήματος μέσω ανάκλασης από τον στόχο. Το δεύτερο σήμα αποτελεί "αντίγραφο" του πρώτου, σε πολύ χαμηλότερη στάθμη, με μία χρονική καθυστέρηση και με μία μετατόπιση στο φάσμα της συχνότητας (https://www.researchgate.net/publication/306372794_Parousiase_-_Exetase_Ylopoieses_Pathetikou_Rantar_PASSIVE_RADAR).

Τα κύρια πλεονεκτήματα που παρέχουν είναι κεκαλυμμένη λειτουργία, με αποτέλεσμα να είναι αδύνατος ο εντοπισμός τους από δέκτες RWR/ESM και η στοχοποίησή τους από όπλα τύπου HARM και Harpy, ενώ εκτιμάται ότι έχουν ικανοποιητικές επιδόσεις έναντι απειλών stealth αλλά και πυραύλων τύπου cruise, καθώς οι συχνότητες των εκπομπών που αναφέρθηκαν είναι αρκετά χαμηλές. Βεβαίως, δεν μπορούν να καλύψουν από μόνα τους τον εναέριο χώρο, καθόσον δεν μπορούν να αποκαλύψουν στόχους σε μεγάλα ύψη, αφού εκεί δεν υπάρχει επαρκής ακτινοβολία. Τέλος, θα πρέπει να επισημανθεί ότι το κόστος προμήθειας και ιδίως το κόστος υποστήριξης εκτιμώνται ότι είναι χαμηλότερα σε σχέση με ένα ενεργητικό

ραντάρ, καθώς δεν περιλαμβάνουν εξειδικευμένες και ακριβές διατάξεις εκπομπής και λήψης υψίσυχνης ακτινοβολίας.

Διαπιστώνεται ότι πολλές χώρες αναπτύσσουν συστήματα παθητικού ραντάρ, πολύ συχνά εν κρυπτώ. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το σύστημα ***Silent Sentry 2*** της Lockheed Martin, το οποίο αν και παρουσιάστηκε επισήμως το 1999, πλέον δεν εμφανίζεται καθόλου. Ανάλογη τύχη είχε και το σύστημα ***CELLDAR*** που παρουσιάσθηκε στο Hv. Βασίλειο. Στην παρούσα φάση, το μόνο σύστημα παθητικού ραντάρ που διατίθεται στην "δυτική" αγορά είναι το ***Homeland Alerter 100*** της γαλλικής Thales, ενώ πιο πρόσφατα παρουσίασαν ανάλογα συστήματα η Γερμανία (εταιρεία EADS) και η Ιταλία (***AULOS*** της Selex Sistemi Integratti). Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί και μία ελληνική προσπάθεια, το ***Hellenic Multitarget Passive System – HEMPAS***, παλαιότερα γνωστό και ως ***CCIAS***, το οποίο αποτέλεσε πρόταση της "Ομάδας Θεσσαλονίκης". Το σύστημα αυτό συνδυάζει στοιχεία παθητικού ραντάρ, ενεργητικού πολυστατικού ραντάρ (όπου οι κεραίες εκπομπής και λήψης βρίσκονται σε διαφορετικές θέσεις) και συστήματος ηλεκτρονικών μέτρων υποστήριξης (ESM – Electronic Support Measures), τα οποία μπορούν να ανιχνεύσουν έναν στόχο χρησιμοποιώντας τις εκπομπές του ιδίου του στόχου.

Εικόνα 8: Το παθητικό ραντάρ ***Homeland Alerter 100*** της Thales
(https://www.thalesgroup.com/en/worldwide/homeland-alerter-100)

Η διάδοση της *ραδιοτεχνολογίας ελεγχόμενης από λογισμικό* (Software Defined Radio – SDR) έχει επιτρέψει την ανάπτυξη συστημάτων παθητικού ραντάρ με χαμηλό κόστος, ακόμα και από μη κυβερνητικούς φορείς, όπως πανεπιστήμια και μικρότερες εταιρείες. Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, εκτιμάται ότι η ανάπτυξη ενός τέτοιου συστήματος είναι εντός των δυνατοτήτων της εγχώριας βιομηχανίας, σε συνεργασία με φορείς της ΠΑ και ενδεχομένως με ακαδημαϊκούς φορείς. Η εγχώρια ανάπτυξη θα επιτρέψει τη δημιουργία συστήματος που θα καλύπτει ακριβώς τις απαιτήσεις της ΠΑ και των ΕΔ εν γένει, ενώ εκτιμάται ότι το χαμηλό κόστος του συστήματος θα επιτρέψει την κάλυψη του ευρύτερου χώρου ενδιαφέροντος.

Ο συνδυασμός δικτύου ενεργητικών ραντάρ χαμηλών συχνοτήτων και παθητικών – πολυστατικών ραντάρ εκτιμάται ότι καλύπτει ικανοποιητικά τον χώρο ενδιαφέροντος, αποστερώντας στον αντίπαλο την ικανότητα απροειδοποίητου πλήγματος, παρέχοντας αεροπορική εικόνα σε όλους τους Κλάδους. Επιπρόσθετα, επιτρέπει στα αντιαεροπορικά συστήματα να εμπλέξουν στόχους ακόμα και χωρίς να τους έχει εντοπίσει το ραντάρ τους. Παράλληλα, **το κόστος προμήθειας – ανάπτυξης υπολογίζεται ότι είναι σαφώς μικρότερο από το κόστος προμήθειας ενός και μόνο Α/Φ F-35**, ενώ επίσης το κόστος υποστήριξης είναι πολύ μικρό, εν συγκρίσει με το κόστος της επιχειρησιακής εκμετάλλευσης ενός στόλου Α/Φ.

ΑΝΑΓΚΗ ΕΞΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΩΝ ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ

Όμως, η φιλοσοφία σχεδίασης του F-35 έχει ως σκοπό την διάσπαση της αλύσου κατάρριψής του ("breaking of the kill chain"). Δηλαδή, ακόμα κι αν αποκαλυφθεί από ραντάρ επιτήρησης, δεν ανιχνεύεται σε ικανή απόσταση από ραντάρ ελέγχου πυρός. Ή ακόμα κι αν το δει το ραντάρ ελέγχου πυρός, ίσως δεν θα το βρει το ραντάρ του πυραύλου. Επομένως, απαιτούνται και άλλα μέτρα πέραν της αναβάθμισης του ΣΑΕ, όπως η χρήση τακτικών δικτύων δεδομένων (Tactical Data Link) για μεταφορά εικόνας από το ΣΑΕ στα Α/Φ αναχαίτισης (τόσο στα F-16, όσο και στα M2000), τα οποία θα έχουν εξαιρετικά μειωμένη αποκάλυψη έναντι του F-35 (λίγο περισσότερο από 10 ναυτικά μίλια), καθώς αυτό παρουσιάζει το ελάχιστο RCS στην περιοχή λειτουργίας των ραντάρ Α/Φ. Ως εκ τούτου, θα πρέπει να εξασφαλιστεί η δυνατότητα εξαπόλυσης όπλου αέρος-αέρος σε στόχο (track) που παρέχεται από το ΣΑΕ, **ακόμα κι αν αυτός δεν "επιβεβαιωθεί" από το ραντάρ του Α/Φ**.

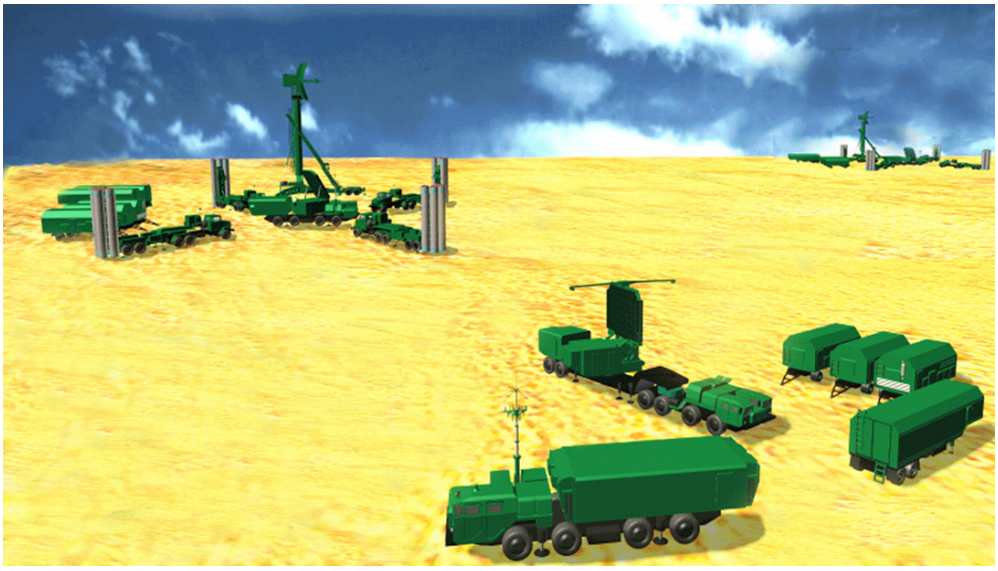
Επίσης, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και ο θερμικό ίχνος του F-35. Αν και έχουν καταβληθεί φιλότιμες προσπάθειες για τη μείωσή του (όπως ψύξη υποσυστημάτων του μέσω του συστήματος καυσίμου), αυτό δεν μπορεί σε καμμία περίπτωση να μηδενιστεί. Λαμβάνοντας υπόψη ότι το Α/Φ δεν είναι βελτιστοποιημένο ως προς την αεροδυναμική αλλά αποτελεί έναν συμβιβασμό μεταξύ αεροδυναμικής, δυνατότητας κάθετης απο/προσγείωσης (για το F-35B) και μείωσης του RCS, αυτό οδηγεί στην απαίτηση για τον ισχυρότερο αεροκινητήρα μαχητικού Α/Φ στον κόσμο (με την υψηλότερη θερμοκρασία θαλάμου καύσεως), ώστε να έχει αξιοπρεπείς επιδόσεις. Επομένως, το θερμικό του ίχνος δεν μπορεί να θεωρηθεί αμελητέο. Επομένως, θα πρέπει να εξεταστεί η ενσωμάτωση συστήματος ***InfraRed Search & Track*** (IRST) στα F-16, σύστημα το οποίο εκτιμάται ότι θα επιτρέψει μεγαλύτερες αποστάσεις αποκάλυψης του F-35, σύμφωνα και με την πρακτική που πλέον ακολουθείται σε όλα τα σύγχρονα Α/Φ.

Εικόνα 9: Το σύστημα Skyward G-IRST (Infra-Red Search & Track) του Α/Φ Gripen NG, ένα από τα πιο εξελιγμένα συστήματα σήμερα, της Finmeccanica – Selex ES (http://www.leonardocompany.com/en/-/skyward-g-irst)

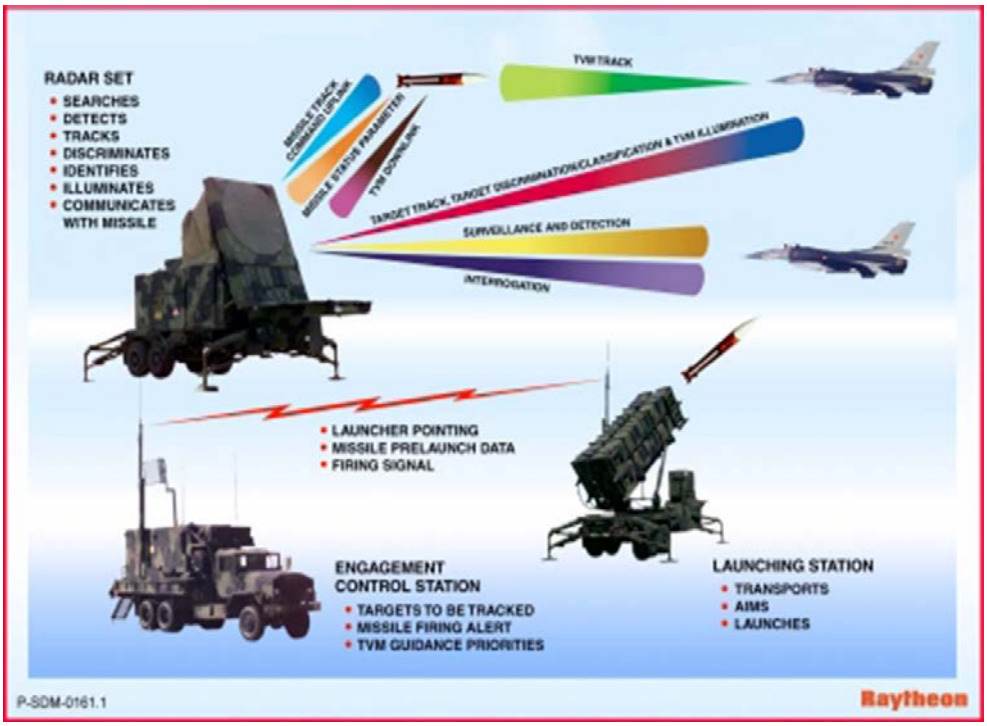
Εικόνα 10: Α/Φ F-16 εκτελεί πτήση δοκιμής με το σύστημα IRST ***Legion Pod*** της Lockheed Martin, ενώ πρόσφατα και η Northrop Grumman πρότεινε το ανάλογο σύστημα ***OpenPod*** (http://www.lockheedmartin.com/us/news/press-releases/2015/june/mfc-063015-lockheed-martin-legion-pod.html)

ΠΥΡΑΥΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΕΡΑΜΥΝΑΣ ΒΛΗΜΑΤΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ ΑΕΡΟΣ (SAM)

Το πυραυλικό σύστημα αεράμυνας της χώρας μας είναι δομημένο ως ένα πολύ - επίπεδο σύστημα που περιλαμβάνει συστήματα βλημάτων εδάφους – αέρος (SAM) όπως S-300 and PATRIOT (Long Range), HAWK (Middle Range), SKYGARD III "VELOS" , CROTALE NG, TOR-M1, OSA / GECKO (SHORAD), και ASRAD, STINGER (VSHORAD).



Εικόνα 11 : ΣΥΣΤΗΜΑ S 300



Εικόνα 12 : ΣΥΣΤΗΜΑ PATRIOT

Μέχρι σήμερα έχουν εγκατασταθεί περισσότερες από 200 μοίρες συστημάτων PATRIOT σε 12 χώρες σε όλο τον κόσμο, συμπεριλαμβανομένων των ΗΠΑ και 5 μελών του ΝΑΤΟ. Μεταξύ των χωρών περιλαμβάνονται η Ολλανδία, η Γερμανία, η Ιαπωνία, το Ισραήλ, η Σαουδική Αραβία, το Κουβέιτ, η Ταϊβάν, η Ελλάδα, η Ισπανία, η Κορέα και τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα (ΗΑΕ).

Η ΠΑ προμηθεύτηκε το σύστημα το 2000 στην έκδοσή του PDB-5 Config3 / PAC-2, με πλήρη ένταξη στην αντιαεροπορική άμυνα σε διάστημα 2 ετών.

Από εγκατάστασης, επιχειρησιακής ανάπτυξης και ένταξης του PATRIOT από την ΠΑ στο ΣΑΕ, το σύστημα έχει υποστεί σημαντικές αναβαθμίσεις, με στόχο τόσο την αποτελεσματική αντιμετώπιση των εξελισσόμενων απειλών όσο και την σημαντική βελτίωση της αξιοπιστίας των υποσυστημάτων του και κατ' επέκταση του μέσου χρόνου μεταξύ βλαβών (MTBF).

Πολλές χώρες χρήστες έχουν ήδη προχωρήσει στην αναβάθμιση των συστημάτων τους στην έκδοση του συστήματος των ΗΑΕ, με εφαρμογή και εγκατάσταση των αντίστοιχων συλλογών αναβάθμισης (Upgrade Kits), ενώ αρκετές έχουν ήδη αποφασίσει να προχωρήσουν και υπέγραψαν ήδη σχετικές συμβάσεις.

Η Πολωνία εκδήλωσε το ενδιαφέρον για συστήματα νέας παραγωγής, με πιθανή την ανάπτυξη νέου συστήματος (Next Generation) PATRIOT, που θα βασίζεται σε νέες τεχνολογίες (State of the Art) και θα ενσωματώνει σύγχρονες επιχειρησιακές απαιτήσεις και αποφάσισε πρόσφατα την απόκτησή του, με στόχο την αξιοποίησή του και πέραν του 2040. Η Γερμανία έχει εκδηλώσει το ενδιαφέρον για εκσυγχρονισμό των συστημάτων της σε αυτήν τη νέα έκδοση. Βασικές καινοτομίες του νέου συστήματος προβλέπεται να είναι η τεχνολογία του RADAR(360° AESA) καθώς και η κάλυψη των αναγκών διαμόρφωσης απομεμακρυσμένης πυροδότησης και εμπλοκής, μόνο με την χρήση AMG και LS νέας σχεδίασης και χωρίς το σταθμό ελέγχου εκτοξευτήρα (ECS ή CRG).

Η πρόσφατη επιλογή του νέου συστήματος (Next Generation) PATRIOT από την Πολωνία (21/4/2015) δίδει τη δυνατότητα στην ΠΑ να θέσει έγκαιρα τόσο τις απαιτήσεις της διαμόρφωσης των συστημάτων για κάλυψη συγκεκριμένων επιχειρησιακών της απαιτήσεων όσο και την έγκαιρη διασφάλιση μέγιστης δυνατής συμμετοχής της εγχώριας αμυντικής βιομηχανίας, ικανοποιώντας έτσι σε πολύ μεγάλο βαθμό τις απαιτήσεις Εν Συνεχεία Υποστήριξης (Security of Supply) των συστημάτων.

Κρίνεται αναγκαίο να ενημερωθεί επίσημα η ΠΑ από την κατασκευάστρια εταιρεία RAYTHEON του συστήματος PATRIOT, επί όλων των ανωτέρω αναβαθμίσεων, προκειμένου να αξιολογηθούν επιχειρησιακά και να ληφθούν σοβαρά υπόψη τόσο στο πλαίσιο αντικατάστασης των HAWK, όσο και στον έγκαιρο προγραμματισμό εξασφάλισης όλων των απαιτήσεων υποστήριξης καθώς και στην αξιολόγηση των δυνατοτήτων των εξελιγμένων συστημάτων και της συμβατότητάς τους με αυτά της ΠΑ.

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ SAM

Ο σημερινός όμως τρόπος, που τα πυραυλικά συστήματα αεράμυνας των ΕΔ

αξιοποιούνται επιχειρησιακά και η αδυναμία πλήρους δικτυοκεντρικής διαχείρισής τους, δεν επιτρέπει τη μεγιστοποίηση της επιχειρησιακής τους αποτελεσματικότητας σε πραγματικό χρόνο.

Σήμερα το σύστημα αεράμυνας της χώρας δεν διαθέτει σύστημα SAMOC (Surface to Air Missile Operational Center), ως σύστημα συνολικής (ολιστικής) διαχείρισης πυραυλικών συστημάτων αεράμυνας σε πραγματικό χρόνο ικανό να διαχειρίζεται, να διοικεί, να αξιοποιεί και να ελέγχει σε πραγματικό χρόνο και με μέγιστη αποτελεσματικότητα όλα τα πυραυλικά συστήματα που διαθέτουν οι ΕΔ, έτσι ώστε :

- Να δίνει λύσεις και να προτείνει σενάρια, βάσει κριτηρίων, που εκ των προτέρων να τίθενται από τον χρήστη, ανάλογα με τις επιχειρησιακές του ανάγκες.

- Να αξιοποιεί πλήρως την υφιστάμενη υποδομή και τα υπάρχοντα μέσα, αντιμετωπίζοντας συγκεκριμένες απειλές .

- Να δίνει μέγιστη αποτελεσματικότητα στα εντασσόμενα σε αυτό συστήματα, που διαθέτουν οι ΕΔ.

- Να αξιοποιεί τα παρόντα και μελλοντικά συστήματα και υποδομές με σύγχρονο και μεταφερόμενο Κέντρο Ελέγχου, αντιμετωπίζοντας την απειλή και καταφέρνοντας το μέγιστο πλήγμα.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Συνοψίζοντας, οι προτάσεις για την αντιμετώπιση των νέων απειλών, συμπεριλαμβανομένου (και κυρίως) του Α/Φ F-35, έχουν ως ακολούθως:

- Εγκατάσταση κατάλληλου δικτύου ραντάρ χαμηλών συχνοτήτων, τα οποία θα λειτουργούν στις μπάντες VHF/UHF/L (κατά προτίμηση σε V/UHF), με τη μέγιστη δυνατή εγχώρια συμμετοχή στην προμήθεια και εν συνεχεία υποστήριξη, τα οποία μπορούν να αντικαταστήσουν αντίστοιχα υφιστάμενα ραντάρ της ΠΑ.

- Ανάπτυξη και εγκατάσταση δικτύου παθητικών – πολυστατικών ραντάρ για κάλυψη χαμηλών και μεσαίων υψών, πράγμα το οποίο εκτιμάται ότι βρίσκεται εντός των δυνατοτήτων της εγχώριας βιομηχανίας, σε συνεργασία βέβαια με την ΠΑ και το ΥΠΕΘΑ.

- Διασύνδεση στο ΣΑΕ όλων των αντιαεροπορικών πυραυλικών συστημάτων και εγκατάσταση συστήματος SAMOC - GBADOC (Ground Base Air Defense Operating Center), με σκοπό την αξιοποίηση των Α/Α συστημάτων με αυτόματο και αλληλοκαλυπτόμενο τρόπο, για τη μέγιστη επιχειρησιακή απόδοσή τους.

- Να αξιολογηθούν επιχειρησιακά όλες οι προαναφερόμενες αναβαθμίσεις του συστήματος PATRIOT, προκειμένου να ληφθούν σοβαρά υπόψη τόσο στο πλαίσιο αντικατάστασης των HAWK, όσο και στον έγκαιρο προγραμματισμό εξασφάλισης όλων των απαιτήσεων υποστήριξης καθώς και στην αξιολόγηση των δυνατοτήτων των

εξελιγμένων συστημάτων και της συμβατότητάς τους με αυτά της ΠΑ.

- Διασύνδεση όλων των Α/Φ (συμπεριλαμβανομένων των Μ2000-5) μέσω Tactical Data Link, με σκοπό την παροχή εικόνας και την εμπλοκή στόχων που θα παρέχεται από το ΣΑΕ, ακόμα και χωρίς "επιβεβαίωση" από το ραντάρ του Α/Φ.

- Έμφαση στη θερμική ακτινοβολία: ένταξη στο επικείμενο πακέτο αναβάθμισης των F 16, πλέον των συστημάτων αναβάθμισης CCIP και συστημάτων IRST και χρήση πυραύλων IR, όπου είναι δυνατόν.

- Ανάπτυξη κατάλληλων τεχνικών για αντιμετώπιση του αντιπάλου, με σκοπό την βέλτιστη εκμετάλλευση των πλεονεκτημάτων των φίλιων Α/Φ (μεγαλύτερος αριθμός πυραύλων, σφαιρική εικόνα μέσω του Data Link κλπ) και ελαχιστοποίηση των δυνατοτήτων του αντιπάλου.

Σε κάθε περίπτωση, για την επιτυχή αντιμετώπιση των νέων απειλών απαιτείται μία νέα, ολιστική προσέγγιση, η οποία θα λαμβάνει υπόψη όλα τα στάδια της αλύσου κατάρριψής τους. Διαφορετικά, κινδυνεύουμε να κάνουμε μία σημαντική επένδυση για την αναβάθμιση των Α/Φ F-16 (ενδεχομένως και των Μ2000) με τους κόπους του ελληνικού λαού, η οποία όμως δεν θα αποδώσει, αν δεν υπάρχει η κατάλληλη υποδομή κατ' αρχάς για την αποκάλυψη και στοχοποίηση της απειλής. Χωρίς έγκαιρη προειδοποίηση, τα αναβαθμισμένα F-16 θα παραμείνουν στο έδαφος αναξιοποίητα και εκτεθειμένα, κινδυνεύοντας να επιβεβαιώσουν τη ρήση (παραφράζοντας τον τίτλο μίας παλαιότερης πολεμικής ταινίας) "τα όμορφα αεροπλάνα, όμορφα καίγονται"...

ΠΗΓΕΣ

1. K. Zikidis, A. Skondras and C. Tokas, "Low Observable Principles, Stealth Aircraft and Anti-Stealth Technologies", Journal of Comp. & Modelling, Scienpress Ltd, vol.4, no.1, 2014, 129-165, http://www.scienpress.com/download.asp?ID=1040
2. Mark Ayton Ed., "F-35 Special 2014", Air International, Key Publishing Ltd
3. Bill Sweetman, "New Radars, IRST Strengthen Stealth-Detection Claims", Aviation Week & Space Technology, 16-03-15, http://www.aviationweek.com/technology/new-radars-irst-strengthen-stealth-detection-claims
4. belisarius21.wordpress.com, "Πολεμική Αεροπορία: Επικίνδυνη Αυταρέσκεια", 18-09-16, https://belisarius21.wordpress.com/2016/09/18/%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%B5%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%B1%CE%B5%CF%81%CE%BF%CF%80%CE%BF%CF%81%CE%AF%CE%B1-%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B4%CF%85%CE%BD%CE%B7-%CE%B1%CF%85%CF%84%CE%B1%CF%81/
5. Απτχος ε.α. (Μ) Θεόδωρος Γιαννιτσόπουλος, "Αντιμετώπιση των "αόρατων"

(stealth) απειλών στο Αιγαίο", 17-02-17, http://www.militaire.gr/%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%B9%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%8E%CF%80%CE%B9%CF%83%CE%B7-%CF%84%CF%89%CE%BD-%CE%B1%CF%8C%CF%81%CE%B1%CF%84%CF%89%CE%BD-stealth-%CE%B1%CF%80%CE%B5%CE%B9%CE%BB%CF%8E%CE%BD-%CF%83/

6. e-amyna.com, "Συνοπτικός οδηγός των τουρκικών Μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών", 17-01-17, http://e-amyna.com/%cf%83%cf%85%ce%bd%ce%bf%cf%80%cf%84%ce%b9%ce%ba%cf%8c%cf%82-%ce%bf%ce%b4%ce%b7%ce%b3%cf%8c%cf%82-%cf%84%cf%89%ce%bd-%cf%84%ce%bf%cf%85%cf%81%ce%ba%ce%b9%ce%ba%cf%8e%ce%bd-%ce%bc%ce%b7-%ce%b5%cf%80/

7. e-amyna.com, "Επεκτείνεται το βαλλιστικό πρόγραμμα της Τουρκίας", 22-02-17, http://e-amyna.com/%ce%b5%cf%80%ce%b5%ce%ba%cf%84%ce%b5%ce%af%ce%bd%ce%b5%cf%84%ce%b1%ce%b9-%cf%84%ce%bf-%ce%b2%ce%b1%ce%bb%ce%bb%ce%b9%cf%83%cf%84%ce%b9%ce%ba%cf%8c-%cf%80%cf%81%cf%8c%ce%b3%cf%81%ce%b1%ce%bc%ce%bc/

8. P. Touzopoulos, D. Boviatsis and K. C. Zikidis, "Constructing a 3D model of a complex object from 2D images, for the purpose of estimating its Radar Cross Section (RCS)", Journal of Comp. & Modelling, Scienpress Ltd, vol.7, no.1, 2017, 15-228, http://www.scienpress.com/download.asp?ID=184991

9. Κωνσταντίνος Γρίβας, "Η «λατρεία» του F-35 και η επικίνδυνη πίστη στην τουρκική παντοδυναμία", περιοδικό "Επίκαιρα", 31-03-17, http://www.armynow.net/ybridikos-polemos-latreia-f-35/