



Στο προηγούμενο μέρος του αφιερώματος στα όπλα λέιζερ αναφερθήκαμε στη γέννηση των όπλων και την εξέλιξή τους έως ότου γίνουν επιχειρησιακά, παρουσιάζοντας ταυτόχρονα την πρώτη σειρά της οικογένειας των Ravenway. Στο κείμενο που ακολουθεί παρουσιάζουμε τη δεύτερη και τρίτη σειρά της οικογένειας των Ravenway, τα ευρωπαϊκά όπλα λέιζερ καθώς και τις κυριότερες τακτικές χρησιμοποιήσής τους στο πεδίο της μάχης.

Του Πάνου Σπαγόπουλου



Η επανάσταση



Όπλια *Laser*

Μέρος Β'

των Laser στο πεδίο της μάχης

➤ Αεροσκάφος Rafale εξοπλισμένο με τέσσερις βόμβες GBU-12 Paveway II κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των συγκεκριμένων αεροσκαφών στο Αφγανιστάν



➤ Παλαιότερη φωτογραφία με τέσσερις βόμβες GBU-16 των 1000 λιβρών αναρτημένες σε ισάριθμους κοιλιακούς φορείς αεροσκάφους F-14D κατά τη διάρκεια της επιχείρησης Iraqi Freedom το 2003



Paveway II

Η Paveway II εμφανίστηκε τα τελευταία χρόνια του πολέμου του Βιετνάμ και αφορούσε μια σειρά βελτιώσεων, οι ανάγκες για την εφαρμογή των οποίων είχαν γίνει αντιληπτές από τον πρώτο καιρό επιχειρησιακής χρησιμοποίησης του όπλου. Αυτές συνίσταντο στην αλλαγή της μονάδας ελέγχου υπολογιστή (CCG) με ένα πιο φθινό, ελαφρύτερο και αξιόπιστο σύστημα, αυξημένη ευαισθησία του δέκτη, μείωση του χρόνου έναρξης του συσσωρευτή μετά την άφηση, δυνατότητα αναδίπλωσης των ουραίων πτερυγίων κατεύθυνσης, τα οποία στην Paveway I ήταν σε σταθερή ανεπτυγμένη θέση με αύξηση του περιθωρίου κίνησης των πτερυγίων και τέλος αύξηση του πεδίου θέας του ερευνητή κατά 30% σε σχέση με τον αντίστοιχο ερευνητή της Paveway I. Τα αναδιπλούμενα πτερύγια ήταν πρακτικά απαίτηση του αμερικανικού Ναυτικού καθώς υπήρχε ανάγκη για περιορισμό του χώρου αποθήκευσης των όπλων αυτών στα αεροπλανοφόρα. Οι πρώτες δοκιμές της Paveway II ξεκίνησαν το 1974 και η μαζική παραγωγή ξεκίνησε το 1977. Οι πολεμικές κεφαλές για την Paveway II που παρήχθησαν για τη συγκεκριμένη σειρά ήταν η Mk 84, η BLU-109/B, η Mk-83 και η Mk-82. Περισσότερες από 100.000 συλλογές Paveway II πουλήθηκαν σε τρίτες χώρες κυρίως μέσω προγραμμάτων FMS. Ο κύριος κατασκευαστής των όπλων είναι η Raytheon η οποία κατασκεύαζε τη μονάδα CCG τύπου MAU-169 ()/B. Από το 2000 και μετά η Lockheed Martin άρχισε να κατασκευάζει και αυτή κατόπιν αδείας μονάδες CCG ως MAU-209 ()/B οι οποίες είναι πλήρως εναλλάξιμες με τις αντίστοιχες MAU-169. Η έκδοση που παράγεται τώρα από τη Lockheed Martin είναι η MAU-209B/B η οποία έχει αντικαταστήσει πλήρως την προηγούμενη. Κάτω από καλές καιρικές συνθήκες η Paveway II μπορεί να επιτύχει ακρίβεια της τάξης των 6 μέτρων, αυτή όμως περιορίζεται σημαντικά σε άσχημο καιρό ή αν βέβαια η ακτινοβολία του στόχου σταματήσει, τότε υπάρχει απώλεια καθοδήγησης. Εξαιτίας αυτών ακριβώς των προβλημάτων αναπτύχθη-

κε η έκδοση με υποβοήθηση GPS συνήθως αναφερόμενη ως EGBU (Enhanced GBU). Η Lockheed Martin επίσης ξεκίνησε την παραγωγή όπλων της σειράς Paveway με σύστημα GPS/INS και τα όπλα αυτά αναφέρονται ως DMGBU ή Dual Mode GBU. Οι κυριότερες εκδόσεις της Paveway II είναι οι παρακάτω:

GBU-10/B, GBU-50/B

Η GBU-10 καλύπτει τις πολεμικές κεφαλές των 2000 λιβρών και συναντάται και στην σειρά Paveway I. Οι κεφαλές που χρησιμοποιούνται είναι οι Mk-84, η διατρηκτική BLU-109 και η BLU-117 που χρησιμοποιεί το αμερικανικό Ναυτικό στη θέση της Mk-84. Η GBU-50/B αποτελεί την έκδοση με σύστημα ναυτιλίας GPS/INS και πιο συχνά αναφέρεται ως EGBU-10. Η GBU-10 χρησιμοποιήθηκε εκτενώς στον πρώτο πόλεμο του Κόλπου με 2637 όπλα όλων των διαμορφώσεων και αυτά πέτυχαν το στόχο τους σε ένα ποσοστό της τάξης του 78%. Η συλλογή μετατροπής είναι η KMU-351, ο υπολογιστής καθοδήγησης ο MAU-169 και το συγκρότημα των ουραίων πτερυγίων το MXU-651.

GBU-12/B, GBU-49/B

Η GBU-12 είναι το δεύτερο όπλο της σειράς Paveway I που δέχτηκε τις βελτιώσεις της σειράς II. Χρησιμοποιεί πολεμική κεφαλή των 500 λιβρών και αυτή μπορεί να είναι είτε η βόμβα Mk-82 είτε η πανομοιότυπη BLU-111 στη θέση της πρώτης, καθώς χρησιμοποιείται από το αμερικανικό Ναυτικό. Κατά τη διάρκεια της εκστρατείας Desert Storm χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 4.493 GBU-12 εκ των οποίων –σύμφωνα

➤ Φόρτωση βόμβας GBU-16 Paveway II σε αεροσκάφος AV-8B των Αμερικανών Πεζοναυτών

➤ Σειρά φωτογραφιών που απεικονίζουν την πρόσκρουση βόμβας GBU-24 με διατρηκτική κεφαλή BLU-109 σε στόχο που προσομοιάζει καταφύγιο αεροσκαφών



με τα στοιχεία της αμερικανικής Αεροπορίας- ένα 88% από τις συνολικές αφέσεις ήταν επιτυχές. Τα συγκεκριμένα όπλα χρησιμοποιήθηκαν κυρίως εναντίον σταθερών στόχων και οχυρώσεων.


Η GBU-49 είναι, όπως και στην περίπτωση της GBU-10, η έκδοση που συνδυάζει σύστημα ενδιάμεσης ναυτιλίας GPS/INS με κατάδειξη λέιζερ. Μπορεί, όπως και σε όλα τα όπλα «EGBU» να χρησιμοποιήσει ανεξάρτητα το συνδυασμό GPS/INS ή λέιζερ ή και σε παράλληλη λειτουργία, εάν οι ιδιαίτερες συνθήκες στο σημείο του στόχου επιτρέπουν το φωτισμό του στόχου. Η συλλογή μετατροπής είναι η KMU-388, το σύστημα ελέγχου παραμένει το ίδιο με τις προηγούμενες εκδόσεις MAU-169 ενώ το συγκρότημα των πτερυγίων είναι το MXU-650. Η μέγιστη εμβέλεια προσβολής στόχου από μεγάλο ύψος φτάνει τα 8 ν.μ. (14,8 χλμ.) και το εκτιμώμενο περιθώριο λάθους ανέρχεται στα 9 μέτρα.



GBU-16/B, GBU-48/B

Η οικογένεια της Paveway II συμπληρώνεται από το μεγαλύτερο μέλος της τη βόμβα GBU-16 η οποία ανήκει στην κατηγορία των 1000 λιβρών. Οι πολεμικές κεφαλές είναι η Mk 83 Standard των 1000 λιβρών LDGP (Low-Drag General Purpose). Το αμερικανικό ναυτικό κατά πάγια τακτική χρησιμοποιεί την BLU-110 στη θέση της Mk 83, ενώ η έκδοση που χρησιμοποιεί καθοδήγηση GPS/INS ονομάζεται GBU-48, είναι όμως περισσότερο γνωστή ως EGBU-16. Η GBU-16 χρησιμοποιεί τη συλλογή μετατροπής KMU-455, το σύστημα ελέγχου MAU-169 και τη διάταξη των πτερυγίων ελέγχου (Airfoil Group) MXU-667. Και οι τρεις βόμβες μπορούν να χρησιμοποιηθούν από ένα ύψος έως και 20.000 πόδια επιτυγχάνοντας έτσι την μέγιστη εμβέλεια των 8 ν.μ.

Τέλος η GBU-51 συμπληρώνει πρακτικά την κατηγορία της Paveway II. Η «-51» είναι μια βόμβα που χρησιμοποιεί πολεμική κεφαλή των 500 λιβρών και πιο συγκεκριμένα την BLU-126/B LCDB (Low Collateral Damage Bomb) η οποία ενδείκνυται για καταστάσεις όπου στην περιοχή ρίψης υπάρχουν και φίλιες δυνάμεις. Η πολεμική κεφαλή είναι σχεδόν πανομοιότυπη με την BLU-111 περιέχει όμως λιγότερα βομβίδια και κατά συνέπεια μικρότερη ακτίνα δραστηριότητας.

 Βόμβα GBU-12 κατά τη διάρκεια φόρτωσής της σε αεροσκάφος F/A-18C του USN (κάτω) και κατά τη διάρκεια εξαπόλυσης από αεροσκάφος CF-18A της Καναδικής Αεροπορίας



Paveway III

Στα τέλη της δεκαετίας του 1970 η Paveway II ήταν η κυριότερη βόμβα με καθοδήγηση λέιζερ στο αμερικανικό οπλοστάσιο. Παρόλα αυτά δεν ήταν βελτιστοποιημένες για ρίψεις από σχετικά χαμηλό ύψος για διάφορους λόγους. Για να επιτύχανε όμως μια ικανοποιητική ακτίνα προσβολής όταν η άφηση θα γινόταν από χαμηλό ύψος έπρεπε το αεροσκάφος να πραγματοποιήσει πρώτα ελιγμό ξαφνικής ανόδου (pop-up) έτσι ώστε να δώσει την ώθηση στη βόμβα πραγματοποιώντας μια βαλλιστική τροχιά επιτυχάνοντας έτσι την επιζητούμενη απόσταση προσβολής του στόχου. Μόλις όμως ο αισθητήρας των Paveway II στις οποίες έγιναν οι πρώτες δοκιμές άφησης από χαμηλό ύψος, εντόπιζε την ακτινοβολία που φώτιζε το στόχο, το κύκλωμα

Χάρης στη νέα αυτή μέθοδο διορθωτικών εντολών έγινε δυνατή η διατήρηση σημαντικών αποθεμάτων δυναμικής ενέργειας στο όπλο μετά την άφηση του από χαμηλό ύψος με αποτέλεσμα αυτό να εκπληρώνει συγκεκριμένες τιμές ακτίνας προσβολής εκτελώντας βαλλιστική τροχιά. Επιπρόσθετα ο αισθητήρας λέιζερ απέκτησε μεγαλύτερο πεδίο θέας ενώ ταυτόχρονα αυξήθηκε η επιφάνεια των ουραίων πτερυγίων ελέγχου βοηθώντας έτσι στην αύξηση της αεροδυναμικής απόδοσης. Οι παραπάνω βελτιώσεις επέτρεψαν στη νέα σειρά Paveway να διατηρεί ίκνος πτήσης σε χαμηλό υψόμετρο έως και 18 km από το σημείο άφησης. Εκτός όμως από τη συγκεκριμένη μέθοδο η Paveway III διατηρεί και προφίλ άφησης από μεγάλο ύψος της τάξης των 10.000 μέτρων παρέχοντας ακτίνα προσβολής περί τα 30 km.



ελέγχου CCG έδινε την εντολή για την κατεύθυνση της βόμβας προς το στόχο ελαχιστοποιώντας έτσι τη δυνατότητα εκμετάλλευσης του αποθέματος της κινητικής ενέργειας της βόμβας και έτσι λόγω του μικρού ύψους να μην είναι σε θέση να πλήξει το στόχο. Η ανάγκη που οδήγησε στη δημιουργία της νέας γενιάς των Paveway που δύνανται να εξαπολύονται κατά του στόχου τους από χαμηλό ύψος ήταν αφενός η δυνατότητα χρησιμοποίησης των όπλων όταν επικρατούσε χαμηλή νέφωση, η οποία σε κάθε άλλη περίπτωση είχε αποδειχθεί απαγορευτική για την εμπλοκή όπλων Paveway παλαιότερων εκδόσεων και αφετέρου ο κίνδυνος που αντιπροσώπευαν τα βελτιωμένα συστήματα αεράμυνας, καθώς υπήρχε ανάγκη για χαμηλή διεύθυνση των αεροσκαφών προσβολής και άφηση χωρίς το αεροσκάφος να παραμένει εκτεθειμένο για πολύ ώρα στην αντίπαλη αεράμυνα. Η Texas Instruments ανέλαβε την εξέλιξη ενός νέου αισθητήρα ο οποίος θα μπορούσε να λειτουργεί από χαμηλό ύψος άφησης εγκαινιάζοντας έτσι πρακτικά την επόμενη εξέλιξη της Paveway τη σειρά III. Μια από τις κύριες βελτιώσεις που έγιναν ήταν η αντικατάσταση της προηγούμενης μονάδας CCG με νέα GCU (Guidance Control Unit), προσδίδοντας στο όπλο δυνατότητα ομαλότερων εντολών διόρθωσης πορείας προς το στόχο αντί της παλαιότερης καθοδήγησης τύπου Bang-Bang.

← Βόμβα GBU-12 αναρτημένη σε αεροσκάφος F-16AM της Ολλανδικής Αεροπορίας ενώ κάτω από τον αεραγωγό διακρίνεται το ατρακτίδιο σκόπευσης του συστήματος LANTIRN

GBU-24/B

Η βόμβα ανήκει στην οικογένεια Paveway III LLLGB και διαθέτει ημιενεργό αισθητήρα λέιζερ (Nd-YAG) συχνότητας 1.064 μm. Η ανάπτυξη της GBU -24/B ξεκίνησε το 1983 και σε παραγωγή εισήλθε το 1987, αφού προηγήθηκαν 47 δοκιμαστικές αφέσεις το 1986 από αεροσκάφη F-4 και F-111. Η USAF και το USN απέκτησαν συνολικά 13.114 τέτοιες βόμβες με μέσο κόστος 55 χιλ. \$ ανά μονάδα. Από αυτές οι 284 με πολεμική γόμωση την Mk 84 και άλλες 897 με την BLU-109/B χρησιμοποιήθηκαν με επιτυχία στον πρώτο πόλεμο του Κόλπου. Η αποτελεσματικότητά τους έφθασε το 95%, ενώ γενικά οι βόμβες με κατεύθυνση λέιζερ που χρησιμοποιήθηκαν ευθύνονται για το 52% των καταστροφών που σημειώθηκαν. Σταδιακά επεκτείνεται πλέον η χρήση των έξυπνων όπλων στο σύνολο του οπλοστασίου. Έτσι ενώ το 1991 τα έξυ-



GBU-10 PAVEWAY II:
2.000 λίβρες, εμβέλεια 9 μίλια



GBU-12 PAVEWAY II:
500 λίβρες, εμβέλεια 6+ μίλια



GBU-27 PAVEWAY II:
2.000 λίβρες, εμβέλεια 11 μίλια



GBU-28 PAVEWAY II:
5.000 λίβρες, εμβέλεια 6+ μίλια



GBU-24 PAVEWAY II:
2.000 λίβρες, εμβέλεια 11+ μίλια



➔ **Αεροσκάφος Mirage 2000D της Γαλλικής Αεροπορίας εξοπλισμένο με δύο βόμβες BANG 250**

➔ **GBU-12 αναρτημένες σε αεροσκάφος F/A-18C του USN**

➔ **Συγκριτική παρουσίαση προφίλ των κατευθυνόμενων βομβών της οικογένειας GBU. Οι βόμβες GBU-10 και 12 ανήκουν στην οικογένεια Paveway I ή II αναλόγως του συστήματος κατεύθυνσης που αυτές ενσωματώνουν. Οι GBU 24, 27 και 28 αποτελούν χαρακτηριστικά όπλα της βελτιωμένης οικογένειας III. Η GBU-27 δημιουργήθηκε για τη μεταφορά της από τα αεροσκάφη F-111 κατά την περίοδο του πρώτου πολέμου στον Κόλπο. Η GBU-28 αποτελεί το μεγαλύτερο μέλος από πλευράς βάρους των Paveway με 5.000 λίβρες, ειδικά για την προσβολή καταφυγίων αεροσκαφών και υπόγειων εγκαταστάσεων ενώ η GBU-22 που δεν απεικονίζεται εδώ, αποτελεί το μικρότερο μέλος καθώς ενσωματώνει μια βόμβα Mk-82 των 500 λιβρών.**

πνα όπλα κατελάμβαναν το 9% του συνόλου των πυρομαχικών που αναλώθηκαν (εκ των οποίων το 4,5% ήταν βόμβες LGB), στο Κόσοβο το ποσοστό αυτό επεκτάθηκε στο 35%.

Όπως σημειώθηκε και παραπάνω οι βελτιώσεις της GBU-24 συνίστανται στο νέο βελτιωμένο σύστημα ελέγχου σε συνδυασμό με τον νέο αισθητήρα με ηλεκτρονικά στερεάς κατάστασης και τον ψηφιακό αυτόματο πιλότο. Οι βελτιώσεις αυτές επιτρέπουν τη δυνατότητα άφησης σε κακές καιρικές συνθήκες με χαμηλή ορατότητα τόσο σε μεγάλο ύψος όσο και από μικρό ύψος (Low Level) εκτός του άξονα του αεροσκάφους. Η δυνατότητα αυτή είναι περιορισμένη στην οικογένεια Paveway II. Ειδικά για την άφηση από χαμηλό ύψος το αεροσκάφος εκτελεί ελιγμό απότομης ανόδου 3-4g ώστε ο αισθητήρας της βόμβας να εντοπίσει το σημείο σήμανσης (laser spot). Για την επίτευξη των βελτιωμένων δυνατοτήτων χρησιμοποιείται το σύστημα αναδιπλούμενων πτερυγών μεγάλης άντωσης BSU-84/B που προσφέρει μεγαλύτερο ρυθμό ολίσθησης (glide ratio) 5:1. Με απλά λόγια αυτό σημαίνει ότι για κάθε μέτρο μείωσης του ύψους μετά την άφηση αντιστοιχούν πέντε μέτρα εμπρόσθιας κίνησης. Η πτερυγική επιφάνεια στην GBU-24 φθάνει σε μήκος το 0,94 μ. και τα 2 μ. όταν οι πτέρυγες αναπτύ-

χθούν σε διάστημα δύο δευτέρων μετά την άφηση, ενώ στην οικογένεια Paveway II περιορίζεται σε 0,72 μ. και 1,68 μ. αντίστοιχα. Η αυξημένη πτερυγική επιφάνεια εξυπηρετεί τη δυνατότητα άφησης από μικρά ύψη σε συνδυασμό με την ικανοποιητική εμβέλεια. Η άφηση των όπλων αυτών είναι επίσης δυνατή, ενώ το αεροσκάφος εκτελεί βύθιση έως και 60 μοίρες. Παράλληλα το νέο όπλο δίνει τη δυνατότητα σήμανσης του στόχου μετά την άφηση, ενώ όλα τα μέλη των οικογενειών Paveway I, II στηρίχθηκαν αποκλειστικά στη διαμόρφωση σήμανσης πριν από την άφηση. Η δυνατότητα αυτή επιτυγχάνεται με την τεχνική «καθυστέρησης στη σήμανση» (delayed lasing). Κατά τη διαδικασία αυτή το αεροσκάφος ικνηλατεί τον στόχο μέσω ραντάρ ή FLIR και προχωρεί στην άφηση της βόμβας χωρίς να έχει ξεκινήσει η σήμανση. Κατά τη διάρκεια της πτήσης της βόμβας ξεκινά η σήμανση και η LGB εισέρχεται στον «κώνο» που αντανακλάται από τον στόχο έως την πρόσκρουση. Στην περίπτωση αυτή η διάρκεια της σήμανσης περιορίζεται στα 10 δεύτερα έναντι της απαίτησης για συνεχή σήμανση στα παλαιότερα όπλα. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι η διάρκεια της πτήσης από τα 22.000 πόδια φθάνει το ένα λεπτό. Αυτό αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα έναντι των παλαιότερων βομβών, καθώς δεν δεσμεύει από την αρχή της πτήσης το αεροσκάφος φορέα στην πορεία προς τον στόχο. Παράλληλα η βόμβα GBU-24 επιτρέπει την ρίψη της από ασφαλή απόσταση (stand off) που προσεγγίζει τα 18,5 χλμ. από ύψος άφησης 30.000 ποδών, προστατεύοντας έτσι το αεροσκάφος από τα αντιαεροπορικά πυροβόλα, τα συστήματα SHORADS και MANPADS. Η εμβέλεια της GBU-12 Paveway II μπορεί να φθάσει και τα 30 χλμ. από ύψος άφησης 30.000 ποδών. Στη διαμόρφωση με τη βόμβα Mk 84 η κωδικοποίηση είναι: GBU-24/B (μήκους 4,39 μ. και βάρους 1.050 κιλών) και στην περίπτωση της BLU-109/B είναι GBU-24(V)A/B (μήκους 4,31 μ. και βάρους 10.686 κιλών). Στην περίπτωση της Mk 84 χρησιμοποιούνται οι πυροσωλήνες επαφής/προσέγγισης FMU-113 ή FMU-139A/B.

Παράλληλα υπάρχει και έκδοση GBU-24(V)B/B, η οποία επίσης χρησιμοποιεί τη BLU-109/B, αλλά με τη μονάδα προσαρμογής ADG-770/B αντί της ADG-769/B της έκδοσης A/B. Όλες οι ανωτέρω εκδόσεις μπορούν να φέρουν τις μονάδες καθοδήγησης WGU-12B/B ή WGU-39/B ή 43/B. Επίσης πέραν της Mk 84 και BLU-109/B προσφέρεται και

η βόμβα BLU-116B AUP (Advanced Unitary Penetrator) με κωδικοποίηση GBU-24C/D και GBU-24D/B. Η κωδικοποίηση μεταβάλλεται για τις εξαγωγικές εκδόσεις οι οποίες χρησιμοποιούν αποκλειστικά τη μονάδα καθοδήγησης WGU-43/B σε GBU-24(V)1/B (Mk 84), GBU-24(V)2/B (BLU-109/B- ADG-769/B), GBU-24(V)3/B (BLU-109/B, ADG-700/B), η οποία θα πρέπει να χρησιμοποιείται και για τα όπλα της Π.Α. Η βόμβα GBU-24 στο εμπρόσθιο τμήμα περιλαμβάνει το τμήμα GCU (Guidance Control Unit) που αποτελείται από τον ημιενεργό αισθητήρα λέιζερ που καλύπτεται από προστατευτικό θόλο που κατασκευάζεται από πλαστικό Lexan. Ο αισθητήρας είναι σταθεροποιημένος σε δύο άξονες και κινείται σε διαφορετικές διαμορφώσεις σάρωσης είτε κυκλικά είτε οριζόντια. Παρέχει υψηλότερη ευαισθησία ακόμη και σε σήμανση εξαιρετικά χαμηλής ισχύος και μεγαλύτερο πεδίο οράσεως (FOV Field Of View). Τα ηλεκτρονικά περιλαμβάνουν τον ψηφιακό αυτόματο πιλότο με μνήμη PROM. Επίσης περιλαμβάνεται ο αποκωδικοποιητής laser, το κύκλωμα επεξεργασίας σημάτων και ο αδρανειακός αισθητήρας. Η βόμβα παρέχει τέσσερις διαφορετικές διαμορφώσεις άφρασης (βύθιση, loft κ.ά.). Το κυρίως σώμα καταλαμβάνει η πολεμική κεφαλή και το ουραίο τμήμα το σύστημα πτερυγίων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα ουραία πτερύγια χρησιμοποιούνται μόνο για σταθεροποίηση, ενώ τα πτερύγια που ελέγχουν καταλαμβάνουν το εμπρόσθιο τμήμα μετά τον αισθητήρα.

Το μικρότερο μέλος της οικογένειας είναι η GBU-22/B που συνδυάζεται με τη βόμβα Mk 82 των 500 λιβρών, έχει μήκος 3,5 μ. και βάρος 326 κιλά. Η βόμβα χρησιμοποιεί τις μονάδες καθοδήγησης WGU-12B/B ή WGU-39/B ή 43/B και το σύστημα αναδιπλούμενων πτερυγίων BSU-82/B. Η διαφορά στο βάρος με την GBU-12 είναι αισθητή. Η βόμβα GBU-27/B είναι βάρους 986 κιλών και μήκους 4,24 μ. και σχεδιάστηκε ειδικά για τα αεροσκάφη F-117, διαθέτοντας πτερύγια σταθεροποίησης μικρότερης επιφάνειας. Χρησιμοποιεί ανάλογο αισθητήρα (WGU-25/B ή WGU-39/B) με την GBU-24/B, αλλά το ουραίο σύστημα πτερυγίων BSU-88/B είναι πανομοιότυπο με αυτό της οικογένειας Paveway II. Ως γόμωση φέρει την BLU-109/B και από αυτές

χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 739 στον Πόλεμο του Κόλπου. Μετά την απόσυρση των F-117 είναι άγνωστο εάν η συγκεκριμένη έκδοση θα συνεχίσει να χρησιμοποιείται από άλλα αεροσκάφη ή όχι. Ένα ενδεχόμενο είναι να χρησιμοποιηθεί από τα F-35 ή και τα F/A-22 αλλά το μεγαλύτερο μέλος της οικογένειας είναι η GBU-28 A/B με μήκος 5,84 μ. και βάρος 2.132 κιλά σε συνδυασμό με τη διατρητική βόμβα BLU-113, το σύστημα καθοδήγησης WGU-36 A/B και το ουραίο σύστημα πτερυγίων BSU-92/B. Το περιθώριο λάθους κατά την προσβολή του στόχου εκτιμάται στο 1 μέτρο.

Η έκδοση με σύστημα GPS/INS EGBU-24 ξεκίνησε τις πρώτες δοκιμές το 1999 και έγινε επιχειρησιακή το 2000.

Ευρωπαϊκά όπλα λέιζερ

AS-30L/BGL/BANG

Η ανάπτυξη του γαλλικού AS-30 ξεκίνησε στα τέλη της δεκαετίας του '50 ως ένα βλήμα το οποίο θα αντικαθιστούσε το προηγούμενο AS-20, και η καθοδήγησή του ήταν μέσω ραδιο-εντολών ενώ αργότερα προστέθηκε και δυνατότητα Imaging IR. Το 1974 η τότε Thomson-CSF και η Aerospatiale ξεκίνησαν να αναπτύξουν μια νέα έκδοση για τον AS-30 η οποία θα καθοδηγείτο προς το στόχο μέσω ακτινοβολίας λέιζερ (-L). Σημαντική παράμετρος στην εξέλιξη του βλήματος ήταν και η δημιουργία του ατρακτιδίου κατάδειξης στόχων ATLAS (Automatic Tracking Laser Illumination System), και του αισθητήρα λέιζερ τύπου Ariel TMV 585 που τοποθετήθηκε στο όπλο. Αργότερα στα ατρακτίδια κατάδειξης προστέθηκε το βελτιωμένο ATLAS 2 και το CLDP (Convertible Laser DP) ενώ θεωρείται βέβαιο πως και το νέο ατρακτίδιο της Thales Damocles θα μπορεί να συνεργάζεται με τον AS-30L. Ειδικότερα

 Βόμβα BANG 250 σε αεροσκάφος Super Etendard του Γαλλικού Ναυτικού



για το CLDP το Σεπτέμβριο του 1988 πραγματοποιήθηκε σειρά δοκιμών πιστοποίησης μεταξύ του ατρακτιδίου και του AS-30L. Σε μια από αυτές ένα αεροσκάφος Jaguar εκτόξευσε ένα «-30L» με ταχύτητα 470 kts (870 km/h) και σε ύψος 1,3 km επιτυχάνοντας προσβολή του στόχου από απόσταση 8 km. Ο πυραυλοκινητήρας που προωθεί το AS-30L είναι στερεού προωθητικού, δύο σταδίων και λειτουργεί για 21 sec επιταχύνοντας το βλήμα στο mach 1,5 παρέχοντας μια ακτίνα προσβολής από 3 km την ελάχιστη έως και 11 km τη μέγιστη. Ο AS-30L έχει συνολικό βάρος 520 kg εκ των οποίων τα 240 kg ανήκουν στην πολεμική κεφαλή ενώ το αναμενόμενο μέγιστο περιθώριο λάθους στην ακρίβεια της προσβολής εκτιμάται πως δεν ξεπερνά το ένα μέτρο. Ο έλεγχος του ίχνους πτήσης πραγματοποιείται μέσω υδραυλικά υποβοηθούμενων ανακλαστών καυσαερίων τοποθετημένων στο ακροφύσιο του πυραύλου. Ο AS-30L είναι πιστοποιημένος στα αεροσκάφη Rafale, Mirage 2000 και -5, Super Etendard και F-16 και εκτός της Γαλλικής Αεροπορίας χρησιμοποιείται ακόμη από την Ισραηλινή και την Ινδική. Εκτός του AS-30L όμως η γαλλική βιομηχανία παρουσίασε και τη σειρά BGL. Οι BGL ήταν το αντίστοιχο των αμερικανικών Paveway και ξεκίνησαν να αναπτύσσονται στα τέλη της δεκαετίας του '70 από την τότε Matra και την Thomson-CSF. Οι βόμβες ήταν συμβατές με το ατρακτιδίδια κατάδειξης ATLAS II, αν και δοκιμάστηκαν σε συνδυασμό και με άλλα ατρακτιδία κατάδειξης προερχόμενα από τη βρετανική Ferranti ή την αμερικανική Hughes. Η σειρά των BGL παρουσίασε κατά τη διάρκεια δοκιμών υψηλή αξιοπιστία, ενώ το περιθώριο λάθους στην ακρίβεια προσβολής δεν ξεπέρασε το ένα μέτρο ακόμη και σε συνθήκες άφρασης με μεγάλη γωνία απόκλισης από το στόχο, ή όταν ο χρόνος πτήσης από τη στιγμή της εξαπόλυσης ξεπερνούσε και τα 30 sec. Τυπική εμβέλεια των όπλων θεωρούνται τα 10 km. Ως πολεμική γόμωση χρησιμοποιείται μια σειρά βομβών των 250, 400 και 1000 kg. Οι BGL χρησιμοποιήθηκαν από γαλλικά M-2000 τόσο στη Βοσνία το 1994 όσο και στο Κόσσοβο το 1999, ενώ πάνω από 1800 βόμβες όλων των εκδόσεων έχουν παραγγελθεί συνολικά από διάφορες χώρες.

Σύντομα όμως διαπιστώθηκε πως υπήρχε ανάγκη για ένα πιο ευέλικτο, στη χρησιμοποίησή του σύστημα στο πρότυπο των EGBU που να συνδυάζει διάφορους εναλλακτικούς τρόπους καθοδήγησης. Έτσι ξεκίνησε η ανάπτυξη της νέας βόμβας BANG (Bombe Aeronaval de Nouvelle Generation) από τις εταιρείες MBDA και SNPE. Η βόμβα BANG πρακτικά συνδυάζει μια σειρά επιλογών στην πολεμική κεφαλή και στην καθοδήγηση. Έτσι η βόμβα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μια σειρά στόχων όπως ισχυρά προστατευμένα καταφύγια αεροσκαφών, συνδυάζοντας διατρητική κεφαλή, μέχρι την προσβολή «μαλακών» στόχων με τη χρήση πυρομαχικών διασποράς. Η επιχειρησιακή ευελιξία της βόμβας ενισχύεται και από τη δυνατότητα υιοθέτησης διαφορετικών αισθητήρων αναζήτησης όπως καθοδήγησης λέιζερ, υπέρυθρης απεικόνισης και GPA/INS. Το πρόγραμμα ξεκίνησε το Μάιο 1997 από τη γενική διεύθυνση εξοπλισμών της Γαλλίας DGA, και τα πρώτα όπλα παραδόθηκαν στη Γαλλική Αεροπορία το 2000. Υπάρχουν δύο εκδόσεις της συγκεκριμένης βόμβας η BANG 250 με πολεμική κεφαλή των 70 kg, συνολικό βάρος 221 kg (487 lb) με συνολικό μήκος 1,5 μέτρα. Είναι πλήρως εναλλάξιμη με τη βόμβα Mk 82 και συμβατή με τους πυροσωλήνες προσέγγισης FMU-139, FM-143 και FEU-80. Η BANG 125 φέρει γόμωση των 33 kg, συνολικού βάρους 125 kg (276 lb) και μήκους 1,1 μέτρων, είναι δε πλήρως εναλλάξιμη με την αμερι-

κανική βόμβα Mk 81 και συμβατή με τους ίδιους πυροσωλήνες προσέγγισης όπως και η BANG 250.

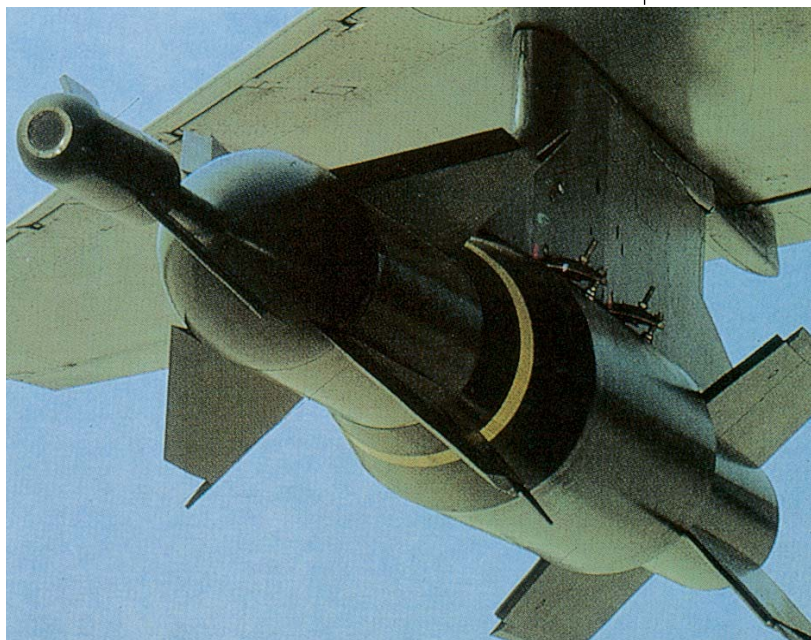
KAB-500/1500L

Η επιτυχία των αμερικανικών Paveway στο Βιετνάμ προκάλεσε γρήγορα το ενδιαφέρον των Σοβιετικών οι οποίοι ξεκίνησαν την ανάπτυξη ενός ανάλογου προγράμματος το 1972. Είναι πολύ πιθανό κάποιο μέρος της τεχνολογίας να ήρθε υπό τη μορφή κάποιων δειγμάτων βομβών που έπεσαν στα χέρια των Βόρειων Βιετναμέζων και στη συνέχεια τα προώθησαν στη Σοβιετική πλευρά. Το ρωσικό όπλο ονομάστηκε KAB και παράχθηκε σε δύο εκδόσεις ανάλογα με το



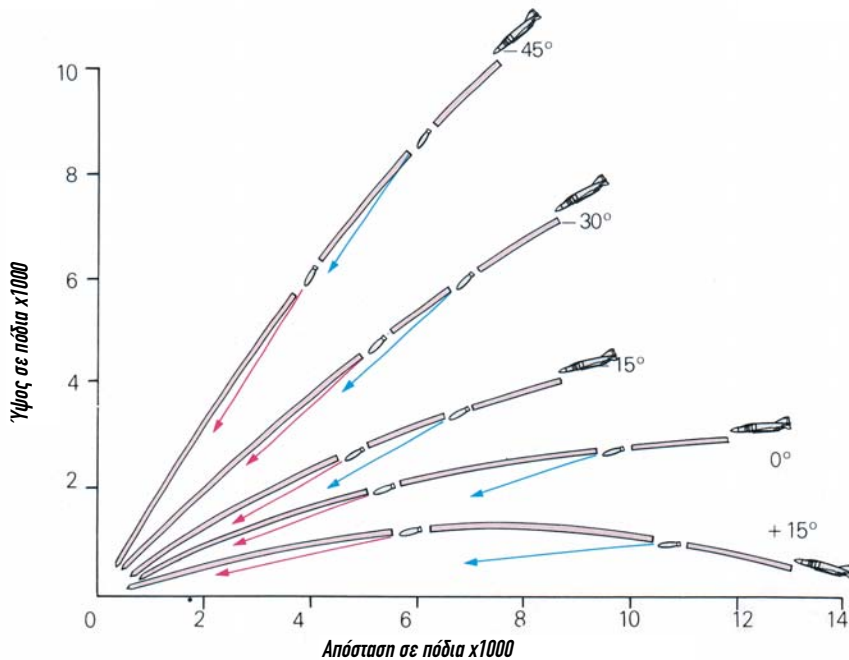
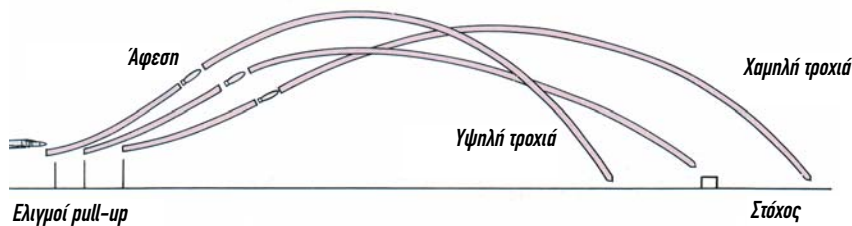
➔ Βλήμα καθοδήγησης λέιζερ AS-30L σε αεροσκάφος Jaguar

➔ Η γαλλική βόμβα πρώτης γενιάς BGL. Οι συγκεκριμένες αντικαθίστανται σταδιακά από τις νέες BANG 250





Προφίλ άφησης όπλων LGB από χαμηλό ύψος (επάνω) και υπό διάφορες γωνίες βύθισης και χαμηλής διεύθυνσης (κάτω)



βάρος της πολεμικής γόμωσης. Η πρώτη έκδοση KAB-500L στηρίζεται στη βόμβα γενικής χρήσης FAB-500 βάρους 525 κιλών με την προσθήκη ενός αισθητήρα λέιζερ και ενός ζεύγους ουραίων πτερυγών κατεύθυνσης, σε αντίθεση με το αμερικανικό Paveway που η κατεύθυνση στηρίζεται στα εμπρόσθια πτερύγια. Η «-500L» έχει μήκος 3,05 μέτρα και από τα 525 kgf του βάρους της τα 450 kgf ανήκουν στην πολεμική γόμωση. Με άφηση από μεγάλο ύψος η βόμβα μπορεί να πλήξει στόχο σε μέγιστη απόσταση 17 km. Η μεγαλύτερη έκδοση είναι η KAB-1500L η οποία έχει βάρος 1500 κιλών και παρουσιάζει την ίδια μέγιστη εμβέλεια στα 17 km. Και τα δύο όπλα παρουσιάζουν μέγιστο σφάλμα πρόσκρουσης τα 7 μέτρα, ενώ χρησιμοποιήθηκαν εκτενώς στον πόλεμο στην Τσετσενία. Κυριότερα αεροσκάφη φορείς είναι τα Sukhoi 30 και Su-24 Fencer.

Τεχνικές σήμανσης στόχων

Η σήμανση των όπλων LGB μπορεί να γίνει είτε από το έδαφος είτε από τον αέρα. Από το έδαφος αυτό μπορεί να γίνει από μονάδες ειδικών δυνάμεων χρησιμοποιώντας επίγειο καταδείκτη. Όταν η κατάδειξη γίνεται από αέρος ο καταδείκτης μπορεί να βρίσκεται στο αεροσκάφος φορέα του όπλου (αυτόνομη κατάδειξη) ή στο αεροσκάφος που το συνοδεύει (buddy laser bombing). Κατά την αυτόνομη κατάδειξη η πλέον συνήθης τακτική είναι η «mini toss» κατά τη διάρκεια της οποίας το αεροσκάφος πετά σε χαμηλό ύψος και αφού αναγνωρίσει μέσω του ραντάρ ή άλλης διάταξης όπως το

FLIR, εκτελεί άφηση πραγματοποιώντας ταυτόχρονα ελιγμό pull-up φόρτισης περίπου τριών g ενώ στη συνέχεια εκτελεί στροφή (belly-up) 120 με 135 μοιρών ξεκινώντας τη σήμανση του στόχου αποκρινόμενο, ενώ το ατρακτίδιο κατάδειξης, μέσω του FLIR εκτιμά την επιτυχία της άφησης.

Η περίπτωση βομβαρδισμού με σήμανση από άλλο αεροσκάφος εκτός αυτού που φέρει το όπλο, είναι η πλέον πολύπλοκη καθώς απαιτεί ιδιαίτερα καλό συντονισμό, παρέχει όμως τη δυνατότητα σε ένα μόνο αεροσκάφος να καταδεικνύει το στόχο σε περισσότερα του ενός αεροσκάφη που φέρουν όπλα LGB. Οι πλέον συνήθεις τακτικές στην περίπτωση αυτή είναι: α) Σήμανση από αεροσκάφος που πετά σε μεγαλύτερο ύψος ενώ το αεροσκάφος φορέας εκτελεί απότομη βύθιση,

β) άφηση από χαμηλό ύψος με εκτέλεση ελιγμού αιφνίδιας ανόδου και στη συνέχεια βύθιση με μικρή γωνία καθόδου ενώ το αεροσκάφος κατάδειξης εκτελεί ελιγμό pop-up πετώντας σε χαμηλό ύψος, γ) έναρξη διαδικασίας από χαμηλό ύψος, στη συνέχεια άνοδος και άφηση για την επίτευξη ασφαλούς απόστασης άφησης (τεχνική loft) ενώ το αεροσκάφος σήμανσης εκτελεί ελιγμό pop-up.

Η διαδικασία καθοδήγησης των LGB θυμίζει σε ένα βαθμό τα βλήματα ημιενεργού καθοδήγησης: ο καταδείκτης «φωτίζει» ένα σημείο του στόχου (laser spot) το οποίο αντανακλά έναν κώνο λέιζερ (ή το αλλιώς επονομαζόμενο καλάθι) διαμέτρου μικρότερης του ενός μέτρου εκτός του οποίου ο αισθητήρας της βόμβας, που συλλέγει την ανακλώμενη ενέργεια, την κατευθύνει έως την πρόσκρουση στον στόχο. Μετά την άφηση ο αισθητήρας λέιζερ μετρά τη γωνία μεταξύ





του διανύσματος της ταχύτητας της βόμβας και τη γραμμή μεταξύ της βόμβας και του στόχου δίνοντας τις απαραίτητες διορθώσεις στα πτερύγια ελέγχου. Σε ότι αφορά τους εναέριους καταδείκτες, αυτοί αρχικά περιλάμβαναν μόνο τη συσκευή κατάδειξης λέιζερ, αργότερα όμως προστέθηκαν στα ατρακτίδια και συσκευές LLLTV (Low Light Level TV) αλλά και FLIR. Επίσης οι πρώτες συσκευές χρησιμοποιούνταν μόνο για την τεχνική buddy bombing αλλά οι μεταγενέστερες συσκευές όπως η AVQ-10A Pave Knife, AVQ-26 Pave Tack ή ASQ-153 Pave Spike μπορούν να υποστηρίξουν και αυτόνομη άφηση. Σήμερα τα σύγχρονα ατρακτίδια κατάδειξης παρέχουν:

- Εντοπισμό, αναγνώριση και σήμανση στόχων
- Ακρίβεια στην άφηση κατευθυνομένων και μη όπλων
- Δυνατότητα χαμηλής πτήσης κατά τη διάρκεια της νύκτας
- Δυνατότητα εντοπισμού του στόχου από άλλη πηγή
- Αναγνώριση εναέριων στόχων σε μεγάλη εμβέλεια

➔ Η ρωσική βόμβα στην έκδοση καθοδήγησης λέιζερ KAB-500L. Έχει μήκος 3,050 μέτρα και η πολεμική γόμωση έχει βάρος 360 kg (φωτογραφία Κ. Παντισίδης).

➔ Η μεγαλύτερη έκδοση της KAB είναι η 1500L με συνολικό βάρος 1500 kg, εκ των οποίων τα 1180 ανήκουν στην γόμωση. Το αεροσκάφος που τη φέρει μπορεί να πραγματοποιήσει άφηση από ύψος 1 km έως 15 km, και με ταχύτητα από 550 έως και 1700 km/h. Η -1500 διατίθεται σε δύο διαφορετικές γομώσεις: την -1500L-F με θραυσματογενή κεφαλή και την -1500L-P με διατρητική κεφαλή (φωτογραφία Κ. Παντισίδης).

