

Εναέρια λήψη εικόνας - Πρώτη τεχνική  
έκθεση : Μελέτη σύστασης/κατασκευής  
πλήρους συστήματος εναέριας λήψης  
εικόνας

Καφετζής Δημήτριος Ανδρέας

11 Σεπτεμβρίου 2012

## Περίληψη

Με την αναφορά αυτή επιχειρείται να αποσαφηνιστεί το ίδιο το σύστημα της εναέριας λήψης εικόνας. Παρουσιάζονται τα επί μέρους τμήματα και προτείνονται λύσεις.

# Περιεχόμενα

<b>Περιεχόμενα</b>	<b>2</b>
<b>Κατάλογος Σχημάτων</b>	<b>4</b>
<b>Κατάλογος Πινάκων</b>	<b>5</b>
<b>1 Εισαγωγή</b>	<b>7</b>
1.1 Σκοπός . . . . .	7
1.2 Γενικές απαιτήσεις . . . . .	7
<b>2 Τεχνική ανάλυση</b>	<b>9</b>
2.1 Εισαγωγή . . . . .	9
2.2 Πτητική μηχανή . . . . .	10
2.2.1 Πλατφόρμα πτήσης και προσγείωσης . . . . .	10
2.2.2 Αυτόματος πιλότος και χειριστήριο εδάφους . . . . .	16
2.2.3 Επίγειος σταθμός ελέγχου πτήσης . . . . .	21
2.3 Σύστημα λήψης εικόνας . . . . .	21
2.4 Προτεινόμενα ολοκληρωμένες λύσεις . . . . .	22

# Κατάλογος σχημάτων

2.1	DJI Spreading Wings S800 [πηγή]	11
2.2	Cinestar 6 [πηγή]	12
2.3	Droidworx AD-6HL [πηγή]	13
2.4	Droidworx SkyJib 6 [πηγή]	13

# Κατάλογος πινάκων

2.1	Μοντέλα εξαπτέρων . . . . .	14
2.2	Μοντέλα αυτόματων πιλότων . . . . .	18



# Κεφάλαιο 1

## Εισαγωγή

### 1.1 Σκοπός

Σκοπός μας είναι η σύνθεση και κατασκευή ενός συστήματος ενεργειακής λήψης φωτογραφιών και βίντεο υψηλής ανάλυσης σε ποικίλες καιρικές συνθήκες.

### 1.2 Γενικές απαιτήσεις

Η κατασκευή και η λειτουργία του συστήματος θα πρέπει να γίνει λαμβάνοντας υπόψη τους παρακάτω παραμέτρους :

- Ασφάλεια - εξοπλισμού και περιβάλλοντος
- Ευχρηστία – πτήσης και λήψης εικόνας
- Λειτουργικότητα – πτήσης και λήψης εικόνας
- Ποιότητα – εξοπλισμού, πτήσης και λαμβανόμενης εικόνας
- Διάρκεια – πτήσης και λαμβανόμενης εικόνας Κόστος

**Ασφάλεια** Το σύστημα θα πρέπει να είναι ασφαλές, αφενός για τον εαυτό του με σκοπό την προστασία του εξοπλισμού και την αποφυγή καταπόνησης του και αφετέρου για τους χρήστες και το ευρύτερο περιβάλλον στο οποίο θα λειτουργεί.

**Ευχρηστία** Το σύστημα όντας εύχρηστο θα μας απαλλάξει από δυσάρεστες καταστάσεις. Απαιτούμενος σκοπός είναι η πτήση και η λήψη εικόνας να γίνονται όσο το δυνατόν ομαλά και ευχάριστα για τους χειριστές. Η εμπλεκόμενες διαδικασίες θα πρέπει να είναι αυτοματοποιημένες σε μεγάλο βαθμό δίνοντας τη δυνατότητα στους χειριστές να επικεντρωθούν στην ποιότητα του τελικού αποτελέσματος.

**Λειτουργικότητα** Θα πρέπει να παρέχονται οι κατάλληλες προϋποθέσεις στους χειριστές του συστήματος για την παραγωγή υψηλής ποιότητας εικόνας και μεγάλου αισθητικού ενδιαφέροντος.

**Ποιότητα** Ο παράγοντας αυτός αφορά τόσο τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού, όσο και την ποιότητα της πτήσης και της καταγραφόμενης εικόνας. Ο εξοπλισμός οφείλεται να αντέξει στο χρόνο με εμφάνιση ελαχίστων προβληματικών εξαρτημάτων ή υποσυστημάτων και με διακριτική συντήρηση τους. Επιπλέον, η πτήση αναμένεται να είναι τόσο ομαλή και ανεπηρέαστη από τις διάφορες καιρικές συνθήκες (αέρας, βροχή, χιόνι) ώστε να αποτελεί αιτία για λήψη χαμηλής ποιότητας φωτογραφιών και βίντεο. Αναφορικά με την ίδια την ποιότητα της λαμβανόμενης εικόνας επιθυμείτε να είναι η μέγιστη δυνατή αν όχι υψηλής ανάλυσης (high definition).

**Διάρκεια** Το σύστημα θα πρέπει να επιτρέπει την αδιάλειπτη καταγραφή εικόνας για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ως ενδεικτικός χρόνος συνεχόμενης πτήσης αναφέρονται τα σαράντα (40) λεπτά, ενώ για το χρόνο καταγραφής οι δύο (2) με δυόμισι (2 και 1/2) ώρες.

**Κόστος** Το κόστος απαιτείται να κυμανθεί στο χαμηλότερο δυνατό επίπεδο. Η σύσταση του συστήματος οφείλεται να γίνει λαμβάνοντας υπόψιν τον υπάρχων εξοπλισμό.



# Κεφάλαιο 2

## Τεχνική ανάλυση

### 2.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιάσουμε τα μέρη από τα οποία θα αποτελείται το σύστημα. Θα καταγραφούν τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει το κάθε τμήμα του ώστε να πληρούνται οι απαιτήσεις που τέθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Ας ξεκαθαρίσουμε από τι μέρη θα αποτελείται το εν λόγω σύστημα.

- πλατφόρμα πτήσης
- πλατφόρμα προσγείωσης
- αυτόματος πιλότος
- χειροκίνητη πτήση
- επίγειος σταθμός ελέγχου πτήσης
- πλατφόρμα της μηχανής
- αυτόματος πιλότος για πλατφόρμα της μηχανής
- μηχανή
- επίγειος σταθμός ελέγχου της μηχανής
- εναέριος σταθμός μετάδοσης εικόνας
- επίγειος σταθμός λήψης σύγχρονης εικόνας
- επίγειος σταθμός καταγραφής της εικόνας

## 2.2 Πτητική μηχανή

### 2.2.1 Πλατφόρμα πτήσης και προσγείωσης

**πλατφόρμα πτήσης** Αναφέρεται στην πτητική συσκευή. Για λόγους ευστάθειας, ασφάλειας, ευχρηστίας, συντήρησης οδηγούμαστε στην επιλογή ενός ηλεκτρικού μέσου και συγκεκριμένα ενός πολυπτέρου. Το πλήθος των κινητήρων δεν έχει αποσαφηνιστεί. Επιλογές αποτελούν τα εξάπτερα και τα οχτάπτερα.

Η πλατφόρμα αυτή μαζί με τη βάση για τη μηχανή αποτελούν τα κυριότερα υποσυστήματα αφού θα καθορίσουν και την επιλογή των υπολοίπων. Στα βασικά χαρακτηριστικά της πτητικής πλατφόρμας πρέπει να περιλαμβάνονται η εύκολη και γρήγορη συναρμολόγηση της, η ανύψωση όσο το δυνατόν μεγαλύτερου φορτίου, η προστασία του περιβάλλοντος της από τους περιστρεφόμενους έλικες. Επιπλέον, η μεγαλύτερη δυνατή παρουσία στον αέρα και αντιμετώπιση διαφορετικών καιρικών συνθηκών αποτελούν σημαντικοί παράγοντες.

**πλατφόρμα προσγείωσης** Αναφέρεται στα "πόδια" του συστήματος. Συνήθως αποτελούν ενιαίο τμήμα με την πλατφόρμα πτήσης.

Οι εταιρίες που δραστηριοποιούνται στο χώρο των πολυπτέρων διαθέτουν όλες τους μοντέλα που ικανοποιούν επί το πλείστον τις απαιτήσεις μας. Έχουν ικανοποιητική δύναμη για να ανυψώσουν το βάρος όλου του συστήματος, συναρμολογούνται μέσα σε 5 με 10 λεπτά και μπορούν να συντηρηθούν εύκολα και γρήγορα. Επιπλέον, τα προτεινόμενα συστήματα υποστηρίζονται συνεχώς από τις κατασκευάστριες εταιρίες με αποτέλεσμα να διορθώνονται τυχόν δυσλειτουργίες, να παρουσιάζονται αναβαθμίσεις παρουσιάζονται και να μην υπάρχει έλλειψη ανταλλακτικών.

Από τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά κανένα από τα προτεινόμενα μοντέλα δεν διαθέτει σύστημα προστασίας από τους περιστρεφόμενους έλικες. Γενικά η αγορά υπολείπεται στον τομέα αυτό. Έχουν υπάρξει κάποιες προσπάθειες αλλά δεν αποτελούν αξιόπιστη λύση. Η μόνη εν αναμονή λύση προέρχεται από την εταιρία Safeflight Copters<sup>1</sup>. Δυστυχώς όμως δεν έχει φτάσει ακόμα στο στάδιο της διάθεσης.

<sup>1</sup>ιστοσελίδα : <http://safeflightcopters.com/>

Τέλος, μόνο η εταιρία Droidworx προσφέρει σύστημα προστασίας του εξοπλισμού. Συγκεκριμένα στο πάνω μέρος της πλατφόρμας τοποθετούνται προστατευτικές μπάρες ή προστατευτικό κάλυμμα, το οποίο κάλυμμα προφυλάσσει και από βροχή.

Στον πίνακα 2.1 παρουσιάζονται τα προτεινόμενα μοντέλα. Επιλέχθηκαν μόνο εξάπτερα συστήματα με κύριο σκοπό τον περιορισμό του κόστους.

**DJI Spreading Wings S800** Εξάπτερο της εταιρίας DJI που ενσωματώνει και το σύστημα προσγείωσης. Κεντρικό εξάρτημα αποτελεί η κεντρική πλατφόρμα στην οποία ενσωματώνονται τα υπόλοιπα συστήματα. Διαθέτει και ειδικό χώρο για την IMU μονάδα του αυτόματου πιλότου της ίδιας της εταιρίας. Επιπλέον, οι βραχίονες έχουν ενσωματωμένους τα κυκλώματα οδήγησης των κινητήρων και τα απαραίτητα καλώδια. Γενικά, αποτελεί μία στιβαρή κατασκευή, με αρκετά προσεγγμένο σχεδιασμό και οργανωμένη διάταξη των εξαρτημάτων.

Παρατίθενται δείγματα δουλειάς του συγκεκριμένου εξαπτέρου :

- DJI video 1
- DJI S800- quick installation video
- DJI S800 - stationary flight
- DJI Z15 carrying a Sony Nex 5n mounted on a DJI S800
- dji s800 hexacopter with zenmuse head and sony nex-5n



Σχήμα 2.1: DJI Spreading Wings S800 [πηγή]

**FreeFly Cinestar 6** Εξάπτερο της Freefly Systems με χαρακτηριστικά την εύκολη συναρμολόγηση και την προσοχή που έχει δοθεί στη σταθερότητα του, δηλαδή στη μείωση της δόνησης που δέχεται το σύστημα της φωτογραφικής μηχανής.

Παρατίθενται δείγματα δουλειάς του συγκεκριμένου εξαπτέρου :

- DJI video 1
- Payload test
- Cinestar 6 and Cinestar gimbal
- Cinestar 6
- Cinestar 6 above Nab2012
- FreeFly Radian Stabiliser/Cinestar 6/Photohigher Av130/Panasonic GH2



Σχήμα 2.2: Cinestar 6 [πηγή]

**Droidworx AD-6HL** Εξάπτερο της Droidworx φτιαγμένο από ανθρακονήματα και σχεδιασμένο για ανύψωση αυξημένου φορτίου. Συνδυάζεται με αρκετά συστήματα αυτόματων πιλότων και παρέχει τη δυνατότητα για 360 μοίρες θέαση με το να υποστηρίζει πλατφόρμες φωτογραφικής μηχανής που ενσωματώνουν το σύστημα προσγείωσης. Όσον αφορά τις υποστηριζόμενες μηχανές αυτές είναι οι Samsung HMX-Q10, Panasonic GH2 και Canon 550d.

**Droidworx Skyjib 6** Εξάπτερο της Droidworx όπως και το προηγούμενο, αλλά αποτελεί το μεγαλύτερο πολύπτερο της εταιρίας. Είναι κατασκευασμένο για να σηκώνει μέχρι και 10 κιλά (π.χ. τη μηχανή Red Epic) διατηρώντας τα υπόλοιπα πλεονεκτήματα του προηγούμενου μοντέλου.

Ένα βασικό πλεονέκτημα των δυο παραπάνω μοντέλων αποτελεί το προστατευτικό κάλυμμα το οποίο μπορεί να τοποθετηθεί στο πάνω μέρος της πλατφόρμας πτήσης.

Παρατίθενται δείγματα δουλειάς των συγκεκριμένων εξαπτέρων :

- Droidworx AD-6HLE - Hexaprod Promo Video
- Panasonic GH2 on Droidworx AD-6 Hexakopter
- FPV flight with AD6 and Panny GH2 over Steamboat Lake
- SkyJib 6X flying Red
- Droidworx CS series - flight testing



Σχήμα 2.3: Droidworx AD-6HL [πηγή]



Σχήμα 2.4: Droidworx SkyJib 6 [πηγή]

Πίνακας 2.1: Μοντέλα εξαπτέρων

Μοντέλο	DJI Spreading Wings S800	Cinestar 6	AD-6HL	SkyJib 6
Κατασκευαστής	DJI Innovations	FreeFly Systems	Droidworx	Droidworx
Ιστοσελίδα	dji-innovations	FreeFly Systems	Droidworx	Droidworx
Χαρακτηριστικά				
βάρος απογεί- ωσης (κιλά)	5-7	5,8 (μέγιστο)	4,2	6,6
βάρος φορτίου -πλατφόρμας και gimbal (κιλά)	0-2,5	2,6	1,75	3
μπαταρίες	LiPo (6S, 10000mAh 15000mAh, 15C(Min))			
μέγιστη κατα- νάλωση (watt)	2100W			

ο πίνακας συνεχίζεται στην επόμενη σελίδα

συνέχεια του πίνακα 2.1

κατανάλωση αιώρησης (watt)	720W (με 6 κιλά βάρος)			
μέγιστος χρό- νος αιώρησης (λεπτά)	16 λεπτά (@10000mAh & 6κιλά βάρος)			
τάση τροφοδο- σίας κινητήρων	6S LiPo			
υποστηριζόμενες μηχανές	Nex5-7, Panasonic GH2	a GoPro to a Red Epic	Samsung HMX- Q10, Panasonic GH2, Canon 550d	Up to Red Scarlet class camera
προτεινόμενα gimbal	Zenmuse Z15	cinestar 3-axis	AV-200/360 - AV130/360	AV200

ολοκληρώθηκε ο πίνακας 2.1

### 2.2.2 Αυτόματος πιλότος και χειριστήριο εδάφους

**αυτόματος πιλότος** Για την εξασφάλιση τόσο της ασφάλειας πολύπτερου και περιβάλλοντος, όσο και της ποιότητας του αποτελέσματος κρίνεται απαραίτητος. Διαθέτοντας αυτόν, το πολύπτερο μπορεί να αιωρείται μόνο του χωρίς την παρέμβαση του ανθρώπου από το έδαφος, ελαχιστοποιώντας με αυτόν τον τρόπο τις αναταράξεις που μπορεί να επιφέρει η χειροκίνητη καθοδήγηση. Επίσης, σημαντικό αποτελεί το γεγονός ότι χάνοντας το σήμα δεν καταρρίπτεται αλλά διατηρεί το ύψος ή/και την πορεία του. Επιπλέον, δύναται να προγραμματιστεί ώστε να επιστρέφει αυτόματα ύστερα από κάποια δεύτερα. Τέλος, στο ίδιο μοτίβο, σε περίπτωση που οι μπαταρίες αδειάσουν, επιστρέφει σε προκαθορισμένο σημείο προσγείωσης με ασφάλεια.

Υπάρχουν εταιρίες που προσφέρουν ολοκληρωμένα συστήματα αυτόματου πιλότου με τις προαναφερόμενες δυνατότητες, αλλά παράλληλα υπάρχουν έτοιμα πακέτα για την κατασκευή του δικού μας συστήματος αυτόματης πλοήγησης.

Στον πίνακα 2.2 παρουσιάζονται τα προτεινόμενα μοντέλα.

#### DJI Wookong-M XXXX

Παρατίθενται δείγματα δουλειάς του συγκεκριμένου πιλότου :

- XXXX

#### GAUI 924500 GU-INS XXXX

Παρατίθενται δείγματα δουλειάς του συγκεκριμένου πιλότου :

- XXXX

**DJI Wookong-M** Αποτελεί ένα πλήρες σύστημα αυτοματοποιημένης πτήσης. Διαθέτει τρία mode πτήσης. Το Gps-Atti όντας απόλυτα αυτόματο από την απογείωση μέχρι και την προσγείωση ή το Atti το οποίο αφορά χειροκίνητο χειρισμό με ενεργοποιημένο το σταθεροποιητή πτήσης και τέλος την πλήρως χειροκίνητη πτήση χωρίς καμία βοήθεια.



Παρατίθενται δείγματα δουλειάς του συγκεκριμένου πιλότου :

- xxx

Πίνακας 2.2: Μοντέλα αυτόματων πιλότων

Μοντέλο	GAUI GU-INS	924500	DJI Wookong-M
Κατασκευαστής Ιστοσελίδα	GAUI GAUI		DJI Innovations dji-innovations
Dimensions	Χαρακτηριστικά		
	Main Controller: 51.2mm x 38.0mm x 15.3mm, IMU: 41.4mm x 31.1mm x 27.8mm, GPS- Compass: 50mm (diameter) x 9mm, LED Indicator: 25mm x 25mm x 7mm, PMU: 39.5mm x 27.5mm x 9.7mm		
Weight	Main controller: 27g (w/o cables ), GPS antenna: 23g (with cable)	<= 118g	

ο πίνακας συνεχίζεται στην επόμενη σελίδα

συνέχεια του πίνακα 2.2

Frequency	400Hz output to ESC	400Hz refresh frequencys
Operating temperature	-20 80°C	-5°C to +60°C
Operating modes	Rate (manual) mode, Auto balance mode, GPS positioning mode	Three Modes Autopilot
Rate (manual) mode	Max angular velocity: 300 degree/sec	
Auto balance mode	Max tilt angle: 60 degree	
GPS positioning mode		
Hovering accuracy	Horizontal: ±1m, Vertical: ±0.5m	Vertical: ± 0.5m, Horizontal: ± 2m
Max yaw angular velocity	250 degree/sec	150 deg/s
Max tilt angle	45 degree	35°

ο πίνακας συνεχίζεται στην επόμενη σελίδα

Max horizontal speed	10 m/s□36 km/hr			
Max vertical speed	8 m/s (horizontal posture)	±6m/s		
Fail-safe functions	Automatic Go-Home, Signal lost Go-Home, Low voltage protection	2 level Voltage Protection, Home, Landing	Low Go Auto	
Suitable wind condition	< 10 m/s	< 8m/s (17.9mph/28.8km/h)		
Σύνδεση πομπό		PCM or 2.4GHz with minimum 7 channels and Failsafe function available on all channels		
Επιπλέον λειτουργίες				
Μπαταρίες		2S 6S LiPo MAX	5W	
Κατανάλωση		(0.9A@5V, 0.7A@5.8V,0.5A@7.4V,0.4A@8V)		

ολοκληρώθηκε ο πίνακας 2.2

**χειροκίνητη πτήση** Συνήθως αποτελείται από ένα χειριστήριο και ένα δέκτη τοποθετούμενο στην πλατφόρμα πτήσης. Ο χειριστής θα μπορεί να καθορίζει σε πραγματικό χρόνο την πορεία του πολυπτέρου και να το κατευθύνει κατά την επιθυμία του.

### 2.2.3 Επίγειος σταθμός ελέγχου πτήσης

**επίγειος σταθμός ελέγχου πτήσης** Αποτελεί συσκευή που ενσωματώνει επιπλέον δυνατότητες παρακολούθησης της πτήσης και επέμβασης σε αυτήν. Μπορεί να διαθέτει ειδικό λογισμικό με το οποίο να αποτυπώνεται η πορεία του σε χάρτη (π.χ. google maps) και με το οποίο μπορούν να δοθούν κρίσιμες εντολές όπως άμεση προσεδάφιση, επιστροφή στο σπίτι κ.λ.π.. Επιπλέον μπορεί να διαθέτει λειτουργία OSD -on screen data, δεδομένα στην οθόνη. Δηλαδή, λαμβάνεται βίντεο της πτήσης από την οπτική του πολυπτέρου και επιπλέον απεικονίζονται και διάφορα σημαντικά δεδομένα, όπως υψόμετρο, ταχύτητα ανέμου, ταχύτητα πολυπτέρου κ.λ.π..

## 2.3 Σύστημα λήψης εικόνας

**πλατφόρμα της μηχανής** Στα αγγλικά χρησιμοποιείται ο όρος "gimbal". Αποτελεί το σημείο στήριξης της μηχανής πάνω στην πλατφόρμα πτήσης. Είναι υπεύθυνο για το είδος και μέγεθος της μηχανής, τις επιτρεπτές κινήσεις που μπορεί να εκτελέσει η μηχανή καθώς και για τις δυνατές γωνίες λήψεις. Οι δυνατές κινήσεις είναι η περιστροφή στον κάθετο άξονα -tilt, κίνηση πάνω κάτω- η περιστροφή στον οριζόντιο άξονα -pan, κίνηση δεξιά αριστερά- και η περιστροφή γύρω από τον εαυτό της -roll. Όσο μεγαλύτερο το εύρος των κινήσεων αυτών, τόσο το καλύτερο.

### αυτόματος πιλότος για πλατφόρμα της μηχανής

**μηχανή** Η μηχανή λήψης εικόνας. Για μεγαλύτερη ποιότητα είναι απαραίτητο να τραβάει υψηλής ανάλυσης εικόνα και βίντεο (hd) καθώς και να διαθέτει μεγάλη χωρητικότητα για μεγαλύτερης διάρκειας γύρισμα.

**επίγειος σταθμός ελέγχου της μηχανής** Αποτελείται από ένα πομπό τοποθετούμενο στο έδαφος και ένα δέκτη τοποθετούμενο στην

πλατφόρμα πτήσης σε συνδυασμό με την πλατφόρμα της μηχανής. Ο πομπός συνήθως είναι ένα χειριστήριο που ενσωματώνει τις απαραίτητες λειτουργίες. Ενδεικτικά θα πρέπει να μας επιτρέπει να λαμβάνουμε όποτε επιθυμούμε φωτογραφίες και να καταγράφουμε όποτε επιθυμούμε πάλι βίντεο. Τέλος, θα πρέπει να υποστηρίζει την ενεργοποίηση του φλας.

**εναέριος σταθμός μετάδοσης εικόνας** Αποτελεί τη συσκευή που μεταδίδει την εικόνα που "βλέπει" η μηχανή με σκοπό να τη λήψη της από επίγειες συσκευές. Θα πρέπει η μετάδοση να είναι ομαλή και απρόσκοπτη και εφικτή για μεγάλες αποστάσεις. Θα πρέπει να λαμβάνει υπόψιν τους περιορισμούς μετάδοσης σήματος σε ανοιχτούς χώρους.

**επίγειος σταθμός λήψης σύγχρονης εικόνας** Αποτελεί τη συσκευή με την οποία λαμβάνεται η εικόνα που βλέπει η μηχανή στον αέρα και σύμφωνα με την οποία δρα αναλόγως ο χρήστης της μηχανής. Δηλαδή τραβάει ή όχι φωτογραφίες και βίντεο.

**επίγειος σταθμός καταγραφής της εικόνας** Αποτελεί τη συσκευή η οποία επιτρέπει την καταγραφή εικόνας σε υψηλή ανάλυση (hd). Η μονάδα αποθήκευσης θα πρέπει να εξυπηρετεί τις ανάγκες των γυρισμάτων για μεγάλος πλήθος φωτογραφιών και πολύωρο βίντεο.

## 2.4 Προτεινόμενα ολοκληρωμένες λύσεις