

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA POMORSTVO IN PROMET

TEHNIČNO TEHNOLOŠKE ZNAČILNOSTI BREZPILOTNIH
LETAL Z VZLETNO MASO DO 10 kg

DIPLOMSKA NALOGA

Mentor: dr. Tone Magister, univ.dipl. inž. tehnol. prom.

Študent: Gregor Kos

Lektor: Mojca Horvat

Vpisna številka: 09990097

Študijski program: Visokošolski strokovni študijski program Tehnologije prometa

Smer študija: Zračni modul

Portorož, oktober 2008

PREDGOVOR

Od začetka človeštva je človek želel in moral imeti nadzor nad dogajanjem v njegovi okolici. Z razvojem letalnih naprav, ki so omogočile človeku še nadzor iz zraka, pa se je svet korenito spremenil. Industrijska revolucija ter obe svetovni vojni so pripomogle k hitremu razvoju zrakoplovov, z uporabo tehnologije ki jo imamo na voljo zadnjih 20 let, pa so se razvile tudi brezpilotne letalne naprave ali UAV (unmanned aerial vehicle). Želje raznih držav z močno vojaško industrijo so bile, da naredijo brezpilotno letalo, ki bo zmožno z relativno majhnimi stroški ter brez človeških žrtev posredovati vse informacije, ki so nujno potrebne za samo vojskovanje. Uporabnost na bojišču se je izkazala za neprecenljivo in njihov razvoj gre strmo navzgor. V času globalizacije ter hitrega razvoja človeške družbe, so brezpilotni letalne naprave zelo uporabne tudi za civilne namene in bodo v prihodnosti predstavljale enega ključnih dejavnikov opravljanja dejavnosti v vsakdanjem človeškem življenju.

Za pomoč pri izdelavi diplomske naloge pa se zahvaljujem svojim staršema Mariji Kos in Romanu Kos; svojemu mentorju in profesorju doc. dr. Tone Magister in svojim prijateljem, še posebej Dejanu Nadrachu in Mihaeli Rožman ki sta mi bila s svojimi izkušnjami v veliko pomoč.

KAZALO

PREDGOVOR.....	i
KAZALO.....	ii
POVZETEK	iv
SUMMARY	iv
1 UVOD	1
1.1 PROBLEM IN PREDMET RAZISKAVE.....	1
1.2 NAMEN IN CILJ RAZISKAVE	1
1.3 ZNANSTVENE METODE	1
1.4 STRUKTURA NALOGE.....	2
2 ZAČETKI BREZPILOTNIH LETAL.....	3
3 VRSTE BREZPILOTNIH LETAL	4
3.1 RAZVRSTITEV UAV GLEDE NA NAČIN UPRAVLJANJA.....	4
3.2 RAZVRSTITEV UAV GLEDE NA UPORABNOST	4
3.3 RAZVRSTITEV UAV GLEDE NA VELIKOST , OPERATIVNI DOSEG	5
3.3.1 MICRO UAV	5
3.3.2 MINI UAV	6
3.3.3 UAV KRATKEGA DOMETA(short range tactical uav)	7
3.3.4 UAV SREDNEGA IN DOLGEGA DOSEGA (Medium and Long range UAVs)	8
3.3.5 POSEBNI UAV	9
4 UPORABA BREZPILOTNIH LETAL.....	11
5 TEHNIČNE ZNAČILNOSTI BREZPILOTNIH LETAL Z VZLETNO MASO DO 10 KG. 12	
5.1 Proizvajalec: IAI MALAT ISRAEL	13
5.2 Proizvajalec: AV USA	14
5.3 Proizvajalec: THE CHARLES STARK DRAPER LAB. USA	15
5.4 Proizvajalec: MLB COMPANY USA	16
5.5 Proizvajalec: BAI AEROSYSTEMS USA	17
5.6 Proizvajalec TOP I VISION ISRAEL.....	18
5.7 Proizvajalec KALEBAYKAR UAV TECH. TURKEY	19
5.8 Proizvajalec: AV USA	20
5.9 Proizvajalec IAI MALAT ISRAEL	21
5.10 Proizvajalec AERONAUTICS DEFENSE SYSTEMS ISRAEL	22
6 TEHNOLOŠKE ZNAČILNOSTI BREZPILOTNIH LETAL Z VZLETNO MASO DO 10 KG.	23
6.1 AVTOPILOTI IN NAČIN VODENJA TER UPRAVLJANJA Z NJIMI	25
6.1.1 ELEMENTI AVTOPILOTSKEGA SISTEMA ZA BREZPILOTNA LETALA	26
6.1.2 MODUL ZA VODENJE LETALNE NAPRAVE (CM)	27
6.1.3 SISTEM ZA UPRAVLJANJE LETA (FMS)	28
6.1.4 BREŽIČNA PODATKOVNA POVEZAVA (DATALINK).....	29
6.1.5 ZEMELJSKA POSTAJA (GS)	30
6.1.6 AVTOPILOTI ZA MINI BREZPILOTNA LETALA.....	31
6.2 OPTIČNE IN INFRARDEČE KAMERE.....	37
6.2.1 Cloudcap technology USA.....	37
6.3 SISTEMI ZA ZASILNI PRISTANEK BREZPILOTNEGA LETALA V SILI	39
6.3.1 Sistem za zasilni pristaneke brezпилotnega letala s pomočjo avtopilota	39
6.3.2 Prizemljitev brezпилotnega letala s pomočjo padala	40

7	ZAKLJUČEK.....	41
8	LITERATURA.....	42
9	KAZALO SLIK.....	43

POVZETEK

Tehnično-tehnološke značilnosti brezpilotnih letal so ključni pokazatelj praktičnosti uporabe brezpilotnih letal v vseh sferah človeške družbe. V današnjem času, času hitrega tehnološkega razvoja predstavlja uporaba brezpilotnih letal učinkovito sredstvo, ki ga s pridom uporabljajo tako vojaška kot civilna sfera.

V diplomski nalogi so zajete in predstavljene tehnično-tehnološke značilnosti brezpilotnih letal z vzletno maso do 10 kg.

V prihodnosti bo uporaba brezpilotnih letal predstavljala enega glavnih dejavnikov na raznih gospodarskih in negospodarskih področjih. Vse to bo doseženo ob podpori najnovejše računalniško-informacijske tehnologije.

SUMMARY

Technically-technological features of unmanned aerial vehicles are key indicator of its practical use in both military and civilian use. In today's time, the time of quick technological developement the unmanned aerial vehicle is introduced as the efficinet mean witch will be very useful in future life.

In diploma are captured and introduced all tehniclly-technological features of unmanned aerial vehicles witch take off weight is below 10 kg.

In the future the use of unmanned aerial vehicles will represent one important factor in different economics and non economics areas. All this will be achived with support of the newest computer-information technology.

1 UVOD

1.1 PROBLEM IN PREDMET RAZISKAVE

Na delovanje brezpilotnih letal ima napredna tehnologija velik vpliv in pomen. Vendar pa se pri njihovi uporabi porajajo številna vprašanja v zvezi z praktičnostjo in varnostjo njihove uporabe.

V študiji so zajete naslednje teme: tehnične, tehnološke značilnosti brezpilotnih letal z vzletno maso do 10 kg, uporaba brezpilotnih letal za vojaške in civilne namene.

1.2 NAMEN IN CILJ RAZISKAVE

Namen in cilj raziskave je predstaviti pomen in uporabnost brezpilotnih letal in njihovih tehnično-tehnoloških značilnosti. Prav tako so predstavljeni tudi njihovi osnovni elementi delovanja, ki prikazujejo smiselnost uporabe brezpilotnih letal.

1.3 ZNANSTVENE METODE

Pri raziskavi in izdelavi naloge sta v sprejemljivi kombinaciji uporabljeni naslednji znanstveni metodi: metoda deskripcije in analiza sekundarnih virov.

1.4 STRUKTURA NALOGE

Diplomska naloga vsebuje poglavij, v katerih so predstavljene tehnične in tehnološke značilnosti brezpilotnih letal z vzletno maso do 10kg.

V **Uvodu** so razloženi predmet, namen in cilj raziskave, poleg tega pa so navedene še znanstvene metode ter struktura dela.

V drugem poglavju z naslovom **Začetki brezpilotnih letal** je opisan nastanek in razvoj samih brezpilotnih letal in njihova prva uporaba, ter njihova uporaba v dosedanjih vojaških konfliktech..

V tretjem poglavju z naslovom **Vrste brezpilotnih letal** so predstavljena brezpilotna letala različnih dimenzij, ki so razvrščena glede na njihovo uporabnost.

V četrtem poglavju z naslovom **Uporaba brezpilotnih letal** je opisana sama uporaba brezpilotnih letal v vojski kot tudi v civilni uporabi.

V petem poglavju z naslovom **Tehnične značilnosti brezpilotnih letal z vzletno maso do 10 kg** so podrobno pisani določeni modeli samih brezpilotnih letal in njihove karakteristike.

V šestem poglavju z naslovom **Tehnološke značilnosti brezpilotnih letal z vzletno maso do 10 kg** je predstavljena tehnološka oprema s katero je opremljeno brezpilotno letalo.

Sedmo poglavje vsebuje **Zaključek** z vsemi ugotovitvami seminarske naloge.

V osmem poglavju je predstavljena **Literatura**, ki je bila v tej seminarski nalogi uporabljena.

V devetem poglavju z naslovom **Kazalo slik** so navedene vse slike po vrsti.

2 ZAČETKI BREZPILOTNIH LETAL

Prvi znani primer brezpilotnih letalnih naprav je nastal leta 1916, izumil ga je inovator Montgomery Low. Nato se je razvoj počasi nadaljeval do druge svetovne vojne, kjer pa so Američani že začeli uporabljati brezpilotna letala za tarče pri vajah protizračne obrambe. Začetek strateške vizije letal brez posadke sega v 50-ta leta, kjer je ameriška vojska preizkušala ter uporabljala brezpilotne sisteme z različno stopnjo uspešnosti. V 60-ih in 70-ih letih so letalske sile poskušale najti ustrezne rešitve za mnoge sorodne sisteme. Po vietnamski vojni, se je financiranje obrambnih programov močno zmanjšalo. V poznih 70-ih in zgodnjih 80-ih letih praktično ni bilo zaslediti programov o letalih brez posadke.

Situacija se je popolnoma spremenila, ko je Izrael, v začetku 80-ih let, uspešno uporabil letala brez posadke v vojni z Libanom. Zasnova teh letal je izhajala iz sredine 70-ih let. Po koncu te vojne so ZDA začele prodajati in razvijati nova letala brez posadke. V osnovi so bila brezpilotna letala razvita predvsem za nadzor in obveščanje. Njihov razvoj so podpirali razni razvojni vojaški centri in obrambne agencije, ki so kmalu spoznali prednosti, ki jih imajo brezpilotna zračna plovila. Najprej so jih uporabljali za nadzor in obveščanje na kriznih območjih, kjer je bila uporaba klasičnih letal ali helikopterjev nevarna. Tu so pobudo predstavljali Izraelci, ki veljajo tudi za pionirje na tem področju. Američani niso bistveno zaostajali, saj so kmalu spoznali pomembnost teh sistemov in tako razvoj usmerili glede na svoje potrebe. V zadnjem času pa so razvili tudi tako imenovana UCAV (unmanned combat air vehicle), torej sistem ki je opremljen z različnimi orožji, vendar pa je uporaba teh sistemov omejena samo na vojsko medtem ko vse druge brezpilotne letalne naprave lahko uporabljamo za različne namene tudi v civilni uporabi.

3 VRSTE BREZPILOTNIH LETAL

Z razmahom brezpilotnih letal so se nekoliko bolj izoblikovali njihova razvrstitev in načini poimenovanja. Danes ločimo UAV glede na način upravljanja ,uporabnost ter glede na njihovo velikost ali/in njihov doseg.

3.1 RAZVRSTITEV UAV GLEDE NA NAČIN UPRAVLJANJA

UAV Unmanned aerial vehicle; Brezpilotno letalo

RPV Remotely Piloted Vehicles ; daljinsko vodena letala

AAV Autonomous Aerial Vehicle , letalna naprava zmožna popolnoma avtonomnih operacij

3.2 RAZVRSTITEV UAV GLEDE NA UPORABNOST

ISR-UAV Intelligence, Surveillance, Reconnaissance; Uav za zbiranje informacij, nadzor stanja oz. dogajanja na tleh, izvidniške naloge- sem spadajo tudi vsi ne-vojaški brezpilotni letalniki

EA-UAV Electronic Attack, Uav za elektronsko bojevanje

SEAD/DEAD UAV Suppression and Destruction of Enemy Air Defense; UAV za onesposobljanje ali uničenje sovražnikove protiletalske obrambe obrambe

NN/CR_UAV Network Node or Comunnications Relay; leteči repetitor oz. platforma za prenos podatkov

CSAR- UAV Combat Search And Rescue Uav za odkrivanje in reševanje v bojnih situacijah

C/A UAV Combat and/or Attack , UAV za bojevanje oz. napad

3.3 RAZVRSTITEV UAV GLEDE NA VELIKOST , OPERATIVNI DOSEG

3.3.1 MICRO UAV

Miniaturni UAV, z največjo konstrukcijsko dimenzijo manjšo od 1 metra. Velikokrat so to UAV helikopterske, malokrilne ali hibridne strukture. Za svojo uporabo ne potrebujejo nikakršne dodatne opreme, ponavadi jih uporabnik izstrelji preprosto z metom iz roke. Eden vidnejših predstavnikov tega razreda je Mosquito izraelskega proizvajalca IAI, namenjen snemanju iz zraka v urbanih področjih velikosti 1x1 km



Vir: <http://www.livingroom.org.au/uavblog/uav-mosquito.jpg>

Slika 1 Mosquito

3.3.2 MINI UAV

Majhni UAV, z največjo konstrukcijsko dimenzijo manjšo od 3 metrov. Tipično so letalniki gnani z tihimi in za vzdrževanje nezahtevnimi elektromotorji, kar jim omogoča dolet do 20 kilometrov in višino letenja okoli 300 metrov nad terenom. Njihova naloga je izkjučno ISR, torej zbiranje informacij, nadzor stanja oz. dogajanja na tleh in izvidniške naloge. Dobro preizkušen tak UAV je izraelski Skylark proizvajalca Elbit.



Vir: <http://www.defense-update.com/images/SKYLARK2.jpg>

Slika 2 Skylark

3.3.3 UAV KRATKEGA DOMETA(short range tactical uav)

To so UAV večjih dimenzij, ki lahko z različnimi pogoni (notranje izgorevanje, turbina) dosegaajo cilje, oddaljene nekaj 100 kilometrov. Njihova naloga je poglavitno ISR, znane pa so tudi aplikacije CSAR (odkrivanje in reševanje v bojnih situacijah) in NN/CR (leteča platforma za prenos podatkov). Znani predstavniki te vrste UAV so ameriški Shadow, nemška Luna in izraelsko-švicarski Ranger. Ti UAV so sposobni samostojnega vzleta in pristanka z utrjenih stez, lansira pa se jih lahko tudi s pomočjo katapultov. Ti UAV potrebujejo za svojo uporabo precej več opreme, kar vključuje sistem za prevoz in bolj napredno zemeljsko postajo.



Vir: <http://www.defenselink.mil/transformation/images/photos/2006-01/articles/20060123al.jpg>

Slika 3 Shadow

3.3.4 UAV SREDNEGA IN DOLGEGA DOSEGA (Medium and Long range UAVs)

Ta razred pokriva vse večje UAV, namenjene bodisi doseganju zelo oddaljenih ciljev ali pa letenju na zelo velikih višinah. Združujejo najnovejšo tehnologijo na področju brezpilotnega letalstva ter omogočajo uporabo v vse znane namene, vključno z bojevanjem in napadanjem ciljev z orožjem. V tem razredu prevladujejo ameriški proizvajalci (velike korporacije z bogatimi izkušnjami v vojaškem letalstvu). Poleg dobro poznane Predatorja je tu še novejši in bolj izpopolnjeni Global Hawk. Oba sta bila uspešno uporabljena v vojaških akcijah v Afganistanu, Perzijskem zalivu in Bližnjem vzhodu. Prav ta dva UAV sta opravila večino od 100.000 brezpilotnih operativnih ur letenja na omenjenih bojiščih. O njihovih kvalitetah priča dejstvo da je bil Predator prvi, ki je že leta 1992 uspešno kljuboval sovražnemu MIG-25 v zračnem dvoboju nad Irakom. Global Hawk pa je prvi ki je avtonomno in brez posredovanja preletel Pacifiški ocean. V 22 urah je preletel 13213 kilometrov iz severnoameriškega Edwardsa do avstralskega Edinburgha



Vir: <http://static.howstuffworks.com/gif/predator-7.jpg>

Slika 4 predator



Vir: http://www.directionsmag.com/images/newsletter/2004/12_01/GlobalHawk1.gif

Slika 5 Globalhawk

3.3.5 POSEBNI UAV

Poleg naštetih razredov UAV pa obstajajo se tako imenovani posebneži. Prvi so tako imenovani aerostati, moderni nasledniki toplozračnih balonov, ki svojo uporabo iščejo predvsem v vlogi repetitorjev oz. platform za prenos podatkov. Potem pa obstajajo še popolnoma avtonomni helikopterji kot je Grumman Northrop Firescout, tega je mogoče uporabiti za ISR kot tudi za CSAR in C/A.



Vir: http://members.tripod.com/airfields_freeman/TX/Marfa_TX_aerostat_01.jpg

Slika 6 Aerostat



Vir: <http://navyscoop.com/pics/firescout.jpg>

Slika 7 Firehawk

4 UPORABA BREZPILOTNIH LETAL

Brezpilotni letalniki so bili razviti predvsem za nadzor, izvidovanje in obveščanje. Njihov razvoj so podpirali razvojni vojaški centri in obrambne agencije, saj so kmalu spoznali prednosti, ki jih imajo brezpilotna zračna plovila. Najprej so jih uporabljali za nadzor, izvidovanje in obveščanje na kriznih območjih, kjer je bila uporaba klasičnih letal ali helikopterjev nevarna. Tu so prednjačili Izraelci, ki veljajo tudi za začetnike na tem področju. Američani niso zaostajali, saj so kmalu spoznali pomembnost teh sistemov in tako razvoj usmerili glede na svoje potrebe. V zadnjem času se pojavlja tudi kratica UAS za Unmanned Aerial Systems. Samo v operacijah Enduring Freedom v Afganistanu in Iraqi Freedom v Iraku so koalicijske sile z brezpilotnimi zračnimi plovili opravile več kot 400.000 ur letenja. Za pomoč pri svojem delu jih bodo začeli uporabljati policisti, cariniki, gasilci, varnostne agencije, okoljevarstveniki in drugi. Tako se bo znižala njihova cena, proizvajalci pa bodo lahko dodatne prihodke usmerili v nadaljnji razvoj. Ameriška vojska tako že sponzorira določene projekte, ki bodo omogočali hkratno uporabo letalnikov s posadko in brezpilotnih letalnikov. Eden takih je prečrpavanje goriva v zraku, ki zahteva izjemno usklajevanje obeh letalnikov. Razvijajo tudi sisteme, ki bodo do leta 2011 omogočali avtonomno pristajanje bojnih brezpilotnih letalnikov na letalonosilkah in vzletanje z njih. Northrop Grumman bo za razvoj X-47B v šestih letih potreboval 1,2 milijarde dolarjev. Predvidevajo, da bo X-47B lahko ostal v zraku do 100 ur, temu primerno pa ga bodo tudi oborožili. Od najprej predvidenih dveh 900-kilogramskih bomb bodo X-47B oborožili z dvanajstimi 113-kilogramskimi vodenimi bombami, ki jih bo na cilj usmerjala posadka iz nadzornega centra, kjer nadzirajo in upravljajo let UAV-ja. Bojni brezpilotni letalniki bodo za radarje seveda »nevidni«. Boeing z razvojem X-48B (letečega krila) že nakazuje nove možnosti uporabe teh plovil, saj bi jih lahko uporabljali tudi kot brezpilotno transportno letalo. Skupen cilj vsem uporabnikom brezpilotnih letalnikov je zmanjšati število žrtev med piloti in operativne stroške uporabe teh letalnikov ter z uporabo več UAV-jev hkrati povečati učinkovitost operacij.

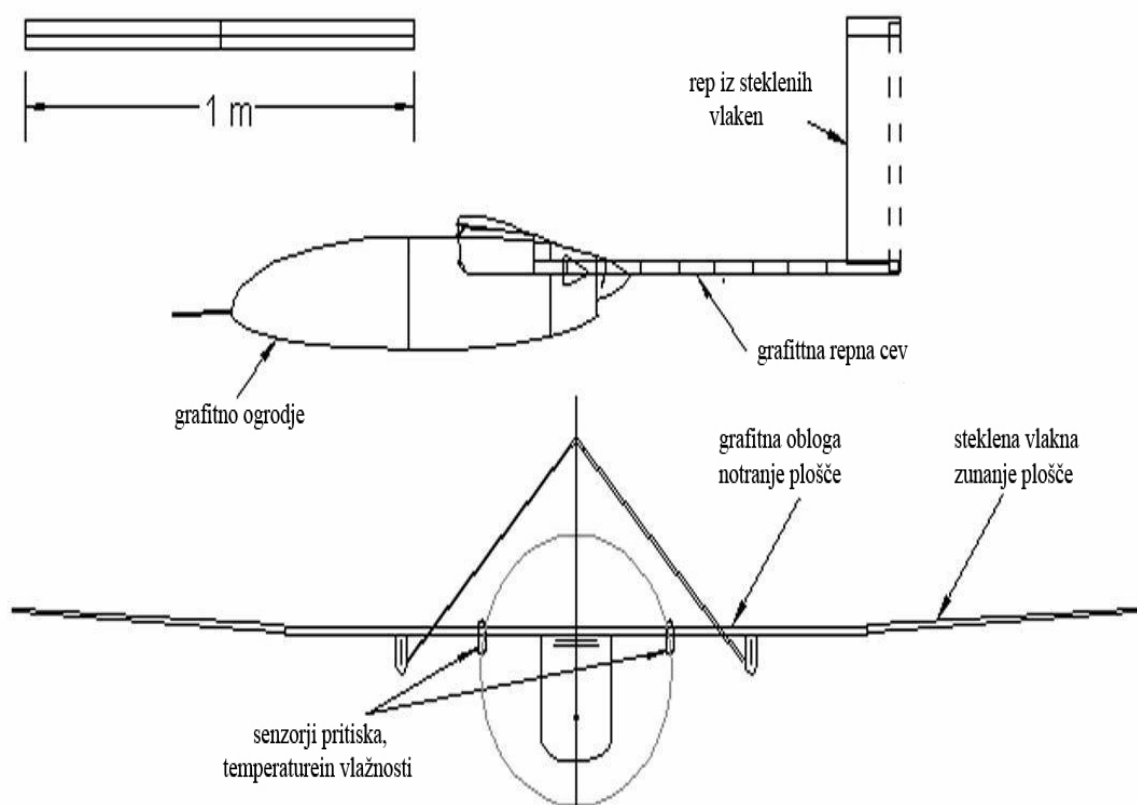


Vir: <http://www.defensetech.org/images/x48b.jpg>

Slika 8 X48B

5 TEHNIČNE ZNAČILNOSTI BREZPILOTNIH LETAL Z VZLETNO MASO DO 10 KG.

Med tehnične značilnosti UAV z vzletno maso do 10 kg spadajo predvsem dolžina samega brezpilotnega letala, njegova teža, dolet, njegov razpon med krili, hitrost, višina delovanja ter samo trajanje leta. Ta brezpilotna letala spadajo v kategorijo mini UAV. Njihova naloga je izključno ISR, torej zbiranje informacij, nadzor stanja oz. dogajanja na tleh in izvidniške naloge. domet. Poznamo do 40 modelov teh mini brezpilotnih letalnikov. Predstavil bom 10 najpomembnejših in najuporabnejših.



Vir: <http://cires.colorado.edu/~maurerj/class/UAV/blueprint.jpg>

Slika 9 Zunanje ogrodje brezpilotnega letala in uporabljeni materiali

5.1 Proizvajalec: IAI MALAT ISRAEL

Malat Israel je eno največjih podjetij za izdelavo brezpilotnih letal na svetu. V Izraelu kjer so vojaški konflikti bolj pogosti je uporaba UAV še posebno pomembna! Zato je Malat tudi eden prvih ki je izdelal in tudi začel uporabljati brezpilotna letala. Ker v mojo kategorijo do 10 kg vzletne mase spada model bird eye, ki je eden najpopularnejših modelov brezpilotnih letal sem ga izbral za podrobnejši opis.

Model BIRD EYE 400

Dolet: 10 km

Breme: 1.2 kg

Max. Masa: 5.6 kg

Trajanje leta: 1h

Vrhunec: 300m

Max. Hitrost: 111.12 km/h

Razpetina med krili: 2m

Dolžina: 1.6m

Pogon: električni motor

Vzlet: Roka ali Frača

Status: V razvoju



Vir: http://www.deagel.com/library/Bird-Eye-500_m02006120500033.aspx

Slika 10 Bird eye 400

5.2 Proizvajalec: AV USA

AeroVironment je ameriško podjetje ki se ukvarja z izdelavo energetskih sistemov, ter proizvodnje avtomobilov na električni pogon in pa seveda z izdelavo brezpilotnih letalnih naprav ali uav. Model dragon eye je eden njihovih pomembnejših produktov in ga uvrščam med 10 najpomembnejših mini UAV.

Model: DRAGON EYE

Dolet: 8 km

Breme: 0.45 kg

Max. Masa: 2.26 kg

Trajanje leta: 1 h

Vrhunec: 300 m

Max. Hitrost: 74.08 km/h

Razpetina med krili: 1.21 m

Dolžina: 0.91 m

Pogon: električni motor

Oprema: infrardeča kamera

Vzlet: roka ali frača

Pristanek: na trebuhu

Status: operativni



Vir: <http://www.livingroom.org.au/uavblog/archives/dragoneye.jpg>

Slika 11 Dragon eye

5.3 Proizvajalec: THE CHARLES STARK DRAPER LAB. USA

Charles Stark je bil eden od pionirjev nove tehnologije in je tudi ustanovitelj tega laboratorija v katerem se študenti učijo razvijati nove tehnologije. Tu so razvili tudi mini UAV ki je izjemno majhen in uporaben, zato sem ga tudi uvrstil med najpomembnejše brezpilotne letale!

Model: WASP

Dolet: 10 km

Breme: 1. kg

Max. Masa: 3.9 kg

Trajanje leta: 0.5 h

Vrhunec: 1200 m

Hitrost: 148.16 km/h

Razpetina med krili: 1.21 m

Dolžina: 0.58 m

Pogon: električni motor

Oprema: EO, IR, LD

Vzlet: roka ali frača

Pristanek:

Status: V razvoju



Vir: <http://www.avinc.com/images/userPub/product-web-WASP-blockIII-lg.jpg>

Slika 12 Wasp

5.4 Proizvajalec: MLB COMPANY USA

Podjetje MLB Company prihaja iz Amerike, natančneje iz samega srca nove računalniške tehnologije torej iz Silicon walleya v Kaliforniji. MLB je majhno podjetje ki se ukvarja samo z izdelavo brezpilotnih letal. Njihov model BAT je eden izmed tehnološko najboljše opremljenih u v tej kategoriji, zato sem ga tudi uvrstil med 10 najpomembnejših.

Model: BAT

Dolet: 15 km

Breme: 1.2 kg

Max. Masa: 6.8 kg

Trajanje leta: 2 h

Vrhunec: 2700 m

Hitrost: min 40.2 km/h do max. 80.45 km/h

Razpetina med krili: 1.8m

Dolžina: 1.2m

Pogon: 23 ccm dvotaktni bencinski motor

Oprema: infrardeča kamera, digitalna kamera

Vzlet: katapult

Pristanek: VPS (vzletno pristajalna steza)

Status: operativni



Vir: <http://www.holdentechnology.com/autonomous/Images/mlbbat.jpg>

Slika 13 BAT

5.5 Proizvajalec: BAI AEROSYSTEMS USA

Ameriško podjetje ustanovljeno leta 1985 je prodalo že več kot 1100 uav in njihovi uav so trenutno v uporabi v Afganistanu ter Iraku. Model Javelin je standardna oprema v ameriški vojski ker je izredno zanesljiv in robusten.

Model: JAVELIN

Dolet: 15 km

Breme: 1.45 kg

Max. Masa: 9.072 kg

Trajanje leta: 2 h

Vrhunec: 394.8 m

Hitrost: od 32.12 km/h do 104.85 km/h

Razpetina med krili: 2.43 m

Dolžina: 1.82 m

Pogon: batni motor, (1 cilinder, 2 taktni, bencinski motor)

Oprema: infrardeča kamera

Vzlet: roka, frača, katapult

Pristanek: na trebuhu

Status: v razvoju



Vir: http://www.uavm.com/images/300_A-2-1_Javelin_L3-BAI.jpg

Slika 14 Javelin

5.6 Proizvajalec TOP I VISION ISRAEL

Podjetje je nastalo leta 1996 z željo razvijati in proizvajati aerostate. Danes pa proizvajao tudi druga brezpilotna letala kot je model Casper. Podjetje ima sklenjeno pogodbo z izraelsko policijo za dobavo teh mini UAV in zato je vsekakor vreden da ga podrobno opišem.

Model: CASPER

Dolet: 10 km

Breme: 0.24 kg

Max. Masa: 4.7 kg

Trajanje leta: 1.5 h

Vrhunec: 250 m

Hitrost: 70.37 km/h

Razpetina med krili: 2 m

Dolžina: 1.7 m

Pogon: električni motor

Oprema: digitalna kamera

Vzlet: roka

Pristanek: na trebuhu

Status: v razvoju



Vir: http://www.israeli-weapons.com/weapons/aircraft/uav/casper_250/casper_250_1.JPG

Slika 15 Cassper

5.7 Proizvajalec KALEBAYKAR UAV TECH. TURKEY

Podjetje prihaja iz Turčije in sodeluje z turško vojsko. Turška vojska je že naročila 19 teh modelov in kot kaže se je model Kalebaykar izkazal. Predvsem na turško-iraški meji pride njegova uporabnost in odpornost do izraza.

Model: KALEBAYKAR

Dolet: 20 km

Breme: 1 kg

Max. Masa: 5 kg

Trajanje leta: 2.5 h

Vrhunec: 4572 m

Hitrost: od 55.56 km/h do 92.6 km/h

Razpetina med krili: 1.6 m

Dolžina: 1.2 m

Pogon: električni motor

Oprema: digitalna kamera, infra rdeča kamera

Vzlet: roka

Pristanek: na trebuhu

Status: operativni



Vir: <http://www.defencetalk.com/pictures/data/4833/medium/IM000887.JPG>

Slika 16 Kalebaykar

5.8 Proizvajalec: AV USA

V primerjavi z modelom istega proizvajalce Dragon eye je model Puma predvsem cenejši vendar še vedno zelo uporaben v vseh pogledih.

Model: PUMA

Dolet: 15 km

Breme: 1 kg

Max. Masa: 5.44 kg

Trajanje leta: 2 h

Vrhunec: 3800 m

Hitrost: 96 km/h

Razpetina med krili: 2.74 m

Dolžina: 1.83 m

Pogon: električni motor, 0,6 kW, 600W baterija

Oprema: digitalna kamera in infra rdeča kamera

Vzlet: roka

Pristanek: na trebuhu

Status: v razvoju



Vir: <http://www.defensetech.org/images/puma-uav.jpg>

Slika 17 Puma

5.9 Proizvajalec IAI MALAT ISRAEL

Cenejša verzija brezpilotnega letala, vseeno zelo uporaben in nezahteven uav.

Model: I SEE

Dolet: 15 km

Breme: 0.8 kg

Max. Masa: 7.5 kg

Trajanje leta: 1h

Vrhunec: 3048 m

Hitrost:

Razpetina med krili: 2.90 m

Dolžina: 1.82 m

Pogon: električni motor

Oprema: kamera in infrardeča kamera

Vzlet: roka

Pristanek: na trebuhu

Status: v razvoju



Vir: <http://www.acig.org/artman/uploads/isee.jpg>

Slika 18 I-see

5.10 Proizvajalec AERONAUTICS DEFENSE SYSTEMS ISRAEL

Izraelsko podjetje ki se ukvarja z razvojem in proizvodnjo najnovejših obrambno-varnostnih sistemov. Tako so razvili tudi model Orbiter ki je eden izmed najhitrejših mini uav.

Model: ORBITER

Dolet: 15 km

Breme: 1.5 kg

Max. Masa: 6.5 kg

Trajanje leta: 1.5 h

Vrhunec: 4572 m

Hitrost: 138.9 km/h

Razpetina med krili: 2.2 m

Dolžina: 1 m

Pogon: električni motor

Oprema: infrardeča kamera

Vzlet: roka, frača, katapult

Pristanek: na trebuhu

Status: v razvoju



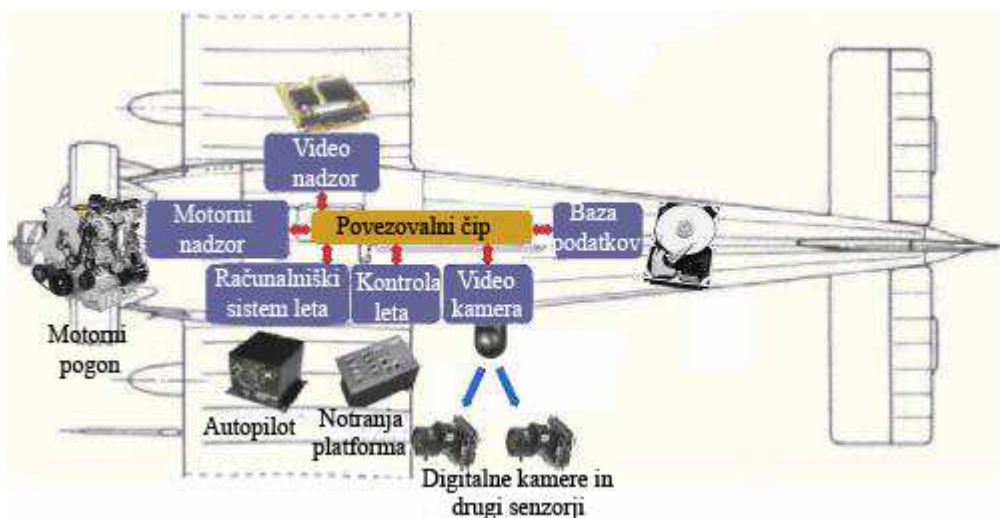
Vir: http://www.israeli-weapons.com/weapons/aircraft/uav/orbiter/orbiter_4.JPG

Slika 19 Orbiter

6 TEHNOLOŠKE ZNAČILNOSTI BREZPILOTNIH LETAL Z VZLETNO MASO DO 10 KG.

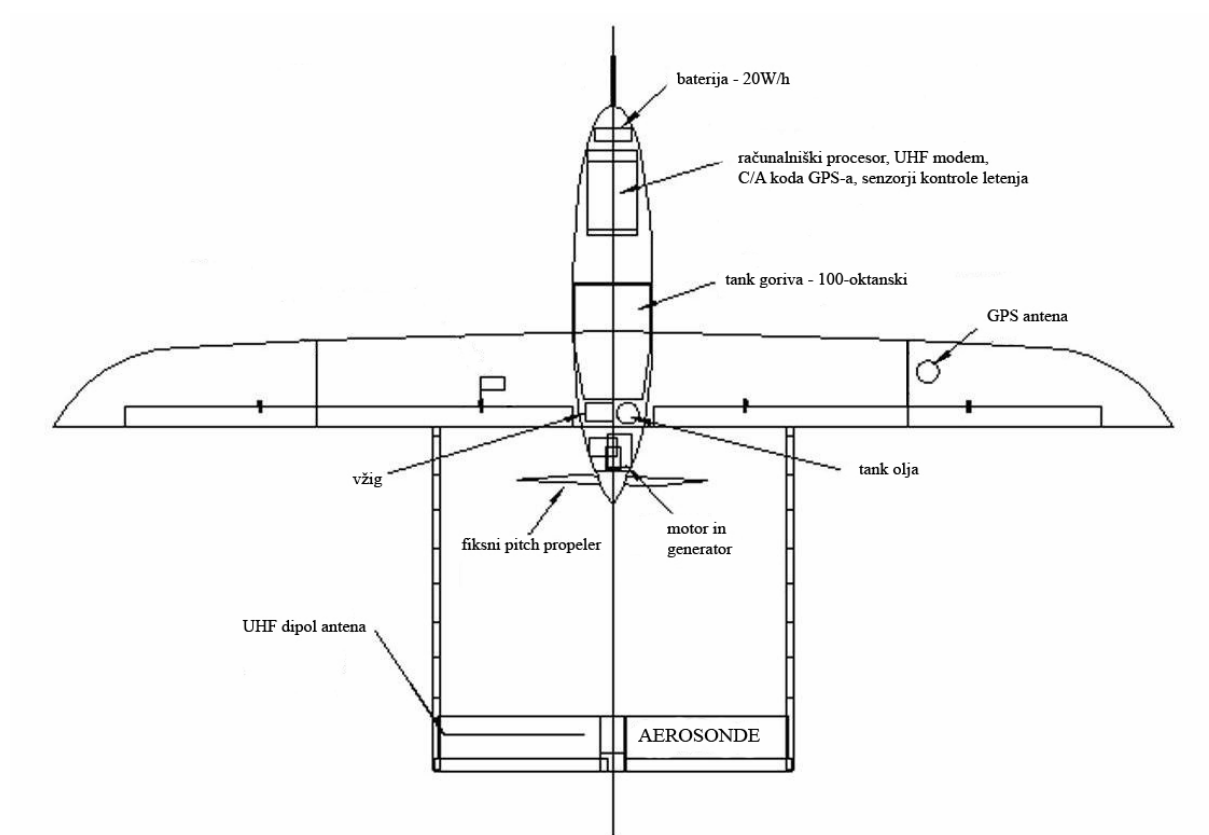
Brezpilotna letala bi bila brez tehnoloških naprav nepomembna stvar. V času velikega tehnološkega razvoja so brezpilotna letala veliko pridobila. Postala so mnogo bolj uporabna kot pa so sprva mislili. Z uporabo različnih avtopilotov in gps navigacije in računalnikov so brezpilotna letala postala praktično samostojna enota na bojiščih in pa tudi v uporabi za civilne namene. UAV z vzletno maso pod 10 kg imajo omejeno nosilnost in zato so opremljeni predvsem z optičnimi kamerami ali pa z infrardečimi kamerami.

Med tehnološke značilnosti spadajo predvsem vse tehnološke naprave na brezpilotnih letalih. Te naprave pa so: pogon , različne kamere in sistemi, avtopilot, gps naprave, prenosni računalniki, naprave za delovanje v sili.



Vir: https://saver.fema.gov/web_content/WC_10097/Image1.JPG

Slika 20 Tehnološki deli brezpilotnega letala



Vir: <http://cires.colorado.edu/~maurerj/class/UAV/blueprint.jpg>

Slika 21 Tehnološki deli brezpilotnega letala

6.1 AVTOPILOTI IN NAČIN VODENJA TER UPRAVLJANJA Z NJIMI

Sodobni avtomatski pilotski sistemi za uporabo v UAV, ki se največkrat imenujejo » avtopiloti » so sposobni celoten let UAV razdeliti na več faz. Tako kot njim sorodni avtopiloti, ki so že dalj časa v uporabi v civilnem in vojaškem letalstvu, razlikujejo vsaj sledeče faze leta: vzpenjanje na višino, potovalni let, lebdenje, spust, prilet, pristanek, poleg tega pa so sposobni UAV rešiti iz nevarnega položaja v določenih primerih sile. Vsaka od omenjenih faz poleta predstavlja vrsto izzivov, s katerimi se mora avtopilot spopasti da bi uspešno opravil zadano nalogo.

Pri vzletu je izredno pomembno, da UAV v čim krajšem času doseže primerno hitrost, posledično tudi vzgona. V smislu krmarjenja ni potrebe po natančnem držanju smeri, je pa ključno, da letalnik med začetnim pridobivanjem vzgona in hitrosti za letenje ne zadane ob tla. UAV s fiksni krili lahko vzleti na več načinov: klasični vzlet po stezi, met iz roke, izstrelitev s katapultom ali fračo in pa vertikalna izstrelitev s pomočjo pirotehničnega sredstva.

Takoj, ko je hitrost zadostna in vzgon pozitiven, avtopilot preide v fazo vzpenjanja. Delovanje regulacijskih zank se osredotoči na krmiljenje UAV v smislu navigacije proti zadani točki in ciljni višini. Regulacija hitrosti je tu sekundarnega pomena, pomembno pa je da hitrost ne pade pod kritično mejo.

Potovalni let je let na določeni stalni višini in proti vnaprej določeni točki. Ohranja se zadana hitrost leta in morebitni ukrepi za zmanjšanje porabe energije, ki je na voljo na krogu UAV.

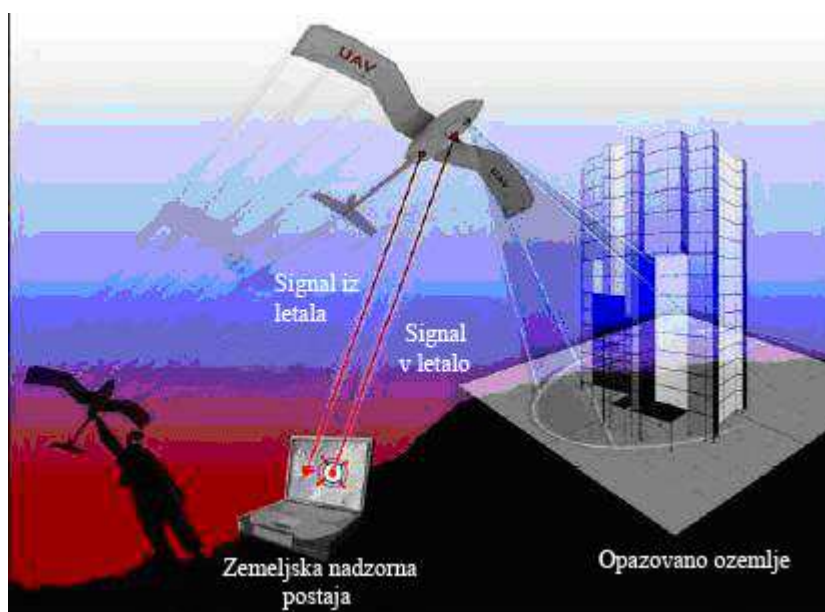
Spust je faza letenja, ki jo najbolj opišemo kot zrcalno sliko vzpenjanja. Letalnik leti v smeri proti zadani točki in se pri tem spušča (glede na nastavljen od spuščanja oz. vertikalno hitrost) ter pri tem ohranja hitrost leta, ki mora biti manjša od maksimalne dovoljene hitrosti letalnika.

Prilet in pristanek predstavljata za avtomatski pilotni sistem največji izziv. V fazi prileta se letalo poravna z želeno smerjo prileta na pristajalno področje ter prevede v kar se da konstantno spuščanje. Pristankov je tako kot vzletov več vrst. Največkrat se uporablja pristanek na trup letala, pristanek s pomočjo balističnega padala, pristanek v klasičnem smislu na stezo, pristanek s tehniko prevlečenega leta (deep stall), pristanek s prestrezanjem letalnika (v razpeto mrežo). Težava pri izvedbi pristankov UAV se skriva v tem da avtopilot nima zadostnih informacij o okolju, v katerem se pristanek odvija.

6.1.1 ELEMENTI AVTOPILOTSKEGA SISTEMA ZA BREZPILOTNA LETALA

Ko govorimo o avtopilotih za UAV, se pod besedo avtopilot skriva napreden sistem za vodenje, navigacijo in nadzor, ki vsebuje naslednje ključne elemente:

- Modul za vodenje letalne naprave (Control modul. CM)
- Upravljalnik poleta (Flight Managment System_ FMS)
- Neprestana dvosmerna podatkovna povezava (Continuous two_way Telemetry Data LinK)
- Zemeljska postaja (Ground Station)
- Možnost prevzema ročnega upravljanja z UAV v katerikoli fazi poleta.



Vir: https://saver.fema.gov/web_content/WC_10097/Image2.JPG

Slika 22 Pretok informacij

6.1.2 MODUL ZA VODENJE LETALNE NAPRAVE (CM)

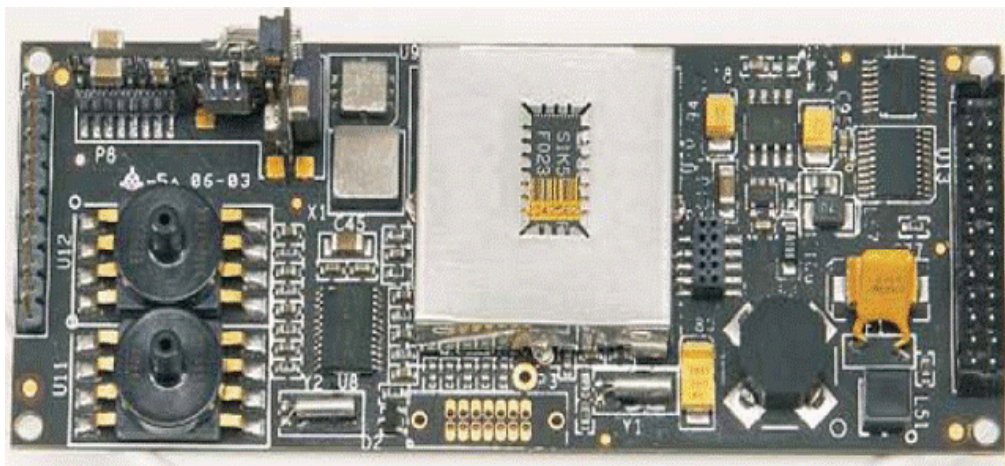
Avtopilotov modul za vodenje letalne naprave je tisti del avtopilota, ki v resnici neposredno upravlja in nadzoruje let UAV. V prvi vrsti je njegova naloga, da iz nabora senzorjev razbere položaj in lego UAV v prostoru. Za določanje lege, kako je letalnik v prostoru orientiran, so največ uporabljeni elektronski žiroskopi, merilci pospeškov in elektronski kompasi (magnetometri). Za določanje položaja in hitrosti letalnika pa je tu satelitska navigacija GPS in vrsta tlačnih senzorjev.

Jedro avtomatskega pilotnega modula za vodenje predstavljajo regulatorji, ki skrbijo za to , da UAV izvaja let natančno glede na razne prej nastavljene referenčne letalne parametre, kot so višina, smer, nagib, hitrost, vertikalna hitrost,...Referenčne vrednosti za vodenje se seveda spreminjajo glede na fazo leta v kateri se UAV nahaja. Glede na kompleksnost UAV in predvsem razmerjem med njeno minimalno in maksimalno operativno hitrostjo, višino in vzletno maso, je potrebno zagotoviti robustnost tudi v področju normalne uporabe. Proizvajalci avtopilotov za mikro in mini UAV to največkrat zagotovijo s preprostim premikom delovnih točk regulatorjev oz. prilagajanjem ojačenj.

6.1.3 SISTEM ZA UPRAVLJANJE LETA (FMS)

Upravljalnik poleta (Flight Managment System – FMS) je tisti del avtopilota v katerem so shranjeni podatki o načrtovanem poletu. Njegova naloga je združevati funkcionalnost in komunicirati z vsemi ostalimi ključnimi komponentami avtomatskega pilotskega sistema. Upravljalnik poleta posreduje ukaze za izvrševanje manevrov modulu za vodenje (CM), preko brezžične dvosmerne podatkovne povezave posreduje telemetrične podatke zemeljski postaji, nadzoruje modul za samo diagnostiko in upravlja z vso dodatno opremo na krovu UAV. Ta del avtopilota je tudi edini, ki je v smislu konfiguracije dostopen uporabniku. S pomočjo namenske programske opreme z enostavnim grafičnim vmesnikom lahko uporabnik/operater pred in med poletom vpliva na vsebino upravljalnika poleta. Vpiše lahko želeni potek leta skupaj z višinami, hitrostmi ter cilji naloge za posamezne faze poleta, predvidi vklop oz. izklop določene senzorske opreme (video nadzor, radar, razni senzorji,...), preide v način spremljanja konvoja, odvrže opremo za reševanje, aktivira vabe, ...

Upravljalnik poleta je običajno izveden v obliki mikroračunalnika s širokimi možnostmi priklopa vhodno-izhodnih naprav.



Vir: http://www.barnardmicrosystems.com/clip_image104.gif

Slika 23 Flight managment unit

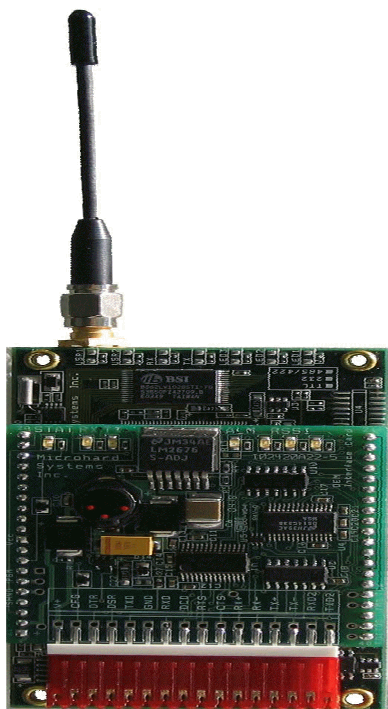
6.1.4 BREŽŽIČNA PODATKOVNA POVEZAVA (DATALINK)

Neprestana brezžična dvosmerna podatkovna povezava je v principu nepretrgana dvosmerna radijska komunikacija med UAV in zemeljsko postajo. Prenos podatkov se lahko vrši bodisi analogno ali digitalno.

V grobem ločimo dva tokova podatkov, ki se prenašata med UAV in zemeljsko postajo, to sta telemetrija in senzorski tok podatkov. Če je le mogoče se omenjena tokova podatkov prenašata po ločenih podatkovnih kanalih, tudi ločenih oddajnikih in sprejemnikih. S tem se poveča zanesljivost in robustnost delovanj, večkrat pa tudi sam operativni domet UAV.

Telemetrija je digitalni tok podatkov, ki dajejo informacijo o stanju UAV in izvedbi naloge.

Senzorski (video) podatki se pri mikro in mini UAV običajno tudi prenašajo analogno. Če je slika ki se prenaša analogno, motena zaradi velike oddaljenosti UAV od zemeljske postaje je pri njej se vedno mogoče videti cilj in zbrati določene informacije za uspešno dokončanje naloge. Če bi uporabljali digitalni prenos je meja med delovanjem in nedelovanjem veliko manjša. Pri manjših UAV kot so ti do 10 kg se vedno uporablja analogna podatkovna povezava.



Vir: http://www.airlinx.com/images/MHX320_0106.gif

Slika 24 Microhard

6.1.5 ZEMELJSKA POSTAJA (GS)

Brezpilotna letalna naprava brez zemeljske postaje ni popolna. Zemeljska postaja deluje z upravljalnikom poleta v nekakšnem sožitju in je odvisna od telemetrične brezžične podatkovne povezave. Operater ki upravlja UAV sedi za konzolo zemeljske postaje in ima z njeno pomočjo popoln pregled nad trenutnim stanjem UAV, njegovimi preteklimi aktivnostmi in programiranim načrtom poleta. V današnjem času ki nam omogoča stopnjo miniaturizacije so zemeljske postaje z enostavnimi nadzornimi in upravljalnimi funkcijami lahko izvedene na prenosnem računalniku sli pa dlančniku.



Vir: <http://server.cs.ucf.edu/~vision/projects/UAV/groundStation.jpg>

Slika 25 Zemeljska postaja

6.1.6 AVTOPILOTI ZA MINI BREZPILOTNA LETALA

Tista podjetja ki razvijajo mini UAV se danes redko odločajo za razvoj lastnih avto pilotskih sistemov, saj je mogoče na svetovnem trgu kupiti že izpopolnjene, visoko sposobne in minimizirane avto pilotske pakete. Ti sistemi temeljijo na uporabi različnih mikroprocesorjev in omogočajo kasnejše programske posodobitve, ki bodo prinesle popravke in izboljšave. Prav zaradi teh izboljšav bo avtopilot UAV nabavljenega danes, še vedno sodoben tudi čez nekaj let.

Naloga sodobnih razvijalcev, da izberejo primeren avto pilotni sistem za njihov tip UAV, je pogosto težavna, saj so različni avtopiloti prirejeni za različne vrste UAV in različno namembnost.

Podrobno bom predstavil nekaj avtopilotov za mini in mikro UAV. Vsem predstavljenim izdelkom je skupno to da imajo za zemeljsko postajo prenosni računalnik.

- KANARDIA D.O.O. – SENAP

Je novinec in edino slovensko podjetje ki se ukvarja z razvojem avto pilotskih sistemov za UAV. Njihov avtopilot, ki je bil predstavljen leta 2006, cilja na bolj zahtevne uporabnike in podpira vse napredne funkcije ki se jih od sodobnih UAV tudi pričakuje. Svetovna novost, ki jo prinaša Senap je tudi uporaba GmPRS modemov za potrebe prenosa telemetričnih podatkov. UAV opremljen z Senapom bo izkoriščal razsežnost gsm omrežja in tako omogočali letenje precej dlje od UAV opremljenih z klasično radijsko komunikacijo.



Vir: <http://www.kanardia.eu/images/senap-01.jpg>

Slika 26 Senap

- Mavionics GmbH – MINC Autopilot

Mavionics GmbH je podjetje, ki so ga ustanovili trije raziskovalci Inštituta za aeronavtične sisteme Tehnične univerze v Braunschweig-u, Nemčija. Mavionics se je specializiral za mini UAV, zato sta njihova avtopilota po velikosti zelo majhna. Mavionics blesti predvsem pri energijski porabi in avtonomnosti. Osredotočajo se namreč na naloge, pri katerih popolnoma programiran UAV izvaja vse faze poleta avtomatsko.



Vir: http://mavionics.de/index.php?option=com_content&task=view&id=5&Itemid=20&lang=en_EN

Slika 27 MINC

- WeControl AG – wePilot 2000

Švicarski WeControl izdeluje avtopilota wePilot2000. Njegova funkcionalnost se kaže predvsem pri električno poganjanjih UAV. Tu je najbolj kritična faza vzleta in pa seveda nadzorovanje porabe električne energije. Avtopilot je trenutno še v fazi razvoje



Vir: <http://vikingaero.com/sitebuilder/images/wepilot2000-126x140.jpg>

Slika 28 wePilot2000

- Procerus Technologies – Kastrel v2.22

Ameriško podjetje iz zvezne države Utah, izdelujejo najmanjšega avtopilota za UAV na svetu. Kastrel je manjši od človeške dlani in lažji od 17 gramov, kljub temu pa so njegove zmogljivosti povsem primerljive z ostalimi proizvajalci. Je pa potrebno za njegov nakup imeti posebno dovoljenje ameriškega obrambnega ministrstva.

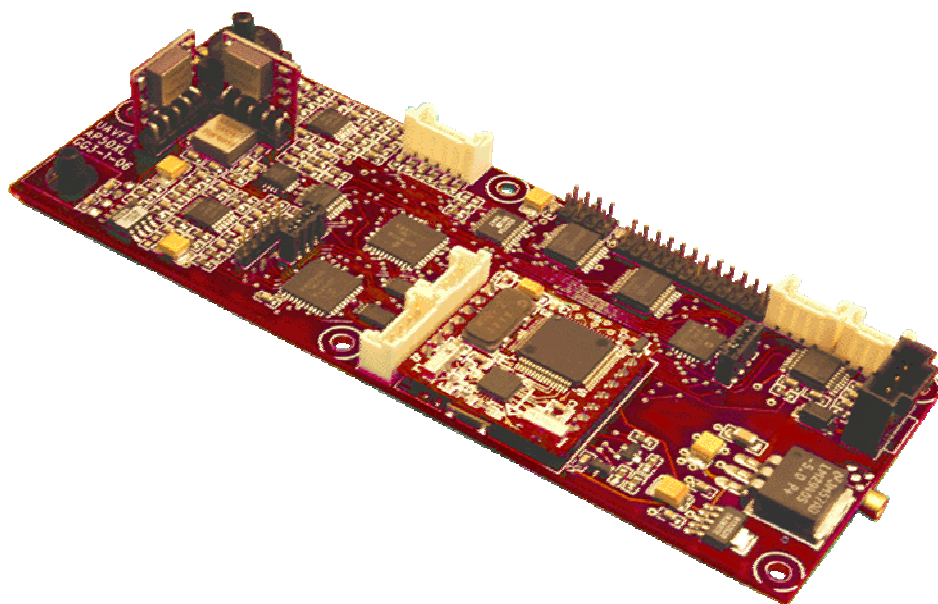


Vir: http://www.procerusuav.com/images/pricing/img_kap2_side_prc.jpg

Slika 29 Kastrel v2.22

- UAV Flight Systems- AP50XL

Podjetje UAV Flight Systems iz Colorada v ZDA, so bili prvi ki so komercialno ponudili avtomatski pilotski sistem za UAV. AP50XL predstavlja peto generacijo njihovih avtopilotov, ki je uspešno nasledila njihovo družino AP50. AP50XL je manjši, lažji in ponuja nadgrajeno funkcionalnost svojega predhodnika. Na voljo ima dva posebna vhodno/izhodna kanala za upravljanje opreme, ki se nahaja na krovu UAV. To pomeni, da lahko preko omenjenih kanalov s pomočjo avtomatsko pilotove programske opreme krmili vrsto naprav, kot so video kamere, opremo za zajem podatkov, zahtevnejše izvedbe pristankov s posebno opremo,...



Vir: http://www.barnardmicrosystems.com/a_uavflight%20ap50xl-lg.gif

Slika 30 AP 50 XL

6.2 OPTIČNE IN INFRARDEČE KAMERE

Brezpilotna letala z vzletno maso do 10 kg so zaradi omejene nosilnosti opremljena skoraj izključno z video kamerami. Te kamere so lahko različnih dimenzij in njihove lastnosti so odvisne od njihove cene, cene pa so lahko relativno majhne in pa seveda izjemno velike, odvisno od kvalitete kamere..Opisal bom nekaj najpogostejših video kamer ki se uporabljajo na brezpilotnih letali z vzletno maso do 10 kg.

6.2.1 Cloudcap technology USA

Ameriško podjetje ki se ukvarja z razvojem kamer za mini brezpilotna letala .Predstavljam nekaj njihovih kamer in njihove lastnosti.

♦ Kamera T2 :

- Njene značilnosti so da je popolnoma neprepustna na dež in prah, lahko preklapljam kanal in gledamo različne posnetke iz več kotov, ima tudi vključeno infrardečo funkcijo kar pomeni da lahko snemamo in gledamo tudi ponoči. Z kamero se upravlja s posebno igralno palico (joystick).Njena teža je 2.3 kg in je uporabna pri temperaturi od -20 do + 70 stopinj celzija.



Vir: http://www.cloudcaptech.com/gimbal_t2.shtm

Slika 31 kamera T2

♦ Kamera Tase duo

• Izredno kvalitetna kamera pri kateri lahko istočasno gledamo z normalo kamero ali pa preklapljammo na infrardeči pogled..Objekt zazna iz višine 1 kilometer, prepozna ga na 375 metrov in identificira na 200 metrov višine. Njena teža je 1 kilogram in je uporabna pri temperaturi od -20 do + 70 stopinj celzija.



Vir: http://www.cloudcaptech.com/gimbal_tase_duo.shtm

Slika 32 Kamera Tase duo

6.3 SISTEMI ZA ZASILNI PRISTANEK BREZPILOTNEGA LETALA V SILI

6.3.1 Sistem za zasilni pristaneke brezpilotnega letala s pomočjo avtopilota

Zasilni pristaneke brezpilotnega letala se zgodi takrat kadar mora brezpilotno letalo nujno pristati zaradi okvare oziroma odpovedi nekega pomembnega dela na letalu. Kadar se govori v uporabi samih brezpilotnih letal v civilni uporabi se ne sme zanemariti dejstva da je uporaba brezpilotnega letala nad poseljenim območjem zelo rizična. Ravno zato pa so sami snovalci brezpilotnih letal opremili letala z funkcijami, ki mu omogočajo da v primeru nujnega pristanka lahko sam ob pomoči računalnika z vnaprej določenimi in naloženimi scenariji varno pristane. Če bi se zgodilo da bi brezpilotno letalo padlo na sredo prometne ceste ali pa na šolsko dvorišče to vsekakor ne bi bilo dobro za sam odnos ljudi do njih. Sistem ki bo nadzoroval pristaneke v sili bo vsekakor pripomogel k večji uporabi brezpilotnih letal za civilno uporabo. Do danes še ne obstaja sistem ki bi omogočal da brezpilotno letalo avtonomno odloča o najprimernejšem kraju pristanka na nepoznanem terenu. Trenutno obstajajo varnostni sistemi ki omogočajo da brezpilotno letalo leti proti pristanku ki ga ima vnaprej določenega v sistemu. Velik problem pri tem predstavlja to da je treba bazo podatkov samega terena neprestano nadgrajevati in pa to da je povezava med človeškim operaterjem in brezpilotnim letalom nujno pomembna da ne bi letalo pristalo na neprimernem terenu za pristaneke. Rešitev je da se na brezpilotno letalo namesti sistem ki misli podobno kot pilot ki se znajde v kritični situaciji, ki zahteva pristaneke v sili.

6.3.2 Prizemljitev brezpilotnega letala s pomočjo padala

Brepilotno letalo ki ima vgrajeno padalo se v primeru okvare vitalnega dela letala lahko sproži s pomočjo operaterja letala ali pa se sproži samo s funkcijo ki je zapisana v spominu. Samo padalo je shranjeno v posebnem predelu letala in se sproži s pomočjo eksplozivnega naboja, ki izstreli padalo da se le ta odpre čim hitreje. Padalo nam omogoča da v primeru popolne izgube kontrole nad letalom ali izgube višine, letalo nepoškodovano pristane na zemljo. Le tako lahko rešimo vredno opremo in letalo samo pred uničenjem.



Vir: <http://www.baykarmakina.com/~baykarma/sites/default/files/parasutinis.jpg>

Slika 33 Pristanek z padalom

7 ZAKLJUČEK

Bistvo uporabe brezpilotnih letalnih naprav je, da zagotavljajo direktne, hitre in kakovostne, prostoru in času ustrezne informacije, ki jih uporabnik zahteva in so glede na željo uporabnika različne.

Uporaba brezpilotnih letal se v zadnjem času neprestano spopada z novimi izzivi ter se spreminja hitreje kot kdaj koli prej. V prihodnje bo v velikem obsegu potrebno vlagati v izobraževanje in nenehen razvoj novih tehnologij, ki bodo omogočale čedalje večji spekter uporabnosti.

Slovenska država v veliki meri zaostaja za ostalimi državami, kjer uporaba brezpilotnih letal strmo narašča. Uporaba brezpilotnih letal z vzletno maso do 10 kg je ena najcenejših oblik prenosa same slike in video posnetkov iz zraka. Oborožene sile, ki uporabljajo brezpilotna letala so spoznale da v prihodnosti delovanje enot brez podpore UAV praktično ne bo mogoč. Pri civilni uporabi mini brezpilotnih letal so se le ta izkazala kot učinkovito sredstvo za pomoč pri raznih civilnih zadevah kot so : elementarne in druge nesreče, razna reševanja, medijsko pokrivanje pri raznih športnih dogodkih ali prireditvah, uporaba v turizmu, kmetijstvu in gozdarstvu itd.

V diplomski nalogi so s pomočjo strokovne literature prikazane tehnično-tehnološke značilnosti brezpilotnih letalnih naprav z vzletno maso do 10 kg in njihova uporaba. Prihodnost je brezpilotnim napravam nedvomno naklonjena, saj njihova uporaba prinaša številne prednosti in ugodnosti. V Sloveniji bo potrebno na tem področju še marsikaj postoriti, da bomo dosegli raven drugih držav. Razlog temu pa je visoka začetna cena uvajanja tehnologije, nezaupanje v novo tehnologijo in premajhna izobraženost kadra. Res pa je, da v zadnjem času tudi razni zasebniki, nekaj malega pa tudi država delajo na tem področju.

Z vlaganjem v ljudi, v znanje, sposobnosti in pravo državno podporo bodo brezpilotna letala postala vsakdanji spremljevalec v življenju.

Vse to bo seveda predstavljalo velike stroške, ki pa se bodo dolgoročno izkazali za smiselne, saj se bo njihova uporaba izkazala kot zelo ekonomična in koristna v vsakdanjem življenju ljudi v hitro se razvijajočem se svetu.

8 LITERATURA

1. Mitja Birsa, Tilen Vernik, Jurij Lavrenčič, Damir Sumanovič: Vojaška strateška vizija rabe brezpilotnih letal, Seminarska naloga, UL FPP, Portorož, 2006
2. Tine Tomažič: Analiza in uglaševanje avtopilotskih sistemov, Diplomsko delo, UL FE, Ljubljana, 2007
3. Borut Podgoršek: Brezpilotni letalniki, Marec, 2008,
http://sierra5.net/index.php?option=com_content&task=view&id=591&Itemid=1
4. Borut Podgoršek: Kmalu tudi bojna brezpilotna letala, Slovenska vojska, Marec 2005, str. 28-29
5. The U.S. air force remotely piloted aircraft and unmanned aerial vehicle strategic vision, Air force link, 2005, <http://www.af.mil>
6. Tone Magister: Zbrano gradivo tematskega sklopa brezpilotni letalniki, Ljubljana, 2006

9 KAZALO SLIK

Slika 1 Mosquito	5
Slika 2 Skylark	6
Slika 3 Shadow	7
Slika 4 predator	8
Slika 5 Globalhawk	9
Slika 6 Aerostat	9
Slika 7 Firehawk.....	10
Slika 8 X48B	11
Slika 9 Zunanje ogrodje brezpilotnega letala in uporabljeni materiali	12
Slika 10 Bird eye 400	13
Slika 11 Dragon eye	14
Slika 12 Wasp.....	15
Slika 13 BAT	16
Slika 14 Javelin	17
Slika 15 Cassper	18
Slika 16 Kalebaykar	19
Slika 17 Puma.....	20
Slika 18 I-see	21
Slika 19 Orbiter	22
Slika 20 Tehnološki deli brezpilotnega letala	23
Slika 21 Tehnološki deli brezpilotnega letala	24
Slika 22 Pretok informacij.....	26
Slika 23 Flight managment unit	28
Slika 24 Microhard	29
Slika 25 Zemeljska postaja.....	30
Slika 26 Senap	32
Slika 27 MINC	33
Slika 28 wePilot2000.....	34
Slika 29 Kastrel v2.22	35
Slika 30 AP 50 XL	36
Slika 31 kamera T2.....	37
Slika 32 Kamera Tase duo.....	38

S svojo častjo in svojim dobrim imenom potrjujem, da sem to diplomsko nalogo izdelal samostojno, s pomočjo navedene literature in pod vodstvom mentorja, ter soglašam z njeno objavo na spletni strani UL FPP.

Portorož, 30.10.2008

Gregor Kos