

**ŠOLA ZA ČASTNIKE
XIX. GENERACIJA
LETALSTVO**

Zaključna naloga

RADIONAVIGACIJA

Instrumentalne priletne procedure

Kandidat slušatelj: vod. Simon Ganza

Mentor: por. Matej Krajnc

Ljubljana, september 2008

KAZALO

POVZETEK:	5
ABSTRACT:	6
1. UVOD.....	7
1.1 NAMEN IN CILJ RAZISKAVE	7
1.2 METODE DE LA	7
2. RNAV SISTEM IN OBSTOJEČE PRILETNE PROCEDURE NA LETALIŠČU CERKLJE	8
2.1 SPLOŠNO O RNAV SISTEMU	8
2.1.1 Prednosti področne navigacije.....	8
2.1.2 Tipi in nivoji področne navigacije.....	8
2.2 OBSTOJEČE PRILETNE PROCEDURE (RNAV APPROACH PROCEDURE)	9
2.2.1 Opis obstoječe priletne procedure	9
3. SISTEM ZA INSTRUMENTALNO PRISTAJANJE IN NJEGOVA APLIKACIJA NA LETALIŠČU CERKLJE	11
3.1 ILS IN PREDNOSTI LETALIŠČA Z OMENJENIM SISTEMOM	11
3.2 PRINCIP DELOVANJA ILS-A.....	11
3.3 KATEGORIJE ILS OPERACIJ.....	12
3.3.1 Operacija CAT I (CAT I Operation)	12
3.3.2 Operacija CAT II (CAT II Operation).....	12
3.3.3 Operacija CAT III (CAT III Operation)	12
3.4 KARAKTERISTIKE KVALITETE DELOVANJA SISTEMA ILS	13
3.4.1 Lastnost sistema ILS (performance).....	13
3.4.2 Kontinuiteta – stalnost delovanja ILS-a	13
3.4.3 Neokrnjenost delovanja ILS-a.....	13
3.4.4 Točke za opis strukture ILS signalov	13
3.5 ODDAJNIK SMERI (LOCALIZER).....	14
3.5.1 Obseg delovanja oziroma kritje signala LLZ-ja.....	14
3.5.2 Modulacija nosilnega signala	16
3.5.3 Točnost orientacije smerne linije (Course alignment accuracy)	17
3.6 ODDAJNIK SPUŠČANJA (GLIDE PATH).....	17

3.6.1	Obseg delovanja oziroma kritje GP-a.....	18
3.6.2	Modulacija nosilnega signala	18
3.7	OZNAČEVALNI ODDAJNIKI (VHF MARKER BEAKONS)	19
3.8	NAPRAVA ZA MERJENJE RAZDALJ - MERILEC RAZDALJE (DME – DISTANCE MEASURING EQUIPMENT)	19
3.9	PRILETNI OSVETLITVENI SISTEM (APPROACH LIGHTING SYSTEM).....	19
3.9.1	Priletni osvetlitveni sistem za prilete kategorije CAT I	20
3.9.2	Priletni osvetlitveni sistem za prilete kategorije CAT II in CAT III.....	21
3.9.3	Sistemi za indikacijo drsne strmine v fazi vizualnega prileta	22
3.9.3.1	<i>Sistem vizualne indikacije drsne strmine v fazi prileta (Visual Approach Slope Indicator System: VASI)</i>	23
3.9.3.2	<i>T-VASIS in AT-VASIS</i>	24
3.9.3.3	<i>Indikatorji priletne strmine preciznega prileta (Precision Approach Path Indicator: PAPI in APAPI).....</i>	24
3.10	NADZORNI SISTEMI ILS-A.....	25
3.10.1	Antenski nadzorni sistem	25
3.10.2	Sistem za daljinski nadzor delovanja navigacijskih naprav	25
4.	OMEJITVENA OBMOČJA IN RAVNINE.....	26
4.1	KRITIČNA IN SENZITIVNA CONA ANTENE LLZ-JA IN GP-A.....	26
4.1.1	Kritična cona antene (LLZ and GP Critical Area)	26
4.1.2	Senzitivna cona antene (LLZ and GP Sensitive Area)	27
4.2	DOLOČANJE OMEJITVENIH CON IN RAVNIN NA LETALIŠČU IN NJEGOVI OKOLICI.....	29
4.2.1	Omejevanje in odstranjevanje ovir	29
4.2.2	Omejitvene ravnine.....	29
4.2.2.1	<i>Stožčasta ravnina (Conical Surface)</i>	31
4.2.2.2	<i>Notranja horizontalna ravnina (Inner horizontal surface)</i>	31
4.2.2.3	<i>Priletna ravnina (Approach Surface).....</i>	32
4.2.2.4	<i>Notranja priletna ravnina (Inner Approach surface).....</i>	32
4.2.2.5	<i>Prehodna ravnina (Transitional Surface)</i>	33
4.2.2.6	<i>Notranja prehodna ravnina (Inner Transitional surface).....</i>	33
4.2.2.7	<i>Ravnina zgrešenega prileta (balked Landing surface).....</i>	33
4.2.3	Zahteve po omejevanju ovir	34

4.2.3.1	Zahteve omejevanja pri preciznem priletu	34
4.2.4	Objekti izven omejitvenih ravnin	34
5.	PARAMETRI IN OMEJITVE ZA IZDELAVO PRILETNE PROCEDURE	35
5.1	KATEGORIJE LETAL	35
5.2	NAJMANJŠA NADMORSKA/RELATIVNA VIŠINA NAD OVIRAMI (OCA/OCH – OBSTACLE CLEARANCE ALTITUDE/HEIGHT).....	35
5.3	SEGMENTI PRILETA	37
5.3.1	Segment začetnega prileta (Initial Approach)	37
5.3.1.1	Omejitveni parametri v segmentu začetnega prileta	38
5.3.2	Segment vmesnega prileta (Intermediate Approach)	38
5.3.2.1	Omejitveni parametri v segmentu vmesnega prileta	38
5.3.3	Segment končnega prileta oziroma precizni segment ILS-a (Final Approach – precision approach ILS).....	39
5.3.3.1	Točka spuščanja (DF – Descent Fix).....	40
5.3.3.2	Omejitveni parametri v segmentu končnega prileta.....	40
5.3.3.3	Določanje višine odločitve (DA/H – Decision Altitude/Height)	40
5.3.4	Segment zgrešenega prileta (Missed Approach)	41
5.3.4.1	Faze procedure zgrešenega prileta – MA	42
5.3.4.2	Gradient vzpenjanja in višina nad ovirami v MA	42
6.	ANALIZA TOPOGRAFIJE IN ANALIZA OMEJITVENIH RAVNIN ZA POSTAVITEV RADIONAVIGACIJSKE OPREME NA LETALIŠČU CERKLJE.....	43
6.1	GRAFIČNA ANALIZA TERENA ZA POSTAVITEV KOMPONENT ILS-A	43
6.2	ANALIZA TOPOGRAFIJE OKOLICE IN LETALIŠČA SAMEGA	44
6.2.1	Teren pred pragom 09.....	44
6.2.2	Teren pred pragom 27.....	44
7.	ZAKLJUČEK	45
	VIRI	45
	KAZALO SLIK.....	47
	SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC	48
	IZJAVA O AVTORSTVU.....	50

Ključne besede: ILS
VPS
Prilet
Minimumi
Pristajanje
Navigacija

POVZETEK:

Sistemi kakršen je ILS omogočajo vodenje letala v fazi prileta in pristajanja, ter predstavljajo natančen prilet, ki ga je možno vršiti tudi ob pogojih zmanjšane vidljivosti oziroma kadar to drugače ne bi bilo mogoče. Na začetku zaključne naloge so na kratko omenjene potrebe po navigaciji, ki jih narekuje sodobno letalstvo in predstavitev obstoječih priletnih procedur za letališče Cerklje ob Krki. Sledi opis zahtev in omejitev za postavitev ILS oddajnikov ter izgradnjo priletne procedure. Glede na ugotovite iz analiz, so na koncu predstavljene prednosti in dejanski rezultati, ki bi jih omenjeni sistem prinesel.

Key words: ILS

Runway
Approach
Minimas
Landing
Navigation

ABSTRACT:

Systemst like the ILS can make it possible to guide the aircraft in the approach and landing phase. The ILS represents a precession approach, which can be performed even under low visibility conditions. In the beginning of this assignment there are mentioned navigational needs that are dictated by modern aviation. It starts from the actual state of the navigational equipment and the approach procedures for airport Cerklje ob Krki, followed by the requirements and restrictions for the application of ILS transmitters and procedure design. The advantages and results of such navigational upgrade are presented at the end of this assignment.

1. UVOD

Navigacija je veščina, ki nas uči, kako je potrebno voditi zrakoplov oz. plovilo na podlagi znanstvenih metod od ene točke na Zemlji do druge po najkrajši poti. Z razvojem vojaškega in civilnega letalstva je napredovala tudi tehnika navigacije in prav tako so se skozi zgodovino spreminjale tehnike navigacije. Kmalu je postalo jasno, da ne moremo biti omejeni z letenjem samo podnevi in v ugodnih vremenskih razmerah in tukaj nastopi pojem radionavigacija oz. letenje z uporabo radionavigacijskih sredstev – instrumentalno letenje. Letališče Cerklje ob Krki je edino vojaško letališče v Sloveniji, je pa tudi eno izmed edinih tovrstnih na svetu, ki ni opremljeno s sodobnimi radionavigacijskimi sredstvi in svetlobnimi navigacijskimi sredstvi, ki bi omogočala izvajanje operacij ob pogojih zmanjšane vidljivosti. Letališče Cerklje ob Krki ima pestro vojaško zgodovino, saj njegov nastanek sega v obdobje med obema vojnama. Letališče se nahaja v dolinah reke Save in Krke, 4 km zahodno od mesta Brežice, 6 km južno od mesta Krško in 2 km severno od vasi Cerklje. V okolici letališča je ravnina s polji, južno in severno pa je pokrajina gričevnata, griči so visoki do 1000 m. Približno 800 m severno od VPS poteka novo zgrajena avtocesta Ljubljana-Zagreb, južno od letališča pa so Gorjanci z najvišjim vrhom 1181 m. Približno 4 km severno od letališča leži JE Krško, ki ima okoli sebe varovan zračni prostor s prepovedjo letenja v radiju 1 km okoli elektrarne ter do 1500 m višine. Literaturo, ki bi opisovala samo letališče, njegov nastanek in razvoj, je zelo težko najti, ker jo je večinoma odnesla s seboj JLA ali pa jo je uničila.

Izhodišče te zaključne naloge se navezuje na zgoraj omenjeno problematiko in zajema možnosti namestitve radionavigacijskih in svetlobnih navigacijskih sredstev na letališče Cerklje ob Krki.

NAMEN IN CILJ RAZISKAVE

Namen raziskave je proučiti in natančneje spoznati trenutne radionavigacijske procedure prileta, možnosti in omejitve za postavitve sistema za instrumentalno pristajanje na letališču Cerklje. Cilj diplomske naloge je ocena topografije, če je le-ta primerna za postavitve ILS-a, ocena omejitvenih ravnin za določitev minimumov in okvirna določitev minimumov v primeru, če bi bilo letališče Cerklje opremljeno s sistemom za instrumentalno pristajanje (v nadaljevanju: ILS), preučiti ter seznaniti se z mednarodnimi predpisi in omejitvami za izdelavo priletnih procedur.

METODE DELA

- **Deduktivna znanstvena metoda dela**, ki temelji na zbiranju in prenosu primarnih in sekundarnih podatkov zbranih v literaturi tujih in domačih avtorjev, virih, pogovorih, prispevkih, internetu in člankih s področja, ki ga diplomska naloga obravnava.
- **Metoda primerjalne analize**, kjer sem primerjal sestavo, uporabo in katerekoli druge parametre med dvema ali več viri.
- **Metoda sinteze**, s katero sem združil teoretična in praktična spoznanja v nove rešitve s poudarkom na izkušnjah ostalih.

2. RNAV SISTEM IN OBSTOJEČE PRILETNE PROCEDURE NA LETALIŠČU CERKLJE

SPLOŠNO O RNAV SISTEMU

RNAV (Area Navigation – v nadaljevanju: Področna navigacija) sistem je katerikoli sistem, ki omogoča vodenje letala z določeno stopnjo natančnosti, brez potrebe po letenju neposredno nad zemeljskim oddajnikom oz. navigacijskim sredstvom. Potrebno natančnost dosežemo z uporabo navigacijskih podatkov, ki jih dobimo z enega ali kombinacijo več osnovnih navigacijskih sistemov, kot so: VOR/DME, ILS/MLS, LORAN, GNSS, INS/IRS, ADC, čas.

Prednosti področne navigacije

Področna navigacija dopušča letenje po bolj direktnih zračnih poteh in s tem izboljšuje operativno učinkovitost ter pripomore k razbremenitvi zračnega prostora v primerih povečanega prometa. Centri zračnega nadzora so zato razvili in vpeljali rute področne navigacije, ki so bolj direktnih oblik in ne zahtevajo letenja neposredno čez navigacijska sredstva.

Prednosti torej so:

- zmanjšanje zračne razdalje, časa leta in porabe goriva, kar daje letalskim družbam in pilotom več možnosti pri izbiranju rut;
- povečana kapaciteta zračnega prostora z uporabo dvojnih ali vzporednih rut in uporaba obvoznih rut pri preletu prometnih terminalnih območij;
- zmanjšanje kriterijev za vertikalno in horizontalno separacijo.

Tipi in nivoji področne navigacije

Obstajata dva tipa področne navigacije RNAV:

- Sistem osnovne področne navigacije (Basic RNAV; B-RNAV) - Mora izpolnjevati potrebe po natančnosti položaja znotraj 5 NM v 95 % primerov. S takim sistemom mora biti opremljeno vsako letalo, ki leti znotraj Evropskega kontroliranega zračnega prostora in lahko prevaža 30 potnikov ali več.
- Sistem precizne ali natančne področne navigacije (Precision RNAV; P-RNAV) - Mora izpolnjevati potrebe po natančnosti položaja znotraj 1 NM v 95 % primerov. Ta sistem je še v fazi uvajanja in izpopolnjevanja.

Poznamo še tri nivoje področne navigacije:

- 2D področna navigacija se nanaša na vodenje samo v horizontalni ravnini.
- 3D področna navigacija nam poleg vodenja v horizontalni ravnini, omogoča vodenje v vertikalni ravnini.
- 4D področna navigacija je sistem, ki procesira 3D področno navigacijo s funkcijo časa.

OBSTOJEČE PRILETNE PROCEDURE (RNAV APPROACH PROCEDURE)

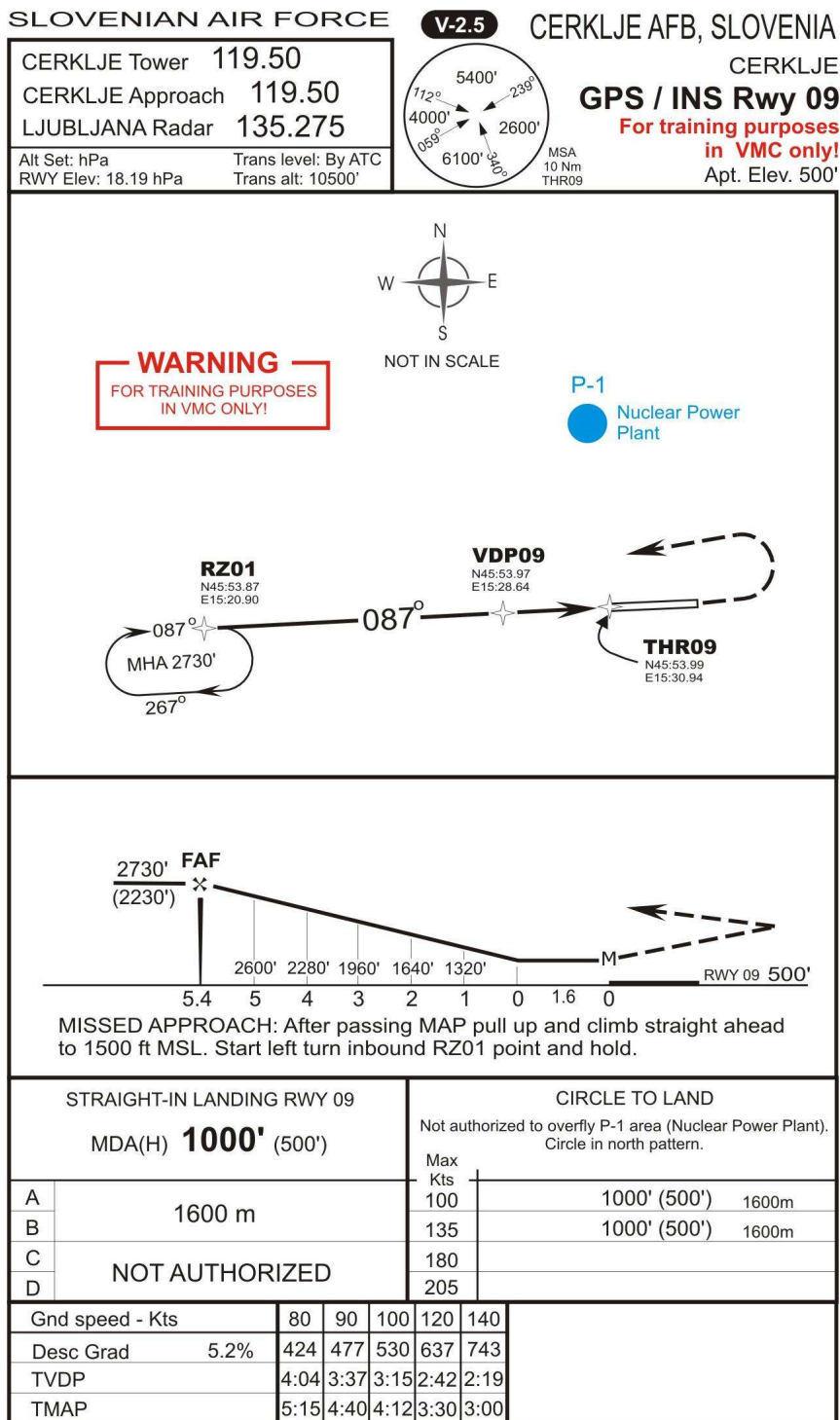
Opis obstoječe priletne procedure

Procedura, ki jo prikazuje slika 1 se uporablja zgolj v trenažne namene, v vizualnih meteoroloških pogojih, ker je bila izdelana v okviru LETŠ in ni priznana iz strani lokalnih oblasti zračnega prometa (ministrstvo za promet, direktorat za civilno letalstvo).

Opis procedure iz slike 1:

Točka RZ01 predstavlja točko prehoda med segmentoma vmesnega in končnega prileta (FAF). V tej točki pilot prevede zrakoplov iz holdinga (proceduralni manever za nižanje višine pred pristankom) v končno fazo prileta za pristane in sicer na minimalni višina 2730 ft QNH, 5,4 NM pred pragom 09. Točka VDP09 (visual descent point) predstavlja mesto (Višino in oddaljenost od praga VPS) na katerem mora pilot imeti vizualno referenco, da lahko nadaljuje s spuščanjem za pristane, sicer mora nadaljevati do točke MAP, kjer izvede proceduro zgrešenega prileta, ki je opisana pod profilno skico priletne procedure in pravi: ko dosežemo MAP mora pilot prevesti letalo v režim vzpenjanja v čim bolj direktni smeri, do višine 1500 ft QNH, nato izvede levi zavoj v smeri proti točki RZ01 in ko to doseže na predpisani višini, se vključi v proceduralni manever – holding. V tabelah pod skico procedure je navedena še minimalna višina za spuščanje pred pristankom (MDA 1000 ft QNH) ter minimalna dovoljena horizontalna vidljivost (1600 m za kategorije letal A in B). V tabelah so podane tudi časovnice med točkama RZ01, VDP in MAP, za različne hitrosti (80, 90, 100, 120 in 140 kts) in višina ter horizontalna vidljivost v primeru, ko ni mogoče izvajati direktnega prihoda na VPS (circle to land – minimalna višina 1000 ft QNH in minimalna horizontalna vidljivost 1600 m)

Slika 1: GPS/INS karta priletne proceure na VPS 09



Vir: LETŠ

3. SISTEM ZA INSTRUMENTALNO PRISTAJANJE IN NJEGOVA APLIKACIJA NA LETALIŠČU CERKLJE

Hiter razvoj, sunkovita rast in komercializacija letalskega prometa je botrovala k dvigovanju standardov na vseh področjih letalstva in tako je napredoval tudi razvoj radio-navigacijskih sredstev, katera so omogočila znižanje najnižjih omejitev (v nadaljevanju: minimumi) v fazah prileta in pristanka. Z znižanjem minimumov torej pripomoremo k izvršitvi prileta ter pristanka na letališču, kadar to drugače ne bi bilo mogoče, npr. ponoči in v pogojih slabe vidljivosti.

Vrste priletov:

- **Vizualen prilet** (Visual Approach) - Letimo po pravilih instrumentalnega letenja, prilet izvedemo vizualno.
- **Nenatančen ali neprecizen prilet** (Non Precision Approach) - Prilet z uporabo neusmerjenega oddajnika, NDB-ja, ki se ponavadi nahaja na podaljšani osi vzletno pristajalne steze; prilet z uporabo vsesmernega oddajnika (VHF Omnidirectional radio Range - v nadaljevanju: VOR) in napravo za merjenje razdalje (Distance Measuring Equipment – v nadaljevanju: DME); radarski prilet s pomočjo nadzorovalnega radarja, ki pa nem ne daje informacije o višini.
- **Natančen ali precizen prilet** (Precision Approach) - Je standarden prilet, na katerem nam navigacijski sistem (ILS, MLS) zagotovi priletno piramido ali radarsko vodenje po smeri in višini (PAR).

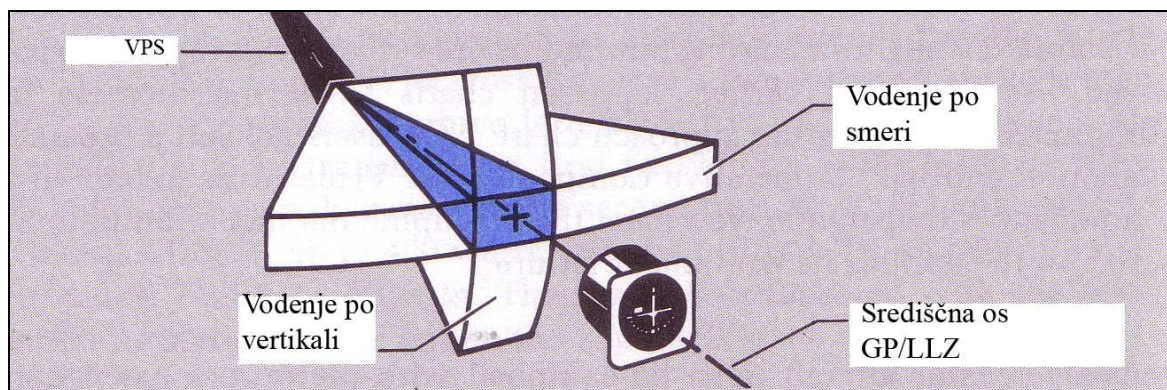
ILS IN PREDNOSTI LETALIŠČA Z OMENJENIM SISTEMOM

Instrumentalni sistem za pristajanje je nepogrešljivo navigacijsko sredstvo za natančen prilet, katero nam posreduje natančne podatke o idealni smeri, idealnem kotu in razdalji do VPS. S povečanjem točnosti se zmanjšajo tudi minimumi same procedure prileta na VPS. Ne glede na to, da prva izvedba sistema za instrumentalno pristajanje sega v leto 1943 (ZDA) je le ta najbolj preprost in razširjen izmed vseh obstoječih sorodnih sistemov, kot so na primer MLS, GPS in PAR. Mednarodna organizacija za civilno letalstvo (International Civil Aviation Organization – v nadaljevanju: ICAO) je v sedemdesetih letih določila lastnosti, ki jih mora izpolnjevati ILS, le te pa so navedene v aneksu 10 – zvezek 1, kateri se nanaša na radio-navigacijsko opremo in aneksu 14 – zvezek 1, kateri se nanaša na načrtovanje letališč.

PRINCIP DELOVANJA ILS-A

Na splošno je sistem ILS zasnovan na principu oddajanja in sprejemanja frekvenčno moduliranih radio signalov. Sistem je sestavljen iz antenskih oddajnikov, ki dajejo informacije o podaljšani osi vzletno pristajalne steze, idealnem kotu pristajanja na VPS ter informacije o oddaljenosti letala od praga vzletno pristajalne steze. Signali oddajnika priletne smeri (Localizer – v nadaljevanju: LLZ), oddajnika spuščanja oziroma drsne strmine (Glide Path – v nadaljevanju: GP), označevalnih oddajnikov (Marker Beacons) ali merilca razdalje (Distance Measuring Equipment – v nadaljevanju: DME) se med seboj sekajo tako, da v prostoru tvorijo piramido, katere vrh je v točki dotika z vzletno pristajalne steze (Touch Down Point – v nadaljevanju: TDP). Os te piramide predstavlja idealno pot pristajanja (slika 2).

Slika 2: Priletna piramida z osjo idealne smeri prihoda na VPS



Vir: [2] str 4-8

KATEGORIJE ILS OPERACIJ

Operacija CAT I (CAT I Operation)

Je precizen instrumentalni prilet in pristonek z višino odločitve (Decision Height – v nadaljevanju: DH) 60 metrov (200 čevljev) ali višje in horizontalno vidljivostjo ne manjšo od 800 metrov, če jo ugotavlja meteorološki opazovalec, oziroma ne manjšo od 550 metrov, kadar je določena z napravo za merjenje vidljivosti vzdolž vzletno pristajalne steze (Runway Visual Range – v nadaljevanju: RVR).

Operacija CAT II (CAT II Operation)

Je precizen instrumentalni prilet in pristonek z višino odločitve nižjo od 60 metrov (200 čevljev) vendar ne nižjo od 30 m (100 čevljev) ter RVR ne manjša kot 350 m pri ročnem pristanku oziroma 300 m pri avtomatskem pristanku (autoland).

Operacija CAT III (CAT III Operation)

Operacije CAT III so razdeljene v tri skupine, katere omogočajo spuščanje do pristanka, pri čemer višina odločitve ni navedena.

- Operacija CAT IIIA (CAT IIIA Operation) - je precizen instrumentalni prilet in pristonek. Prilet je lahko:
 - a) z višino odločitve nižjo od 30 m (100 čevljev) vendar ne nižjo od 15 m (50 čevljev) in RVR ne manjša od 200 metrov;
 - b) brez višine odločitve (DH) in RVR ne manjša od 200 metrov.
- Operacija CAT IIIB (CAT IIIB Operation) - je precizen avtomatski instrumentalni prilet in pristonek z ali brez višine odločitve, ter RVR manjša od 200 m vendar večja od 50 m.
- Operacija CAT IIIC (CAT IIIC Operation) - je precizen avtomatski prilet in pristonek ter vožnja po manevrskih površinah brez omejitev.

KARAKTERISTIKE KVALITETE DELOVANJA SISTEMA ILS

Karakteristike sistema ILS so določene glede na natančnost in kvaliteto signala oddajnikov oziroma natančnost vodenja letal ter na zanesljivost delovanja sistema.

Lastnost sistema ILS (performance)

- Izvajanje ILS operacij CAT I zagotavlja vodenje letala od meje dometa ILS-a do točke, kjer smerna linija LLZ-ja preseka linijo GP-a na višini 60m (200 čevljev) ali nižje nad horizontalno ravnino praga VPS.
- Izvajanje ILS operacij CAT II zagotavlja vodenje letala od meje dometa ILS-a do točke kjer smerna linija LLZ-ja preseka linijo GP-a na višini 15m (50 čevljev) ali nižje nad horizontalno ravnino praga VPS.
- Izvajanje ILS operacij CAT III zagotavlja vodenje letala od meje dometa ILS-a do praga VPS in tudi vzdolž VPS, vendar s pomočjo dodatne opreme.

Kontinuiteta – stalnost delovanja ILS-a

Kontinuiteta ali stalnost delovanja je zahteva pri delovanju ILS-a, da bo čim manjkrat prišlo do prekinitve oddajanja signalov. Stopnja stalnosti delovanja LLZ-ja in GP-a je izražena z verjetnostjo, da ne bo prišlo do prekinitve signalov, ki jih oddajata za vodenje letal. Kontinuiteta delovanja ILS-a je torej dodatni pogoj, ki je določen z minimalnim časom med odpovedmi (Minimum Time Between Failures – v nadaljevanju: MTBF) in je za LLZ določen na 4000 ur za GP pa na 2000 ur. MTBF se zagotavlja s podajanjem določenih kritičnih elementov sistema.

Neokrnjenost delovanja ILS-a

Neokrnjenost delovanja izraža stopnjo zanesljivosti podatkov, ki jih ILS naprava pošilja v prostor. Stopnja zanesljivosti signalov je podana z verjetnostjo, da naprava ne bo oddajala napačnih signalov. Neoporečnost signalov ILSa v prostoru nadzira integralni monitor, ki je dopolnjen z daljinskim monitorjem. Monitorski sistem mora napravo izključiti takoj, ko signali postanejo nezanesljivi oziroma kadar pride do odklona snopa izven predpisanih toleranc, ki so zapisane v ICAO Annexu 10.

Točke za opis strukture ILS signalov

- **ILS točka A;** je točka merjena vzdolž podaljšane osi VPS v smeri prileta in leži na razdalji 7,5 km (4 NM) pred pragom VPS.
- **ILS točka B;** je točka merjena vzdolž podaljšane osi VPS v smeri prileta in leži na razdalji 1050 m (3500 čevljev) pred pragom VPS.
- **ILS točka C;** je točka 30 m (100 čevljev) nad pragom VPS, katero preseka ravnina, ki opisuje spodnjo mejo snopa drsne strmine.
- **ILS točka D;** je točka, ki se nahaja 4 m (12 čevljev) nad osjo VPS in na oddaljenosti 900 m (3000 čevljev) od praga VPS proti anteni LLZ-ja.
- **ILS točka E;** je točka, ki se nahaja 4 m (12 čevljev) nad osjo VPS in na oddaljenosti 600 m (2000 čevljev) do konca VPS v smeri določeni za pristajanje.

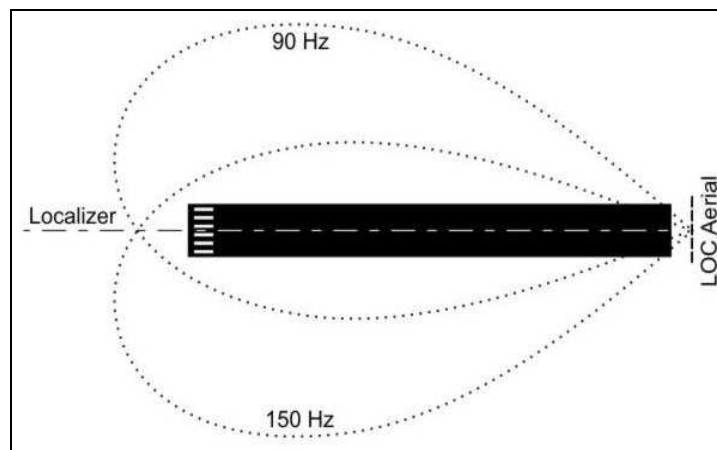
- **ILS točka T**; je točka, ki se nahaja na določeni višini nad pragom VPS, v presečišču osi VPS ter ravnine, ki jo opiše spodnja meja snopa GP antene. To točko imenujemo referenčna točka ILS-a in leži na predpisani višini in sicer za CAT II in CAT III operacije je vrednost te višine 15m (50 čevljev) s toleranco +10/-0 čevljev.

Na točkah A,B,C,D,E in T mora struktura oziroma kvaliteta signala z verjetnostjo 0,95 ustrezati vrednostim, zahtevam za sektor smeri (course Sector) prileta.

ODDAJNIK SMERI (LOCALIZER)

Oddajnik smeri oddaja signale o podaljšani osi vzletno pristajalne steze na frekvencah od 108,1 MHz do 111,95 MHz v razmakih po 50 KHz. Antena oddaja dva frekvenčno modulirana signala. Na levi strani vzletno pristajalne steze je signal moduliran z 90 Hz na desni strani pa s 150 Hz (slika 3). Če se letalo nahaja natančno na podaljšani osi vzletno pristajalne steze, je stopnja ene in druge modulacije enaka in instrument v letalu, ki meri razliko sprejemanja intenzitete modulacij, je postavljen v srednji (nevtralni) položaj. Procentualna razlika v stopnji modulacije (Difference in depth of modulation – v nadaljevanju: DDM) je 0, kadar je dejanska smer pristajanja natančno pokrita s podaljšano osjo sistema. Vrednosti DDM +15,5 % ali DDM -15,5 % predstavljata točki na nasprotnem pragu VPS, oddaljeni 107 m pravokotno od osi VPS.

Slika 3: Oblika signalov LLZ-ja



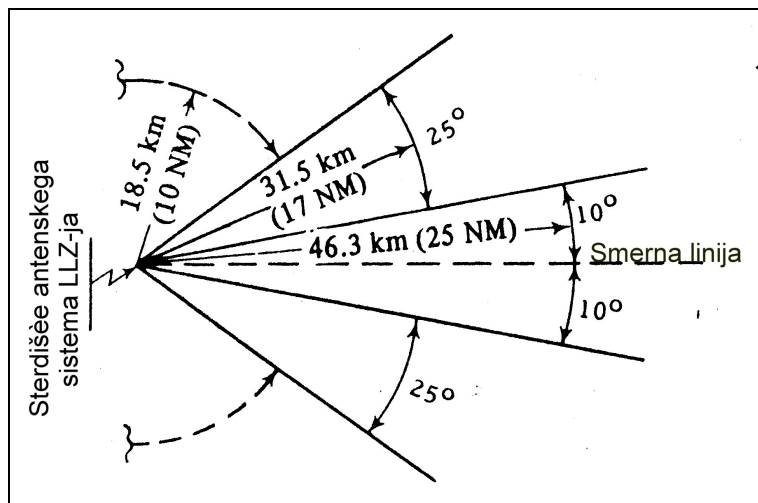
Vir; [8] – 2.

Obseg delovanja oziroma kritje signala LLZ-ja

LLZ mora oddajati dovolj močne signale, da bo zagotovljeno delovanje značilne opreme v letalu v področjih kritja LLZ-a in GP-a. Kot je prikazano na sliki 4, mora področje kritja LLZ-ja segati od središča antenskega sistema LLZ-ja pa vse do sledečih razdalj:

- 46,3 km (25 NM) in $\pm 10^\circ$ od osi VPS;
- 31,5 km (17 NM) in kar je sredi $\pm 10^\circ$ in $\pm 35^\circ$ od osi VPS;
- 18,5 km (10 NM) in $\pm 35^\circ$ od osi VPS, če je kritje zagotovljeno.

Slika 4: Kritje signalov LLZ-ja glede na horizontalo

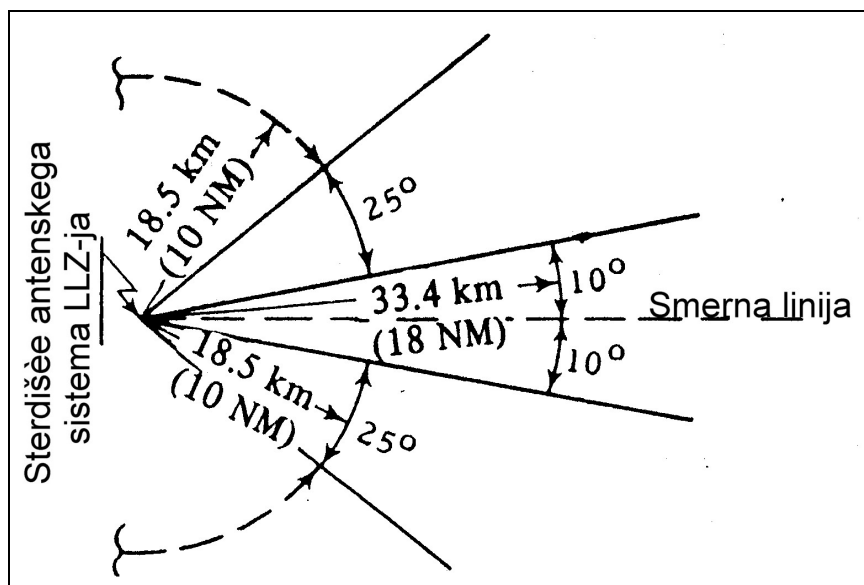


Vir: [3] str. 119

V primerih kjer zaradi topografije terena ni moč doseči zgoraj omenjenega kritja ali kjer operative zahteve to dovoljujejo, se meje kritja lahko reducirajo na sledeče vrednosti:

- 33,3 km (18 NM) in $\pm 10^\circ$ od osi VPS;
- 18,5 km (10 NM) znotraj preostalega dela kritja, vendar le če alternativna navigacijska sredstva zagotavljajo kritje znotraj faze vmesnega prileta (slika 5).

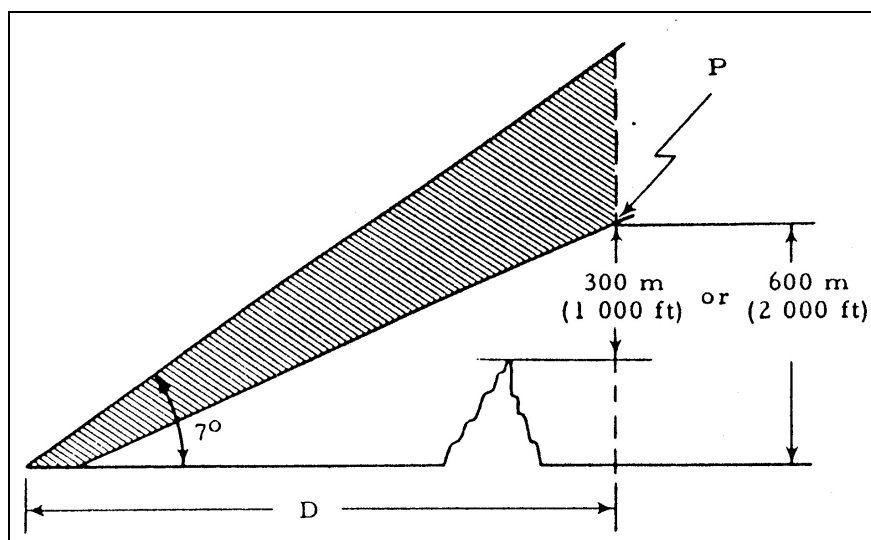
Slika 5: Kritje signalov LLZ-ja glede na horizontalo, ki mora biti zagotovljeno v posebnih primerih



Vir: [3] str. 119

Kot prikazuje slika 6, mora biti sprejemanje signalov LLZ-ja na navedenih razdaljah zagotovljeno na višini 600 m (2000 čevljev) in višje nad pragom VPS ali 300 m (1000 čevljev) nad najvišjo oviro v fazi vmesnega in končnega prileta, upoštevamo pa tisto vrednost, ki je višja. Sprejemanje takšnih signalov na navedenih razdaljah mora biti zagotovljeno do višine, ki jo doseže ravnina, katera se dviga od antene LLZ-ja pod kotom 7° glede na horizontalno ravnino.

Slika 6: Kritje signalov LLZ-ja glede na višino



Vir: [3] str. 119

Modulacija nosilnega signala

Zaradi obeh moduliranih signalov (90 in 150 Hz) mora biti vrednost imenske globine modulacije frekvence nosilnega radio signala $20\% \pm 2\%$ vzdolž podaljšane osi VPS. Tolerance modulacijskih frekvenc:

- Vrednosti modulacij morajo biti 90 in 150 Hz $\pm 2,5\%$.
- Vrednosti modulacij morajo biti 90 in 150 Hz $\pm 1,5\%$ za ILS CAT II.
- Vrednosti modulacij morajo biti 90 in 150 Hz $\pm 1\%$ za ILS CAT III.
- Celoten delež harmoničnosti 90 Hz signala ne sme presegati 10%; za LLZ-je CAT III; dodatno velja, da drugi delež harmoničnosti 90 Hz signala ne sme presegati 5%.
- Celoten delež harmoničnosti 150 Hz signala ne sme presegati 10%.

Točnost orientacije smerne linije (Course alignment accuracy)

Smerna linija mora biti v referenčni točki nastavljena ter ohranjena v sledečih mejah oziroma enakovrednih odmikih od osi VPS:

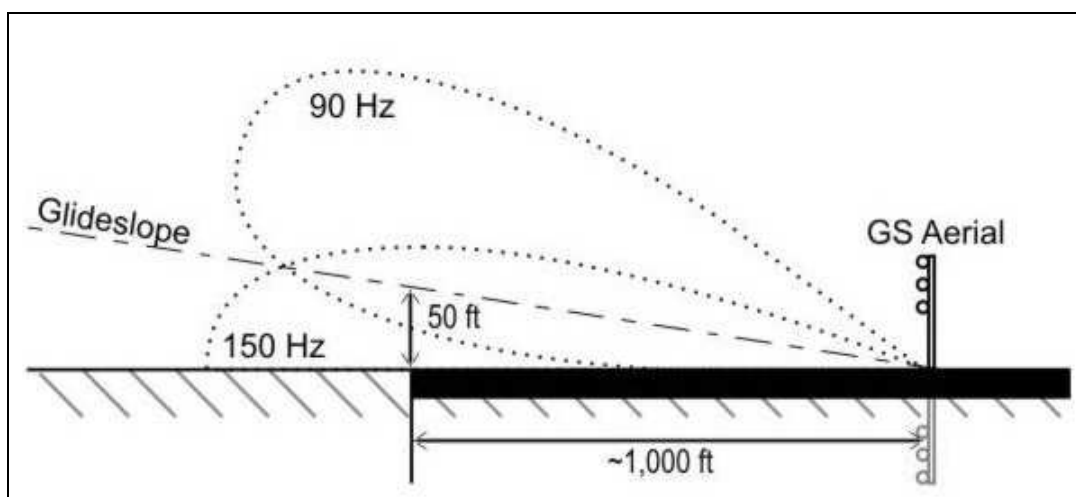
- za LLZ-je pripadajoče kategoriji CAT I je lahko odstopanje $\pm 10,5$ m (35 čevljev) ali enakovredno 0,015 vrednosti DDM;
- za LLZ-je pripadajoče kategoriji CAT II je lahko odstopanje $\pm 4,5$ m (15 čevljev);
- za LLZ-je pripadajoče kategoriji CAT III je lahko odstopanje ± 3 m (10 čevljev).

Pri sistemih kategorije CAT II in CAT III se morajo izvajati nastavitve in vzdrževalna dela tako, da so zgoraj omenjene meje le redko dosežene, zaradi česar mora biti zagotovljena zadostna neokrnjenost delovanja zemeljskih komponent ILS-a.

ODDAJNIK SPUŠČANJA (GLIDE PATH)

Oddajnik spuščanja oddaja signale priletnega kota na VPS. Zaradi čim večje natančnosti antena oddaja signale na frekvencah od 328,60 MHz do 335,40 MHz v razmikih po 150 KHz. Signal nad določenim kotom pristajanja je moduliran z 90 Hz, pod njim pa s 150 Hz. Običajno je nominalna vrednost priletnega kota 3° , in jo je možno spreminjati od 2° do 4° . Frekvenca GP antene je odvisna od frekvenca LLZ antene, tako da se na instrumentu v letalu nastavi le prva frekvenca (frekvenca LLZ-ja), druga pa je s tem že avtomatsko nastavljena. Trajektorija signala GP antene, na kateri je DDM 0, je hiperbola. Na podlagi ICAO standardov je določena višina nad pragom VPS – ILS točka T oziroma referenčna točka (ILS Reference Datum), ki jo mora imeti linija prileta na VPS. Zaradi določenega priletnega kota je potrebno anteno GP montirati na določeni razdalji od praga VPS.

Slika 7: Oblika signalov GP-a

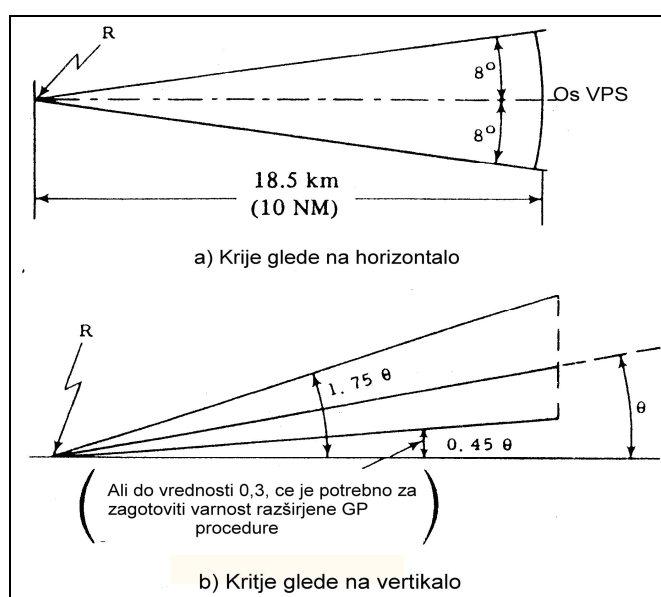


Vir: [8] – 2.

Obseg delovanja oziroma kritje GP-a

Oprema oddajnika GP-a mora oddajati dovolj močne signale, da bo zagotovljeno delovanje značilnih sprejemnikov v letalu v področju 8° na vsako stran od osi GP-a ILS-a, do razdalje 18,5 km (10 NM). Kot oddajanja sega od $0,30^\circ\theta$ pa do $1,75^\circ\theta$, pri čemer je θ kot idealnega prileta. Da je kritje zagotovljeno do omenjenih razdalj, je minimalna potreba moč sevalnega polja v tem območju $400 \mu\text{V}/\text{m}^2$ (minus 95 dBW/m²). Moč polja GP-a pripadajočega sistemu CAT I mora biti zagotovljena navzdol do višine 30 m (150 čevljev) nad pragom VPS. Za CAT II in CAT III sisteme mora biti omenjena vrednost moči polja zagotovljena do višine 15 m (50 čevljev) na pragom VPS. Slika 8 prikazuje območje kritja GP-a, kjer točka R predstavlja presečišče spodnjega roba snopa GP-a z osjo VPS in kjer je θ imenski kot ILS GP-a (2° - 4°).

Slika 8: Območje kritja GP-a glede na horizontalno (a) in vertikalno ravnino (b)



Vir: [3]

Modulacija nosilnega signala

Zaradi obeh moduliranih signalov (90 in 150 Hz) mora biti vrednost imenske globine modulacije frekvence nosilnega radio signala $40\% \pm 2,5\%$ vzdolž snopa drsne strmine. Tolerance modulacijskih frekvenc:

- Vrednosti modulacij morajo biti 90 in 150 Hz $\pm 2,5\%$ za ILS CAT I.
- Vrednosti modulacij morajo biti 90 in 150 Hz $\pm 1,5\%$ za ILS CAT II.
- Vrednosti modulacij morajo biti 90 in 150 Hz $\pm 1\%$ za ILS CAT III.
- Celoten delež harmoničnosti 90 Hz signala ne sme presegati 10%; dodatno velja za opremo CAT III, kjer drugi delež harmoničnosti 90 Hz signala ne sme presegati 5%.
- Celoten delež harmoničnosti 150 Hz signala ne sme presegati 10%.

OZNAČEVALNI ODDAJNIKI (VHF MARKER BEAKONS)

Zunanji, srednji in notranji označevalnik (Middle Marker, Outer Marker, Inner Marker – v nadaljevanju: MM, OM, IM) so postavljeni na določeni oddaljenosti od praga VPS in oddajajo signale v vertikalni smeri. V večini izvedb ILS-a sta postavljena le dva označevalnika in sicer OM in MM. Vsi markerji delujejo na frekvenci 75 MHz. Pilotu v letalu dajejo informacijo o oddaljenosti letala od praga VPS. Antena markerja je postavljena točno v osi steze in ima v horizontalni ravnini sevalni diagram v obliki elipse. Na višini 1000 čevljev nad anteno je snop dolg 2400 čevljev in širok 4200 čevljev. Širša os elipse je postavljena prečno na smer pristajanja. Pri preletu tega sredstva se sliši kratek ponavljajoči se zvočni signal, ki v primeru višine 1000 čevljev AGL in hitrosti 120 vozlov, traja ~12 sekund. Moč oddajnikov je do 4W. Razdalja markerjev od praga VPS in frekvenca oddajanja:

- OM – (6.5km – 11km) 400Hz.
- MM – (1050m) 1300Hz.
- IM – (75 – 450m) 3000Hz.

NAPRAVA ZA MERJENJE RAZDALJ - MERILEC RAZDALJE (DME – DISTANCE MEASURING EQUIPMENT)

DME v sistemu ILS predstavlja dodatno sredstvo, ki daje podatke o natančni oddaljenosti letala od sredstva. Stopnja natančnosti je 10 m v sektorju FA (Final Approach), v območju 8 NM, in 15 m v sektorju IA (Initial Approach), v območju 22 NM. Sredstvo se lahko uporablja samostojno ali pa skupaj z ILS-om. Za operacije pristajanja CAT III se DME običajno kolocira z antenskim sistemom GP, drugače pa je moža tudi individualna postavitev.

- Letalo DME napravi pošlje signal. Signal se v DME napravi obdela in pošlje nazaj letalu.
- Glede na potreben čas potovanja signala naprava v letalu izračuna oddaljenost do DME naprave.
- Frekvenca DME naprave je pogojena s frekvenco lokalizerja ter glidepatha in se giblje okoli frekvenca 1GHz.
- Moč DME naprave je 100W - 1kW.

PRILETNI OSVETLITVENI SISTEM (APPROACH LIGHTING SYSTEM)

Normalen prilet po ILS-u se deli na dva ločena dela:

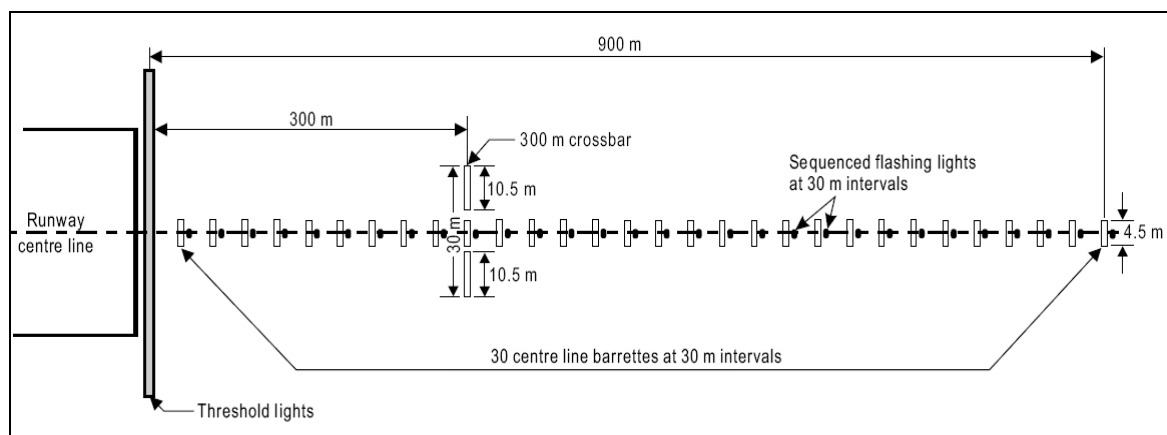
- **Instrumentalen del** – uporabljamo samo radio-navigacijsko vodenje.
- **Vizualen del** – moramo vzpostaviti vizualen kontakt s tlemi in se odločiti za nadaljevanje pristanka ali izvedbo procedure zgrešenega prileta (Missed Approach – v nadaljevanju: MA).

Prehod v vizualno stopnjo je najbolj kritičen del instrumentalnega prileta, ker se moramo odločiti ali bomo pristali ali izvedli MA proceduro. Namen priletnega osvetlitvenega sistema je uporaba luči, ki prodrejo skozi atmosfero tudi ob slabših oziroma pogojih zmanjšane vidljivosti. Za varen prehod iz instrumentalnega v vizualen del, mora prodor luči skozi atmosfero, zagotoviti vizualno informacijo o razdalji, smeri in drsni strmini glede na TDP. Nekateri priletni osvetlitveni sistemi vsebujejo zaporedno bliskajoče se luči ali luči, ki indicirajo poravnavo z VPS. Te luči predstavljajo modro-bele utripajoče luči in so včasih združene z ostalimi priletnim osvetlitvenimi sistemi. Pilot dobi vtis, da se luči z veliko hitrostjo kotalijo proti pragu VPS.

Priletni osvetlitveni sistem za prilete kategorije CAT I

Slika 9 prikazuje priletni osvetlitveni sistem za prilete po CAT I, kateri se sestoji iz vrste luči, ki so postavljene v liniji podaljšane osi VPS, če je možno do dolžine 900m od praga VPS in prečnih luči, ki ležijo pravokotno na podaljšani osi VPS na razdalji 300 m od praga VPS v širini 30 m. Prečne luči morajo biti v ravni horizontalni liniji oziroma odstopanja med posamičnimi luči po višini niso dovoljena. Luči, ki sestavljajo podaljšano os VPS, morajo biti postavljene v razmakih po 30 m.

Slika 9: Shema osvetlitvenega sistema za prilete CAT I

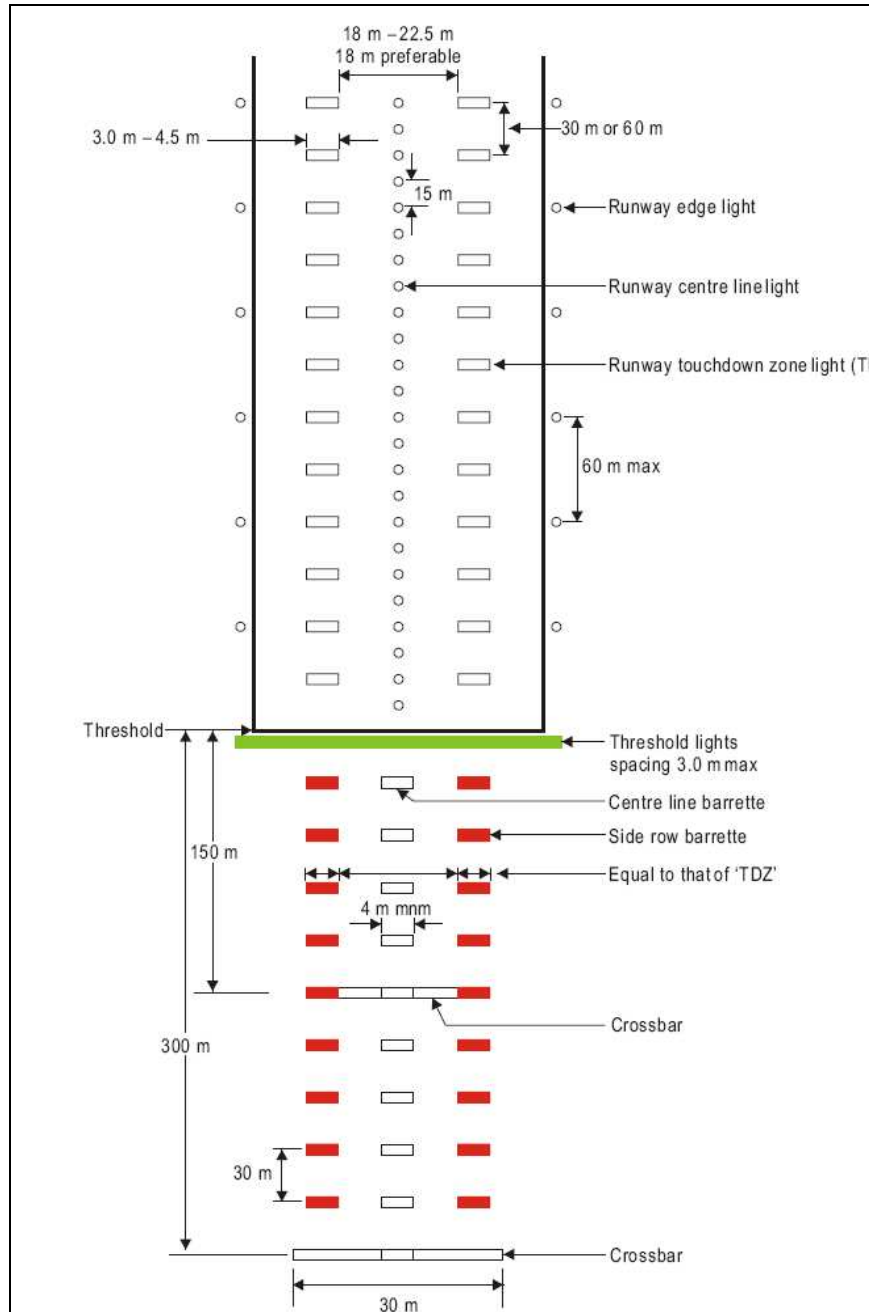


Vir: [4] str. ATT A – 13

Pilot se mora že v predpripravi za instrumentalen let seznaniti z vrsto obstoječih osvetlitvenih sistemov na letališčih kamor je namenjen, ker je predvsem na neznanih VPS pri zmanjšani vidljivosti hitra orientacija lahko težka vendar nujna.

Priletni osvetlitveni sistem za prilete kategorije CAT II in CAT III

Slika 10: Shema notranjih 300 m priletnih luči in luči VPS za natančen prilet kategorije CAT II in CAT III



Vir: [4] str. 5-24

Kot je razvidno iz slike 10, se priletni osvetlitveni sistem sestoji iz luči, katere tvorijo podaljšano os VPS (Center Line Barrete), če je le možno do dolžine več kot 900 m od praga VPS, iz dveh stranskih pasov rdečih luči – barete (Side Row Barrete), ki se razprostirajo do dolžine 270 m od praga VPS in dveh prečnih podolgovatih luči - prečk (Crossbar), kateri sta locirani na dolžini 150 m in 300 m od praga VPS, kakor prikazuje slika.

Sistemi za indikacijo drsne strmine v fazi vizualnega prileta

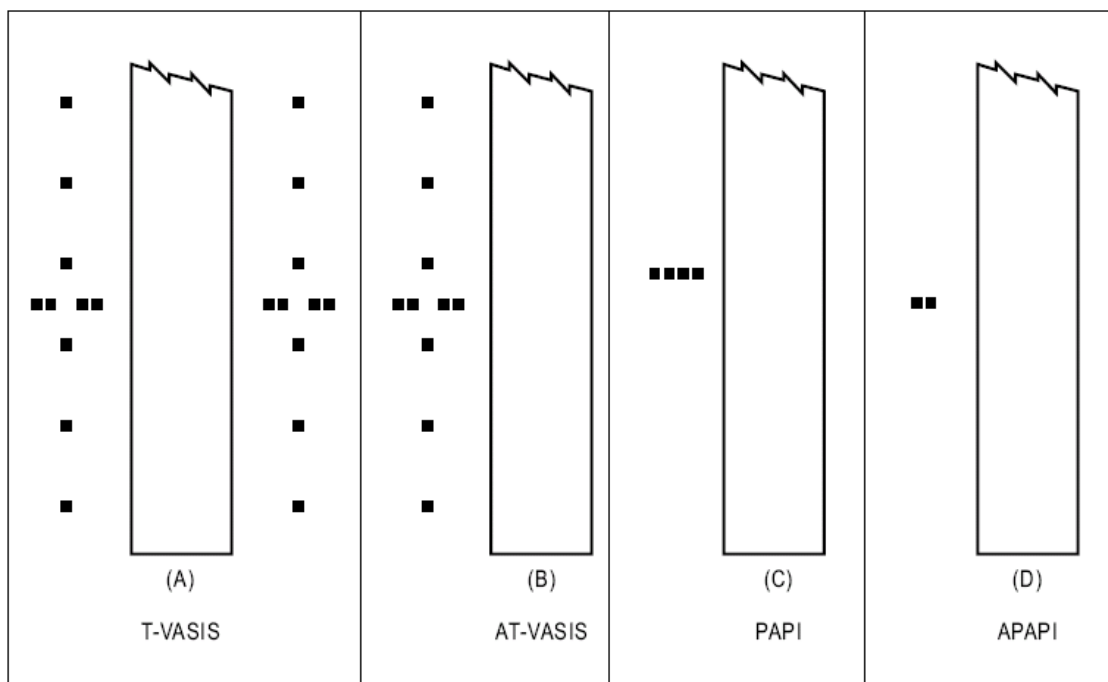
Veliko letališč je opremljenih s sistemom za vizualno vodenje v fazi prileta, kateri omogoča vizualno vodenje po idealnem kotu prileta na VPS. Zelo pomembno je, da je pilot seznanjen s tipom sistema za vizualno vodenje po drsni strmini, ki se nahaja na namenjenem letališču. Sistem za vizualno indikacijo drsne strmine služi za prilet do VPS, če le ta je ali ni opremljena z vizualnimi ali ne-vizualnimi sredstvi, kadar obstaja eden ali več od sledečih pogojev:

- VPS uporabljajo letala s turbinskimi potisniki ali ostala letala s podobnimi zahtevami za vodenje v fazi prileta.
- Pilot kateregakoli tipa letala ima lahko težave pri ocenjevanju prileta zaradi:
 - a) Neprimerne vizualnega vodenja, ki je prisotno pri priletih čez vodne površine ali nad terenom brez značilne oblike, podnevi ali ponoči ob pomanjkanju luči v območju prileta.
 - b) Zavajajočih informacij, kot npr. optično varljiva oblika okoliškega terena ali gradient VPS.
- Prisotnost objektov v priletnem območju lahko predstavlja resno tveganje v primeru, če bi se kakšno letalo spustilo pod višino normalne priletne poti. Ti objekti predstavljajo še posebno nevarnost v primeru, če ni nameščenih nobenih opozorilnih ne-vizualnih ali vizualnih sredstev.
- Fizično stanje okolice na obeh koncih VPS predstavlja resno nevarnost v primeru, če je letalo v priletu prenizko ali previsoko.
- Stanje terena ali prevladujočih meteoroloških razmer je takšno, da je lahko letalo v priletu podvrženo nenavadni turbolenci.

Standardni sistemi za indikacijo drsne strmine obstajajo v naslednjih oblikah:

- VASI.
- T-VASIS in AT-VASIS.
- PAPI in APAPI.

Slika 11: Vrste sistemov za indikacijo drsne strmine v fazi vizualnega prileta



Vir: [4] str 5-27

Sistem vizualne indikacije drsne strmine v fazi prileta (Visual Approach Slope Indicator System: VASI)

Osnovni princip sistema temelji na razlikovanju med rdečo in belo barvo luči. Vsak element na prečki (luč) oddaja svetlobni snop, sestavljen iz belega in rdečega segmenta. Z opazovanjem barv luči pilot ugotovi, kakšen je položaj letala glede na pravilno oziroma idealno drsno strmino (priletni kot). V primeru odstopanj od idealnega priletnega kota, pilot priredi režim letenja (poveča ali zmanjša stopnjo vertikalne hitrosti), da doseže omenjen idealen kot.

Standarden VASI sistem sestoji iz dveh svetlobnih prečk na vsaki strani VPS in na določeni razdalji od praga VPS. Če se letalo nahaja nad drsno strmino, so vse svetlobne prečke obarvane belo. V položaju na drsni strmini sta zgornji svetlobni prečki rdeče barve, spodnji dve pa bele barve, iz položaja pod drsno strmino pa so vse prečke vidne v rdeči barvi.

Mednarodna organizacija za civilno letalstvo (ICAO) je zaradi pomanjkljivosti sistema VASI priporočila njegovo izključitev iz uporabe. Glavne pomanjkljivosti sistema VASI so:

- Pristajanje s pomočjo sistema VASI pod višino 60 m ni dovolj natančno.
- Nezadostna možnost usklajevanja z ILS-om.
- V fazi končnega pristajanja ni dovolj natančno definiran barvni prehod svetlobnih žarkov (prehodi kot $\sim 15'$).

T-VASIS in AT-VASIS

T-VASIS sistem za vizualno vodenje mora biti primeren za obratovanje podnevi in ponoči. Sestavljen je iz dvajsetih luči. Kot prikazuje slika 11 a) je osnovna konfiguracija sistema sestavljena iz ene svetlobne prečke (štiri luči) na vsaki strani VPS, postavljene na določeni oddaljenosti od praga VPS in pravokotno na os VPS. Pravokotno to prečko razpolovi še vrsta šestih luči, ki so nameščene vzdolž robu VPS (slika 11 a) in b)). AT-VASIS sistem se razlikuje po tem, da se luči nahajajo samo na eni strani VPS. V položaju nad drsno strmino so svetlobne prečke ter ena, dve ali tri vzdolžnih luči, ki so nad prečko, obarvane belo, ostale luči niso vidne. Več kot je vzdolžnih luči bele barve, tem više je položaj letala nad drsno strmino. Indikacija je podobna narobe obrnjeni črki T. Če se letalo nahaja pravilno, na drsni strmini so vidne le svetlobne prečke, če pa se letalo nahaja pod drsno strmino so zraven vidne še vzdolžne luči, ki se nahajajo pod prečko. Indikacija v primeru prenizkega prileta je v obliki črke T. V primeru, da se letalo nahaja krepko pod drsno strmino je indikacija luči v obliki črke T v rdeči barvi, drugače pa so vse omenjene indikacije bele barve.

Indikatorji priletne strmine preciznega prileta (Precision Approach Path Indicator: PAPI in APAPI)

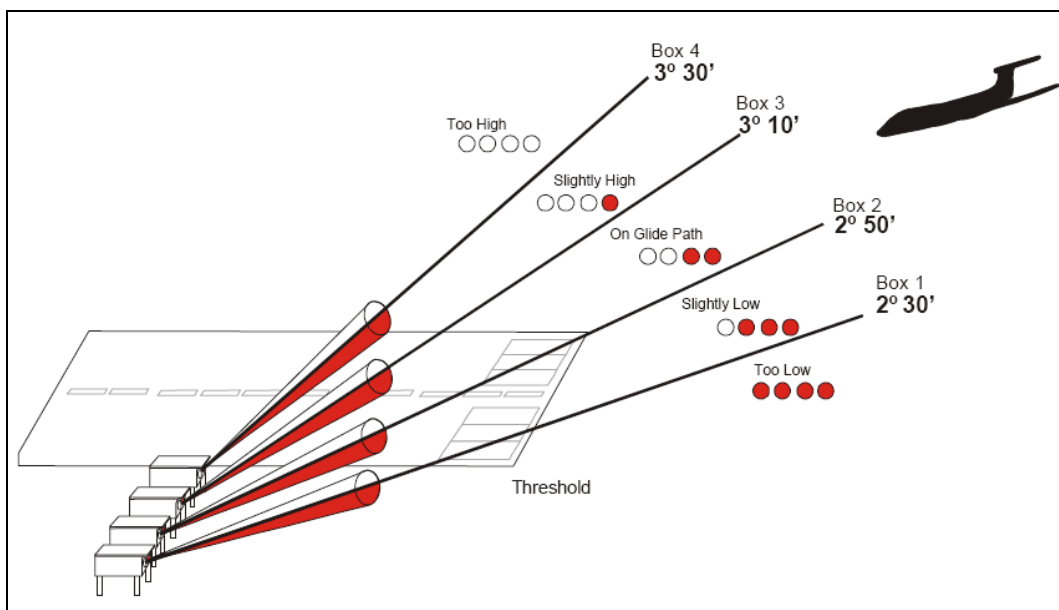
Začetek uporabe PAPI sistema sega v leto 1983, ko je ICAO predlagal naj se PAPI uvede kot alternativno sredstvo sistemu VASI. Danes je PAPI standardno svetlobno navigacijsko sredstvo za pristajanje v vizualni fazi in se v večini uporablja z hkrati z ILS-om.

Prednosti sistema PAPI so:

- Večja natančnost – prehodni kot je od 2' do 4'.
- Širša možnost uporabe zaradi lažje montaže in vzdrževanja.
- Znižano število svetlobnih teles in s tem tudi nižja cena montaže in porabe električne energije.

Sistem PAPI sestavlja svetlobna prečka, ki se sestoji iz štirih luči. Kot je prikazano na sliki 12 ima vsaka luč svetlobni snop, ki je sestavljen iz dveh barv (bela-rdeča), barvni prehod svetlobe pa je nastavljen pod točno določenim kotom. Te luči so enakomerno razporejene ena od druge. Sistem mora biti lociran na levi strani VPS razen, če je to fizično neizvedljivo. Sistem APAPI se razlikuje le po tem, da se sestoji iz svetlobne prečke, ki vsebuje dve luči. Navadno je sistem sestavljen iz samo ene svetlobne prečke vendar, ob odsotnosti drugih svetlobnih sredstev za vizualno referenco nagiba, (orientacija glede na prečno os letala) je lahko dodana še ena svetlobna prečka na nasprotni strani VPS.

Slika 12: Prikazovanje PAPI sistema v različnih položajih letala glede na idealen priletni kot



Vir: [8] – 3, str. 5

NADZORNI SISTEMI ILS-A

Antenski nadzorni sistem

Antenski nadzorni sistem FFM (Far Field Monitor – v nadaljevanju: FFM) in NFM (Near Field Monitor – v nadaljevanju: NFM) sta dodatna antenska nadzorna sistema, ki ugotavlja nepravilnosti pri delovanju LLZ ali GP antene. FFM in NFM sta nadzorni napravi, ki preverjata pravilnost signalov LLZ-ja in GP-a. Anteni NFM-ja in FFM-ja sta locirani točno v osi signalov, na njih pa je ob pravilnem delovanju DDM enak nič. Vsako odstopanje DDM-ja ali pa jakosti RF signala izven toleranc povzroči izklop naprave. Če FFM ugotovi nepravilnosti pri delovanju LLZ-a, ga preklopi na rezervni sistem. Če so odstopanja izven določenih toleranc, ga izključi in alarmira napako.

Sistem za daljinski nadzor delovanja navigacijskih naprav

Sistem za daljinski nadzor delovanja navigacijskih naprav (Remote Control Monitoring System – v nadaljevanju: RCMS) predstavlja sistem za daljinski nadzor delovanja navigacijskih naprav, ki so nanj priklopljene. Sistem hkrati omogoča tudi upravljanje z navigacijskim sistemom. V dualni konfiguraciji oziroma v primeru napačnega delovanja primarnega sistema, RCMS avtomatsko preklopi delovanje na sekundarni sistem.

4. OMEJITVENA OBMOČJA IN RAVNINE

KRITIČNA IN SENZITIVNA CONA ANTENE LLZ-JA IN GP-A

Dimenzije in oblika senzitivne in kritične cone so odvisne od topografije terena (lokacija) in tipa oziroma karakteristik antenskega sistema (posreduje proizvajalec). Območje kritične in senzitivne cone antene LLZ-ja in GP-a je potrebno natančno določiti šele po montaži opreme in poizkusnem delovanju.

- **Natančnost oddajanja in kvaliteta signala antene LLZ-ja** je odvisna od konfiguracije terena v bližini antene, konfiguracije terena vzdolž VPS ter od oblike in lokacije nepremičnih in mobilnih objektov v neposredni bližini VPS. Takšni objekti lahko povzročijo motnje in napake pri oddajanju signala antene LLZ-ja. Mobilni objekti lahko v odvisnosti od svoje velikosti in lokacije povzročijo takšne interference, ki so izven dovoljenih toleranc. Zaradi zaščite kvalitete signala antene LLZ-ja se določi senzitivna in kritična cona okoli omenjene antene. Tolerance so podane v točkah 3.5.2, 3.5.3, 3.5.4, 3.5.5 in točkah 3.6.2, 3.6.3, 3.6.4.
- **Natančnost oddajanja in kvaliteta signala antene GP-a** je odvisna predvsem od oblike in naklona terena pred anteno (Reflecting Area – območje odboja signala antene GP-a). V območju kritične in senzitivne cone GP-a se nesmejo nahajati večji zidani ali mobilni objekti zaradi možnosti deviacije signala v prostoru.

Sliki 13 in 14 prikazujeta tipične dimenzije in tipično obliko kritične in senzitivne cone za LLZ in GP.

Kritična cona antene (LLZ and GP Critical Area)

V času delovanja ILS-a oziroma operacij preciznega instrumentalnega pristajanja se v tej coni ne sme nahajati nobeno vozilo ali letalo, razen tistega, ki je v pristajanju. Mobilni objekti lahko povzročijo motnje in oddajanje signala izven dovoljenih toleranc, refleksijo signala, ter posledično s tem degradiranje kategorije pristajalne procedure.

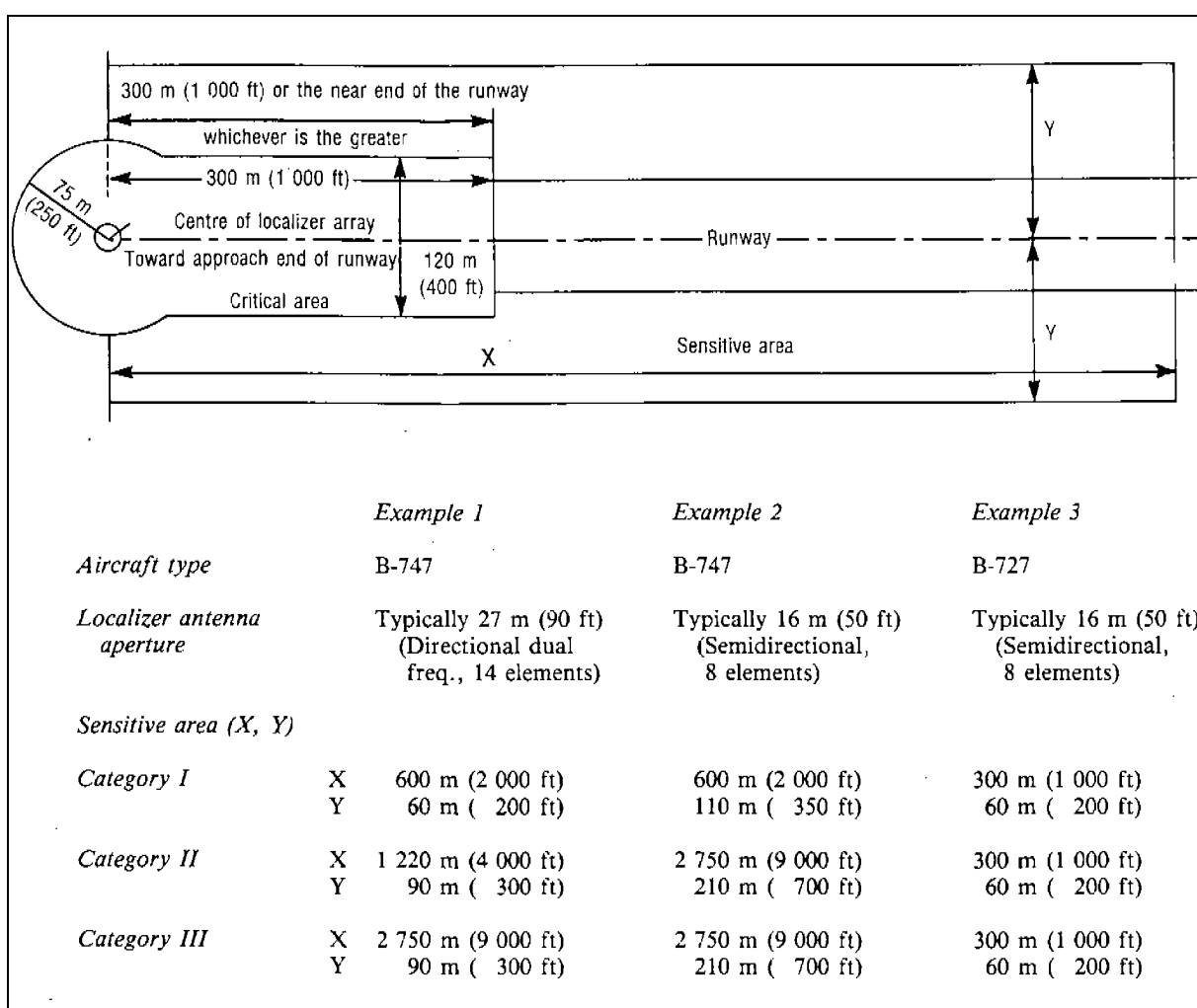
- **Kritična cona antene LLZ-ja** zajema določeno območje okrog antene in vzdolž dela pristajalne steze.
- **Kritična cona antene GP-a** zajema določeno območje od antene do roba VPS, območje proti pragu VPS ter majhen prostor za njo.

Senzitivna cona antene (LLZ and GP Sensitive Area)

V senzitivni coni je strogo nadzorovano parkiranje in gibanje mobilnih objektov in letal, z namenom preventivne zaščite delovanja signala. Mobilni objekti večjih dimenzij v neposredni bližini VPS lahko povzročijo motnje oddajanja signala v prostoru. Vsi vhodi v območje senzitivne cone preko vozniških stez, križišč ali servisnih cest morajo biti, s ciljem zaščite signala, strogo nadzorovani.

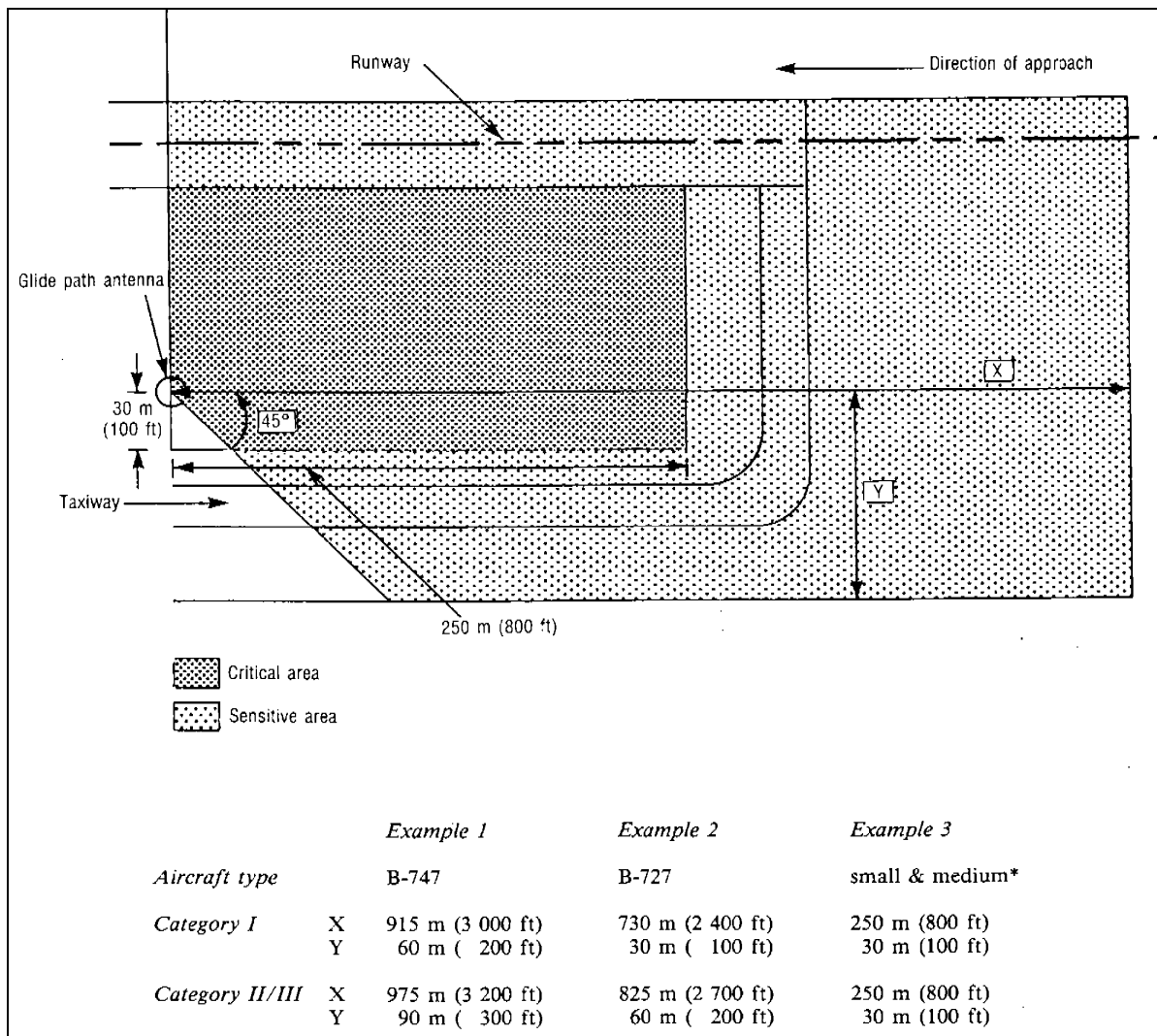
- **Senzitivna cona antena LLZ-ja** predstavlja določeno cono na obeh bočnih straneh antene in vzdolž cele VPS izven določenega območja kritične cone.
- **Senzitivna cona antena GP-a** zajema območje v podaljškju kritične cone oziroma področje pred pragom VPS.

Slika 13: Tipična oblika in dimenzije kritične in senzitivne cone antene LLZ-ja



Vir: [3] str. 106

Slika 14: Tipična oblika in dimenzije kritične in senzitivne cone antene GP-a



Vir: [3] str. 107

DOLOČANJE OMEJITVENIH CON IN RAVNIN NA LETALIŠČU IN NJEGOVI OKOLICI

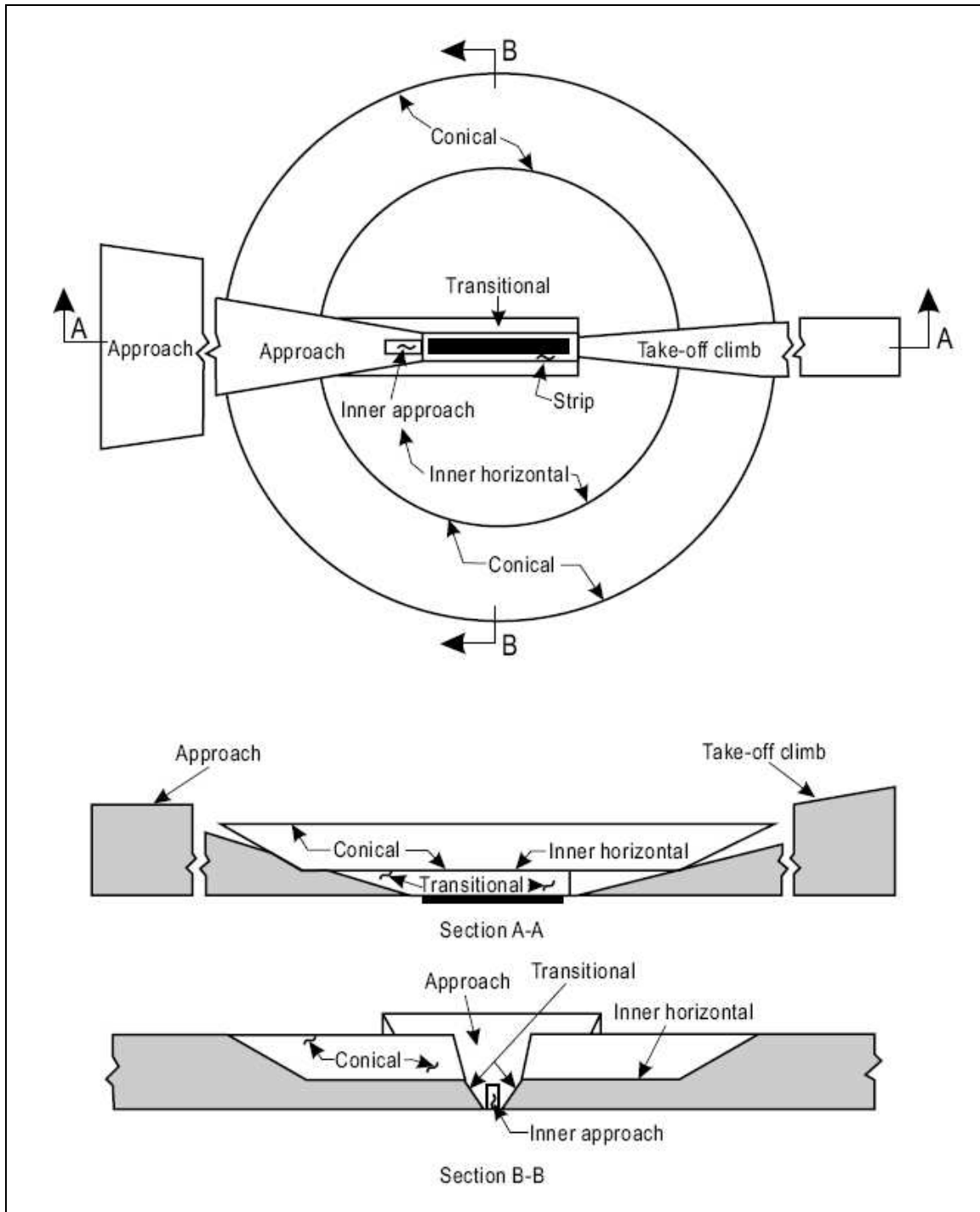
Omejevanje in odstranjevanje ovir

Na samo delovanje letališča (njegovo operativnost) imajo lahko velik vpliv naravne ovire in umetne konstrukcije v mejah samega letališča in okoli njega. Ovire lahko vplivajo na razpoložljive razdalje za pristajanje in vzletanje ter na meteorološke pogoje, v katerih se lahko varno odvijata ta dva najbolj pomembna dela letalskega prevoza. Zaradi teh razlogov morajo biti določena območja zračnega prostora na samem letališču in v njegovi okolici privzeta kot del letališča oziroma njegovega območja. Predpisi in zahteve, povezane z ovirami v tem območju, so prav tako pomembne za samo varnost in učinkovitost letališča, kot zahteve o fizičnih karakteristikah vzletno pristajalne steze in z njo povezane osnovne steze (strip), čeprav se le-te zdijo nekoliko bolj očitne. Namen omejitvenih ravnin, ki tvorijo območje brez ovir, je določitev zračnega prostora okoli VPS, v katerem ne sme biti ovir (objekti itd.), da bi se lahko vse operacije na letališču izvajale kar najbolj varno. Najširši pomen teh ravnin je določitev zračnega prostora, ki naj bi bil popolnoma brez ovir. S tem dosežemo kar najmanjšo nevarnost, ki bi jo lahko predstavljali npr. objekti za samo letalo in sicer tako v fazi popolnoma vizualnega prileta, kot tudi v vizualnem delu instrumentalnega prileta. Ena izmed skupin kriterijev za določanje pomembnosti obstoječih objektov in objektov, ki bi se nekoč v prihodnosti nahajali na območju samega letališča ali v njegovi bližini so tako imenovane PANS-OPS ravnine oziroma površine (Procedures for Air Navigation Services-Aircraft Operations Surfaces), s katerimi operirajo načrtovalci letalskih procedur pri konstruiranju procedur za instrumentalno letenje in pri določanju minimalnih višin za vsak segment teh procedur.

Omejitvene ravnine

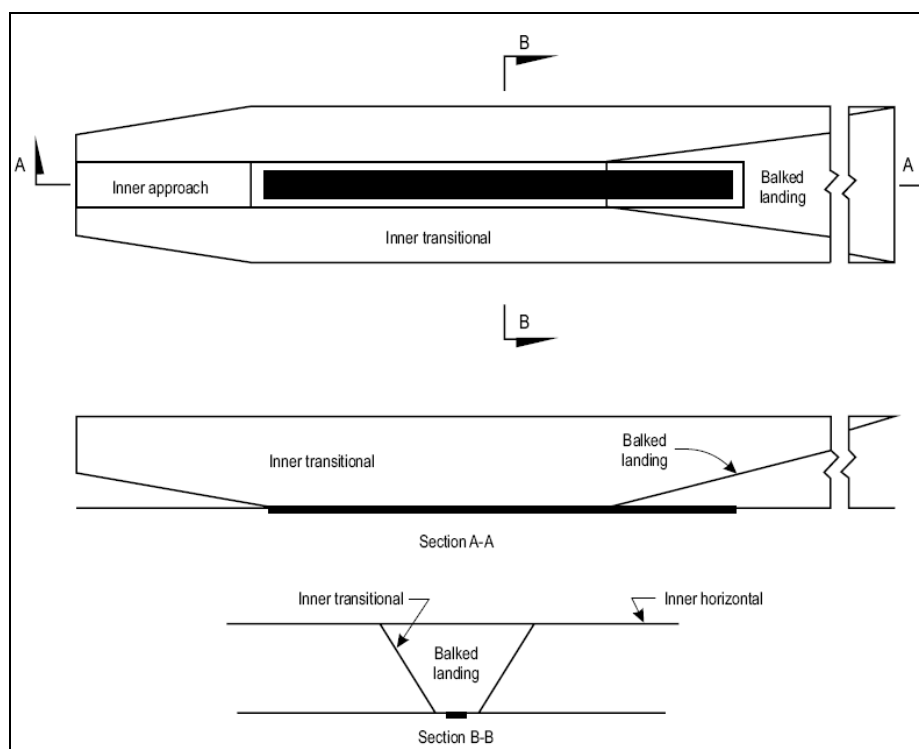
Te ravnine definirajo meje do katerih lahko segajo objekti v prostoru. Zaradi objektov, kateri predirajo omejitvene ravnine, se lahko v določenih okoliščinah zviša OCA/H za instrumentalen prilet ali sorodne procedure. Kriteriji za vrednotenje ovir v zračnem prostoru so zapisani v PANS – OPS (Doc 8168). Slika 16 prikazuje notranjo priletno ravnino (Inner Approach Surface), notranjo ravnino prehoda (Inner Transitional Surface) in ravnino zgrešenega prileta (Balked landing Surface), katere določajo zračni prostor v neposredni bližini VPS, opremljene za precizen instrumentalni prilet. Ta del zračnega prostora se imenuje območje brez ovir (Obstacle Free Zone). V primeru uporabe VPS v pogojih preciznega instrumentalnega prileta CAT II ali CAT III, v tem območju ne sme biti nobenih stalnih ovir (objekti, daljnovodi, drevesa ipd.), razen navigacijskih sredstev, ki pa morajo biti v bližini VPS, da lahko uspešno opravljajo svojo nalogo. Tudi ta sredstva pa morajo biti narejena iz lahkih materialov in postavljena na lomljivih podstavkih. V tem območju v času delovanja v pogojih CAT II ali CAT III prav tako ne sme biti "premikajočih se" objektov, kot so npr. letala ali cestna vozila.

Slika 15: Omejitvene ravnine



Vir: [4] str. 4-2

Slika 16: Notranja priletna, notranja prehodna in ravnina zaustavljenega pristanka (območje brez ovir)



Vir: [4] str. 4-3

Stožčasta ravnina (Conical Surface)

Je ravnina, ki se nagiba navzgor in navzven iz zunanjega roba notranje horizontalne ravnine. Meje in dimenzije stožčaste ravnine:

- Spodnji rob se stika z zunanjim robom notranje horizontalne ravnine.
- Zgornji rob se nahaja na določeni višini nad horizontalno ravnino in se dviga od 60 do 100 m visoko nad VPS.
- Nagib konične ravnine se meri v vertikalni ravnini, pravokotno na zunanji rob notranje horizontalne ravnine in mora znašati 5%.

Notranja horizontalna ravnina (Inner horizontal surface)

Ta ravnina je horizontalna ravnina, ki se nahaja 45 m nad letališčem in njegovo okolico. Njen namen je predvsem zaščita zračnega prostora pred različnimi ovirami za primere manevriranja pred pristankom v vizualnih pogojih letenja (circle to land). Meje in dimenzije notranje horizontalne ravnine obsegajo:

- Zunanji radij notranje horizontalne ravnine, ki mora biti merjen od referenčne točke (središče), ki je namenjena temu in mora biti velik 3500 m za CAT I in 4000 m za CAT II in CAT III.

Priletna ravnina (Approach Surface)

Je nagnjena ravnina ali kombinacija več ravnin (tri deli) izpred praga VPS. Meje in dimenzije priletne ravnine so:

- Notranji rob dolžine 150 m za CAT I in 300 m za CAT II in CAT III, je horizontalne lege in pravokoten na podaljšano os VPS ter leži na razdalji 40 m pred pragom VPS.
- Dve stranici, ki se pričneta na koncih notranjega roba in se z horizontalnim naklonom 15% (divergenco) razprostirata od podaljšane osi VPS na obe strani.
- Zunanji rob, ki je vzporeden na notranji rob.
- Omenjene površine se morajo ob uporabi krivih priletov (Curved Approach) spremeniti. Še posebej obe stranici, kateri se pričneta na koncu notranjega roba in v tem primeru divergirata neenotno od podaljšane osi VPS.
- Višina notranjega roba mora biti enaka višini središčne točke praga VPS. Nagib priletne ravnine se meri v vertikalni ravnini, katera sovпада z osjo VPS.
- V primeru, da se priletna ravnina deli na tri dele, so vrednosti razdalje in nagiba prikazane v sledeči tabeli:

Tabela 1: Geometrijske vrednosti priletne ravnine sestavljene iz treh delov

Kategorija Kodna številka	CAT I		CAT II & CAT III
	1,2	3,4	3,4
1. del			
Dolžina	3000 m	3000 m	3000 m
Nagib	2.5%	2%	2%
2. del			
Dolžina	12000 m	3600 m	3600 m
Nagib	3%	2,5%	2,5
3. del (horizontalni del)			
Dolžina	---	8400 m	8400 m
Skupna dolžina	15000 m	15000 m	15000 m

Vir: [4] str. 4-6

Notranja priletna ravnina (Inner Approach surface)

Predstavlja pravokoten del priletne ravnine neposredno pred pragom VPS. Meje in dimenzije notranje priletne ravnine obsegajo:

- Notranji rob je skupen z notranjim robom priletne ravnine, vendar je dolg le 90 m za CAT I in 120 m za CAT II in CAT III (60 m na vsako stran osi VPS). Notranji rob se prične na robu osnovne steze (Strip), 60 m pred pragom VPS.
- Na obeh straneh notranjega roba se razprostirata stranici, ki sta vzporedni namišljeni vertikalni ravnini, ki vsebujeta os VPS.
- Zunanji rob, ki je vzporeden notranjemu robu in je prav tako dolg 120 m.
- Notranja priletna ravnina je dolga 900 m, njen vzdolžni višinski naklon je 2,5% za CAT I in 2% za CAT II in CAT III.

Prehodna ravnina (Transitional Surface)

Je kompleksna ravnina, ki poteka vzdolž in vzporedno z VPS in je od roba le te oddaljena nekaj metrov. Poteka vzporedno tudi z delom priletne ravnine, je nagnjena navzgor in navzven pod nagibom 14,3% pravokotno na rob oziroma os VPS vse do notranje horizontalne ravnine. Meje in dimenzije prehodne ravnine:

- Nižji rob se prične na presečišču stranice priletne ravnine z notranjo horizontalno ravnino ter se razširi navzdol po stranici priletne ravnine do notranjega roba priletne ravnine in nato od tam vzdolž linije, ki je vzporedna z VPS in je od roba le te oddaljena nekaj metrov.
- Zgornji rob, se nahaja v ravnini notranje horizontalne ravnine.

Višina točke na spodnjem robu mora biti:

- Vzdolž stranice priletne ravnine – enaka višini priletne ravnine na tej točki.
- Vzdolž osnovne steze, enaka višini najbližje točke na osi VPS.

Notranja prehodna ravnina (Inner Transitional surface)

Notranja ravnina prehoda služi kot omejitvena ravnina navigacijskim sredstvom in se nanaša na gibanje letal in vozil, ki morajo biti v bližini VPS. Prehodna ravnina opisana v točki 4.2.2.5 je namenjena predvsem kot kontrolna, omejitvena ravnina za objekte. Notranja prehodna ravnina je torej podobna prehodni ravnini le, da se nahaja bližje VPS. Meje in dimenzije notranje ravnine prehoda obsegajo:

- Spodnji rob, se začne na koncu notranje priletne ravnine in se razteza ob njeni stranici do notranjega roba notranje priletne ravnine. Od tam se spodnji rob nadaljuje ob osnovni stezi vzporedno z osjo VPS do notranjega roba ravnine zaustavljenega pristanka, od tam naprej pa ob stranici ravnine zaustavljenega pristanka do točke, kjer le-ta seka notranjo horizontalno ravnino.
- Zgornji rob, ki se konča ob notranji horizontalni ravnini.
- Naklon ravnine od sprednjega do zadnjega roba je 40% za CAT I in 33.3% za CAT II in CAT III.

Višina točke na spodnjem robu mora biti:

- Vzdolž stranice notranje priletne ravnine in ob ravnini zaustavljenega pristanka, enaka višini ustrezne ravnine v posameznih točkah.
- Vzdolž osnovne steze, enaka višini najbližje točke na osi VPS. Notranja prehodna ravnina je lahko vzdolž osnovne steze ukrivljena, če je profil vzdolžnega preseka steze ukrivljen. V tem primeru bo ukrivljeno tudi presečišče notranje prehodne ravnine in notranje horizontalne ravnine.

Ravnina zgrešenega prileta (balked Landing surface)

Predstavlja konično ravnino, ki se prične 1800 m za pragom prileta VPS in se razteza med obema stranema notranje ravnine prehoda. Meje in dimenzije ravnine zgrešenega prileta obsegajo:

- Notranji rob, ki je pravokoten na os VPS in je dolg 90 m za CAT I in 120 m za CAT II in CAT III (60 m na vsako stran osi VPS); od priletnega praga VPS je oddaljen 1800 m.
- Dve stranici, ki se pričneta na obeh koncih notranjega roba in se z 10% horizontalnim naklonom (divergenco) razprostirata na obe strani.
- Zunanji rob, ki je paralelen notranjemu robu in se konča ob notranji horizontalni ravnini.
- Ravnina zgrešenega prileta ima višinski naklon 4% za CAT I in 3.33% za CAT II in CAT III, kar pomeni.

Zahteve po omejevanju ovir

Zahteve po omejitvenih ravninah za omejevanje ovir so določene glede na namen uporabe VPS (vzlet, pristanež, tip prileta). Funkcija nekaterih ravnin se lahko izniči in sicer v primeru delovanja VPS v obeh smereh zaradi bolj strogih zahtev neke druge nižje ravnine. [8]

Zahteve omejevanja pri preciznem priletu

Za precizen prilet v pogojih CAT I morajo biti določene naslednje omejitvene ravnine:

- Stožčasta ravnina.
- Notranja horizontalna ravnina.
- Priletna ravnina.
- Prehodna ravnina.

Za precizen prilet v pogojih CAT II in CAT III morajo biti določene naslednje omejitvene ravnine:

- Stožčasta ravnina.
- Notranja horizontalna ravnina.
- Priletna ravnina in notranja priletna ravnina.
- Prehodna ravnina in notranja prehodna ravnina.
- Ravnina zgrešenega prileta.

Dimenzije ravnin morajo biti točno take kot so omenjene v točkah od 4.2.2.1 do 4.2.2.7, razen v primeru horizontalnega dela priletne ravnine. Horizontalen del priletne ravnine se začne za točko kjer prvi nagnjen del ravnine nagiba 2,5% preseka:

- Horizontalno ravnino 150 m nad pragom VPS.
- Horizontalno ravnino, ki poteka čez vrh kateregakoli objekta, ki narekuje mejo območja brez ovir; izberemo tisto vrednost višine, ki je večja.

Fiksni objekti ne smejo segati nad notranjo priletno ravnino, notranjo prehodno ravnino in ravnino zaustavljenega pristanka (Slika16). Med uporabo VPS za pristajanje se nad omenjenimi ravninami prav tako ne sme nahajati noben mobilni objekt. Obstoječi objekti nad priletno ravnino, prehodno ravnino, stožčasto ravnino ter notranjo horizontalno ravnino, morajo biti odstranjeni, če je le to izvedljivo, razen, če je po mnenju lokalnih oblasti in izvedbi obširne proučitve dokazano, da tej objekti ne bi vplivali na varnost in pravilnost operacij letal.

Objekti izven omejitvenih ravnin

Glede objektov, ki so v planu izgradnje in se nahajajo za mejami omejitvenih ravnin ter se raztezajo nad višino, katero je določila lokalna pristojna oblast za varne operacije prometa, se je potrebno posvetovati z omenjeno oblastjo za proučitev vpliva takšnih izgradenj. V območjih za omejitvenimi ravninami se objekti, ki segajo do višine 150 m ali več nad tlemi, smatrajo za ovire, dokler posebna proučevanja ne pokažejo, da ti objekti ne predstavljajo nevarnosti za letala v prometu. Ta proučevanja se nanašajo na vrsto operacij ter se lahko razlikujejo med dnevnimi in nočnimi operacijami.

5. PARAMETRI IN OMEJITVE ZA IZDELAVO PRILETNE PROCEDURE

KATEGORIJE LETAL

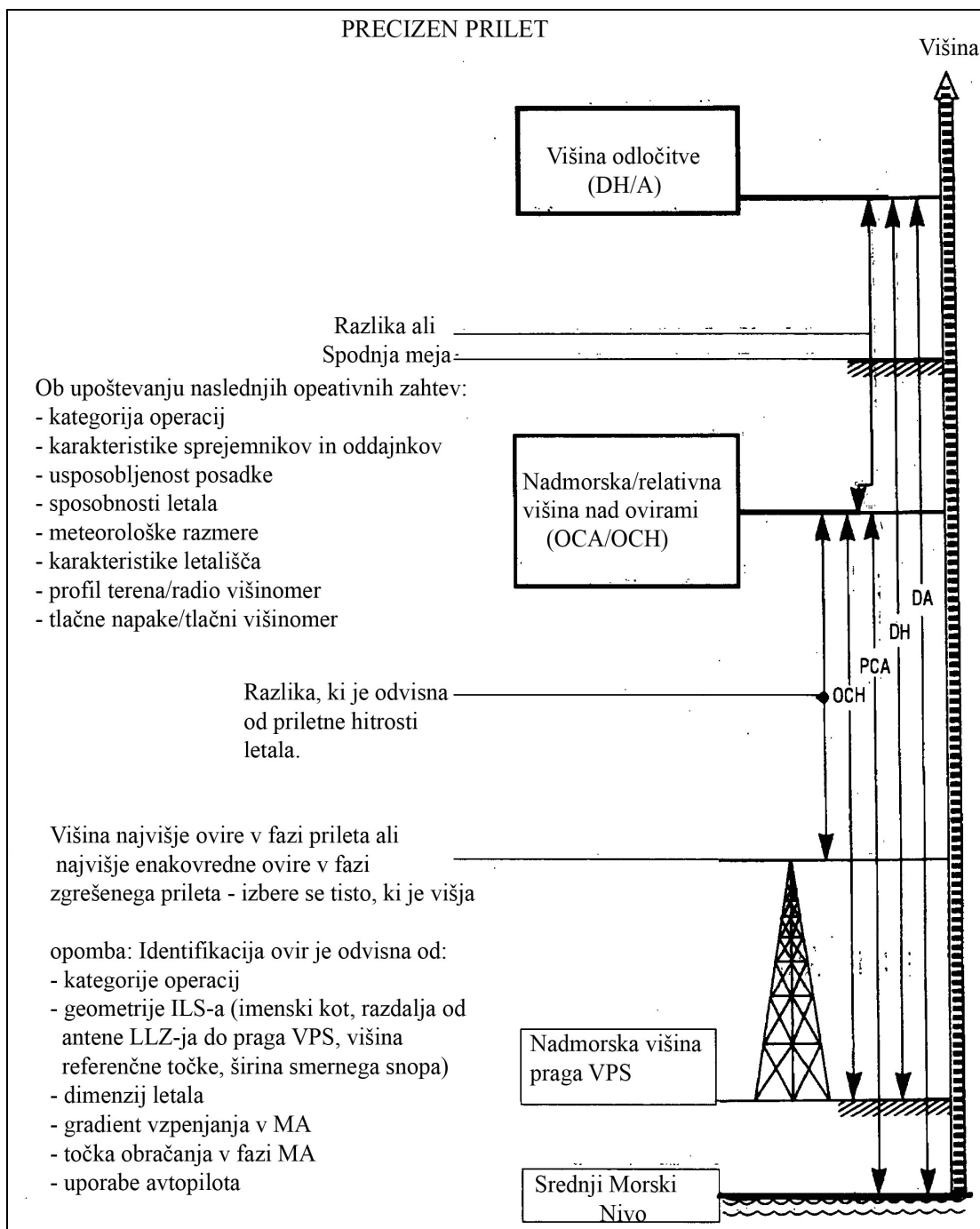
Od zmogljivosti, performans letal je odvisna velikost zračnega prostora in predpisana vidljivost, ki sta potrebni za izvajanje različnih manevrov v procedurah za instrumentalne prilete. Najpomembnejši faktor je hitrost letala in prav glede na hitrost je določenih pet kategorij tipičnih letal, katerih hitrosti temeljijo na 1,3 vrednosti hitrosti porušitve vzgona, v konfiguraciji pristajanja in pri največji pristajalni masi letala:

- Kategorija A: manj kot 169 km/h (91 kt) IAS.
- Kategorija B: 169 km/h (91 kt) ali več, vendar manj kot 224 km/h (121 kt) IAS.
- Kategorija C: 224 km/h (121 kt) ali več, vendar manj kot 261 km/h (141 kt) IAS.
- Kategorija D: 261 km/h (141 kt) ali več, vendar manj kot 307 km/h (166 kt) IAS.
- Kategorija E: 307 km/h (166 kt) ali več, vendar manj kot 391 km/h (211 kt) IAS.

NAJMANJŠA NADMORSKA/RELATIVNA VIŠINA NAD OVIRAMI (OCA/OCH – OBSTACLE CLEARANCE ALTITUDE/HEIGHT)

Zagotovitev višine nad ovirami je primaren faktor v izdelavi instrumentalne priletne procedure. Gledano iz operativnega vidika je višina nad ovirami upoštevana kot minimum, ki služi za zagotovitev sprejemljivega nivoja varnosti v tovrstnih proceduralnih operacijah. Pri razvoju posamezne procedure se izračuna najmanjša nadmorska/relativna višina nad ovirami, katera je nato podana na karti za instrumentalen prilet. V primeru procedure preciznega prileta je najmanjša višina nad ovirami obravnavana kot najnižja nadmorska višina (OCA) ali alternativno kot najnižja relativna višina (OCH) nad nadmorsko višino praga VPS, na kateri se mora pričeti MA, zaradi zagotovitve skladnosti s kriteriji najmanjše višine nad ovirami.

Slika 17: Razmerje med višino nad ovirami (OCA/H) in višino odločitve (DA/H)



Vir: [5] str. 3-4

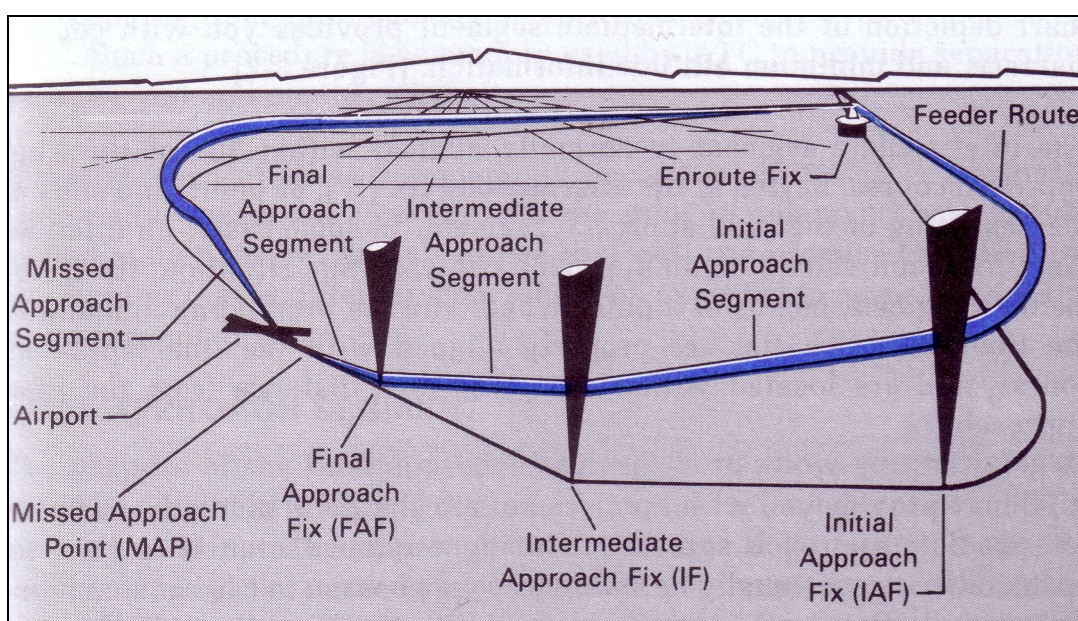
SEGMENTI PRILETA

Instrumentalni prilet je lahko razdeljen v največ štiri segmente:

- **Začetni prilet** (Initial approach).
- **Vmesni prilet** (Intermediate Approach).
- **Končni prilet** (Final Approach).
- **Zgrešen prilet** (Missed approach).

Slika 18 prikazuje tudi vključevalno segment (Feeder Route), katera predstavlja povezavo med ruto in priletnimi segmenti na letališče.

Slika 18: Prehod iz rute v segmente prileta



Vir: [2]

Segment začetnega prileta (Initial Approach)

Funkcija segmenta začetnega prileta je poravnava letala v priletni smeri. To se doseže z uporabo različnih priletnih procedur. Segment začetnega prileta se prične v navigacijski točki začetnega (IAF) prileta in konča v navigacijski točki vmesnega prileta (Intermediate Approach Fix – v nadaljevanju: IF). Priletna procedura je lahko sestavljena iz večih začetnih segmentov, za katere ni nujno, da se vključijo v segment vmesnega prileta v isti točki. V segmentu začetnega prileta mora biti podan potek oziroma pot leta, razdalja ter minimalne višine (najmanj 300 m nad ovirami).

Omejitveni parametri v segmentu začetnega prileta

- Izbira višine v segmentu začetnega prileta: višina mora biti izbrana in določena v vrednostih po 50 ali 100 čevljev. Če je v fazi začetnega prileta potrebno uvesti proceduro obrata smeri (reversal procedure) ali proceduro za izgubo višine (v nadaljevanju: racetrack procedure), potem izbrana višina za ta segment ne sme biti nižja od višine določene za omenjene procedure. Višine, izbrane v segmentu začetnega prileta, ne smejo biti nižje kakor katerakoli višina v segmentu vmesnega in segmentu končnega prileta.
- Območje: začetni segment nima standardnih dolžin. Dolžina mora biti zadostna, da dovoljuje spremembo višine, za regularno izvedbo procedure. Širina se deli na primaren (4,6 km na vsako stran od rutne linije) in sekundaren del (4,6 km na vsako stran primarnega dela). Začetni segment prileta se zaključi v točki IF, katera mora biti locirana v smeri oddajnega območja ILS LLZ-ja ter njegove antene ter ni oddaljena več kakor 46 km (25 NM) od le-te.
- Višina nad ovirami: najnižja višina nad ovirami v primarnem območju segmenta začetnega prileta mora biti 300 m (984 čevljev), v sekundarnem območju mora biti ta višina 300 m (984 čevljev) na notranjem robu ter linearno pada do vrednosti 0 m na zunanem robu tega območja.
- Idealen gradient spuščanja: v območju začetnega prileta je idealen gradient spuščanja 4%. V primeru potrebe po višjem gradientu zaradi operativnih razlogov, je najvišji dovoljen gradient 8%.
- Vključevanje v segment vmesnega prileta: kot intercepcije med potjo začetnega in potjo vmesnega segmenta naj nebi bil večji kot 90°. V primerih, ko omenjeni kot preseže vrednost 70° mora biti zagotovljeno vodenje za podporo pri obračanju v smer poti vmesnega segmenta s pomočjo radiala, NDB-ja, radarskih vektorjev ali DME informacije najmanj v razdalji 4 km (2 NM). Kadar ta kot preseže vrednost 90°, je potrebno aplicirati uporabo procedure obrata smeri ali racetrack procedure.

Segment vmesnega prileta (Intermediate Approach)

Vmesni segment je primarno namenjen pozicioniranju letala za končno spuščanje do letališča. V tej fazi se ponavadi zmanjša hitrost letala na ali blizu priletne hitrosti, naredi se pregled kontrolne liste pred pristankom (razen izvlečenja koles ter zakrilc zadnje stopnje) in pregleda priletno proceduro ter prikladne minimume. Tako kot v začetnem segmentu, morajo biti tudi v segmentu vmesnega prileta podane informacije o poteku leta, razdalji ter minimalni višini. Vmesni segment je navadno poravnan v smeri končnega prileta, začne se v navigacijski točki IF, konča pa na začetku segmenta končnega prileta (Final Approach fix – v nadaljevanju: FAF).

Omejitveni parametri v segmentu vmesnega prileta

- Izbira višine v segmentu začetnega prileta: višina mora biti izbrana in določena v vrednostih po 50 ali 100 čevljev.
- Območje: idealna dolžina segmenta vmesnega prileta je 9 km (5 NM). Razdalja med točko interceptiranja smeri LLZ-ja in interceptiranjem GP-a mora biti zadostna, da dovoljuje ustalitev in poravnavo z LLZ-jem pred intercepcijo GP-a, ob upoštevanju kota intercepcije smeri LLZ-ja. Minimalno dolžino segmenta diktira zahteva po tem, da se celoten nahaja v oddajnem območju signalov LLZ-ja in ponavadi na razdalji ne večji kakor 46 km (25 NM) od antene LLZ-ja. Celotna širina na začetku segmenta vmesnega prileta je definirana glede na celotno širino na koncu segmenta začetnega prileta.

Zaradi varnosti pred ovirami je segment vmesnega prileta razdeljen na primarno območje, ki je na vsaki strani omejeno z sekundarnim območjem. Primarno območje je določeno glede na združitev primarnega območja začetnega segmenta z omejitvenimi ravninami v končnem segmentu (v točki FAF). Širina sekundarnega območja ima na stičišču začetnega in vmesnega segmenta na vsaki strani polovično vrednost primarnega območja, ter na vsaki strani linearno upada do vrednosti 0 na stičišču z segmentom končnega prihoda (točka FAF).

- Višina nad ovirami: najnižja višina nad ovirami v primarnem območju segmenta začetnega prileta mora biti 150 m (492 čevljev), v sekundarnem območju mora biti ta višina 150 m (492 čevljev) na notranjem robu ter linearno pada do vrednosti 0 m na zunanjem robu tega območja. Pri določanju, izračunavanju višin nad ovirami, morajo biti vrednosti zaokrožene na 50 ali 100 čevljev navzgor.
- Gradient spuščanja: zaradi razlogov omenjenih v točki 5.3.2 je najbolje, če je segment vmesnega prileta raven, kar pa zaradi operativnih razlogov ni vedno moč doseči. Če je potrebno spuščanje je vrednost največjega dovoljenega gradienta v tem segmentu 5%, vendar mora biti zagotovljen raven segment pred vstopom v segment končnega prihoda. V horizontalnem delu mora pilot spremeniti konfiguracijo letala pred vhomom v končni segment.
- Vključevanje v segment končnega prileta: vmesni segment ILS procedure prileta mora biti poravnan z osjo smernega snopa LLZ-ja.

Segment končnega prileta oziroma precizni segment ILS-a (Final Approach – precision approach ILS)

Namen segmenta končnega prileta je varno privedi letalo do točke, kjer lahko nadaljujemo z priletom do pristanka, vendar le, če obstaja zahtevana vizualna referenca. Precizni segment ILS-a je poravnan v smeri LLZ-ja in vsebuje končno spuščanje za pristanek, začetno ter vmesno fazo MA-a. Če na točki zgrešenega prileta (Missed Approach Point – v nadaljevanju: MAPt) ne vidimo potrebne reference, je potrebno izvesti proceduro zgrešenega prileta (Missed Approach – v nadaljevanju: MP). V primeru preciznega prileta (ILS) se končni prilet prične v točki FAF. To je točka, ki se nahaja na podaljšani osi VPS in sicer na višini vmesnega prileta in razdalji, kjer ta višina seka drsno strmino. Običajno pride do presečišča drsne strmine 3° , na razdalji 6 do 19 km pred pragom VPS in na višini 300 m (984 čevljev) do 900 m (2955 čevljev).

Tudi v segmentu končnega prileta morajo biti podane informacije o poteku leta, razdalji ter minimalni višini, na katero vpliva dosti faktorjev, kateri so:

- Tip letala.
- Oprema letala in priletna hitrost.
- Operativni status navigacijskih sredstev.
- Svetlobna signalizacija letališča.
- Oblika lokalne topografije.

Območje brez ovir v končnem priletu z uporabo ILS-a predvideva, da se pilot ne oddalji od podaljšane osi VPS za več kot polovično indikacijo na instrumentu. Pri več kot polovičnem odklonu instrumenta po smeri in višini, v kombinaciji z ostalimi tolerancami sistema, bi lahko privedlo do letenja izven postavljenih mej za precizen prilet ter izgubo zaščite pred ovirami. V segmentu končnega prileta se ponavadi nahaja navigacijska točka ali sredstvo, katero dovoljuje preverjanje razmerja med GP-om in višinomerjem. Za takšne namene je pri ILS priletih značilna uporaba OM-ja ali DME. Pred preletom te točke je potrebna vzpostavitev režima spuščanja po GP-u, da nad njo dosežemo predpisano višino.

Točka spuščanja (DF – Descent Fix)

V točki FAF je lahko nameščena točka DF. V tem primeru se mora v točki FAF minimalna višina nad ovirami iz predhodnega segmenta gladko ujemati s tisto iz omejitvenih ravnin. Če višine ovir v vmesnem priletu dopuščajo, se spuščanje za pristanek začne tam, kjer OM seka drsno strmino, če pa zaradi ovir to ni mogoče, se spuščanje začne pred OM in le ta služi za preverjanje razmerja med GP-om in višinomerjem.

Omejitveni parametri v segmentu končnega prileta

- **Gradient spuščanja:** Strmejši gradienti spuščanja od idealnih se ne smejo aplicirati dokler niso bile preskušene vse ostale opcije izogibanja pred ovirami, ker lahko le ti privedejo do spuščanja, ki bi presegle predpisane meje za določena letala.
- **Najmanjša nadmorska/Relativna višina nad ovirami:** je v primeru procedure preciznega prileta tista najnižja nadmorska (OCA) ali alternativno tista najnižja višina nad elevacijo praga VPS (OCH), na kateri se mora pričeti MA procedura, da se zagotovi skladnost s kriteriji o varnosti pred ovirami.

Določanje višine odločitve (DA/H – Decision Altitude/Height)

Specialisti za načrtovanje priletnih procedur pri izračunu najmanjše višine nad ovirami (OCA/H), poleg fizičnih karakteristik instalacije ILS-a upoštevajo ovire tako v priletu kot MA. Izračunana OCA/H procedure je torej višina najvišje ovire v priletu ali ekvivalentne ovire v MA kateri prištejemo določeno višino, ki je odvisna od kategorije letala in je prikazana v tabeli 7. Tabela 7 prikazuje vrednosti za katere se upošteva tip višinomera in izguba višine zaradi karakteristik letal in ne vsebuje dodatnih sprememb višine zaradi nepredvidljivih meteoroloških pogojev kot sta strižni veter ali turbulenca.

Tabela 2: Izguba višine glede na kategorijo letala in glede na tip višinomera

<i>Aircraft category (V_{at})</i>	<i>Margin using radio altimeter</i>		<i>Margin using pressure altimeter</i>	
	<i>Metres</i>	<i>Feet</i>	<i>Metres</i>	<i>Feet</i>
A — 169 km/h (90 kt)	13	42	40	130
B — 223 km/h (120 kt)	18	59	43	142
C — 260 km/h (140 kt)	22	71	46	150
D — 306 km/h (165 kt)	26	85	49	161

Vir: [5] str. 3-21

Vrednosti višin nad ovirami so objavljene na priletnih kartah in sicer za tiste kategorije, za katere je procedura načrtovana. Vrednosti temeljijo na naslednjih standardnih pogojih:

- Letenje z uporabo aneroidnega višinomera v priletih CAT I.
- Letenje z uporabo radiovišinomera in usmerjevalnika leta (flight director) v priletih CAT II.
- Razpon kril ni večji kakor 60 m in vertikalna razdalja med kolesi letala in anteno GP-a ni večja kakor 6 m.
- Gradient v MA ni večji kakor 2,5%.

Dodatne vrednosti višin nad ovirami so lahko podane za letala s specifičnimi dimenzijami, izboljšanimi sposobnostmi v MA ter za letala, ki uporabljajo avtopilot v priletih kategorije CAT II. Višino odločitve dobimo, če višini nad ovirami prištejemo vertikalno razdaljo zaradi dodatnih faktorjev, ki so grafično prikazani na sliki 13 in kateri so:

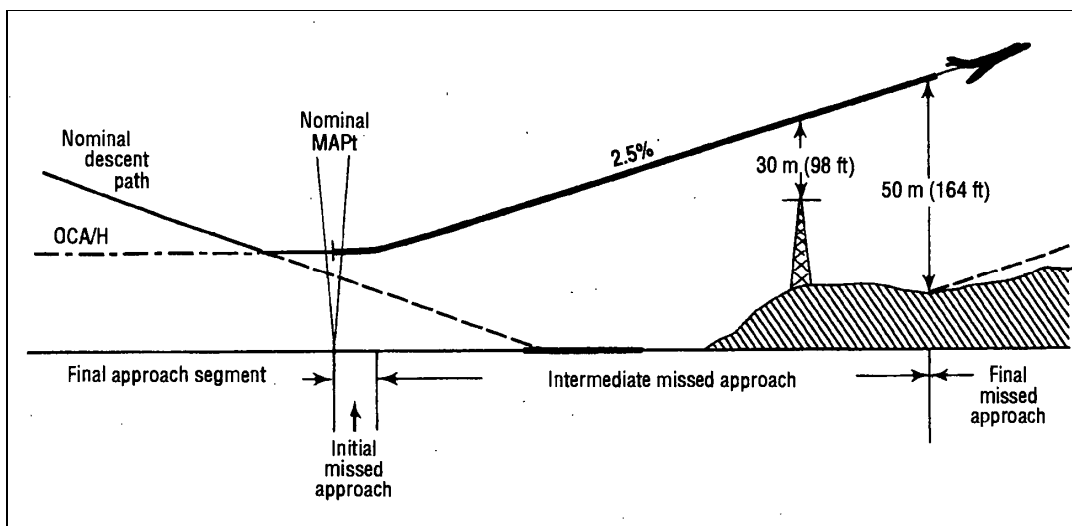
- Kategorija operacije.
- Karakteristike sprejemnikov in oddajnikov.
- Usposobljenost posadke.
- Zmožljivosti letala.
- Meteorološki pogoji.
- Karakteristike letališča.
- Profil tal pri uporabi radiovišinomera.
- Tlačne napake pri uporabi aneroidnega višinomera.

Segment zgrešenega prileta (Missed Approach)

Namen segmenta zgrešenega pristanka je možnost voditi letalo od točke MAPt, do točke kjer lahko izvedemo še en prilet ali nadaljujemo let na alternativno letališče. Vsaka procedura instrumentalnega prileta mora vsebovati segment zgrešenega prileta z pripadajočo smerjo letenja, potekom leta ter višino. V segmentu zgrešenega prileta je pilot soočen z zahtevno nalogo spremembe konfiguracije, položaja in višine letala. Zato je načrt procedure zgrešenega prileta kar se da enostaven. Kot je razvidno iz slike 14 je sestavljen iz treh segmentov:

- Začetna faza (Initial MA).
- Vmesna faza (Intermediate MA).
- Končna faza (Final MA).

Slika 19: Faze zgrešenega prileta



Vir: [5] str. 3-22

Segment zgrešenega prileta se prične v točki MAPt ter konča na določeni točki, kot npr. točki IAF ali na navigacijski točki rutnega dela leta. Aktualna lokacija točke MAPt je odvisna od tipa letenega prileta. Pri preciznem priletu se točka MAPt nahaja na določeni višini imenovani višina odločitve, pri nepreciznih priletih pa se MAPt nahaja na točki, katero označuje navigacijsko sredstvo ali pa na mestu po določenem preteklem času po preletu točke FAF.

Faze procedure zgrešenega prileta – MA

- **Začetna faza MA:** se prične v točki začetka MA (MAPt – Missed Approach Point) in konča v točki, ko pilot prevede letalo v enakomerno vzpenjanje (SOC – Start Of Climb point). MAPt je določen s presečiščem imenskega kota drsne strmine in višino odločitve. Hitro spreminjanje konfiguracije letala in prevajanje v vzpenjanje zahteva zbranost pilota, zato v tej fazi ni predvidenih zavojev. Ta faza vsebuje razne dolžinske tolerance zaradi katerih skoraj v nobenem primeru ni enako dolga.
Te tolerance so:
 - a) Razdalja, ki jo opravi letalo v času 15 s (sprememba konfiguracije in prehod v vzpenjanje).
 - b) Hrbtni vetrovi.
- **Vmesna faza MA:** v vmesni fazi MA se nadaljuje neprekinjeno, enakomerno vzpenjanje do točke, kjer dosežemo 50 m (164 čevljev) nad ovirami ter to višino lahko vzdržujemo. V tej fazi se lahko, za razliko od začetne faze, uporablja radionavigacijsko vodenje. Dovoljena sprememba po smeri je 15° glede na smer začetne faze.
- **Končna faza MA:** se prične v točki kjer dosežemo višino 50 m nad ovirami ter jo lahko vzdržujemo. Ta faza MA procedure se razteza do točke, kjer lahko pričnemo z izvajanjem novega prihoda, holdinga ali se vključimo na ruto za alternativno letališče. V tej fazi je dovoljeno izvajanje celih zavojev.

Gradient vzpenjanja in višina nad ovirami v MA

- **Gradient vzpenjanja:** imenski gradient vzpenjanja ravnine zgrešenega prileta je 2,5 % kot prikazuje slika 14. Lahko se določi tudi gradient vrednost 2 %, vendar pod pogojem, da je zagotovljena potrebna varnost ter, da je procedura odobrena s strani pristojne oblasti. Možna je tudi uporaba 3, 4 ali 5 % gradientov za letala, katerih performanse vzpenjanja dovoljujejo doseganje takšnih operativnih prednosti. Če je v uporabi drugačen, kot je imenski gradient, mora le ta biti označen na karti za instrumentalen prilet;
- **Višina nad ovirami:** najmanjša višina nad ovirami v začetni fazi MA mora biti enaka kot v zadnjem delu segmenta končnega prileta. V vmesni fazi MA mora biti najmanjša višina nad ovirami 30 m (98 čevljev), v končni fazi pa 50 m (164 čevljev).

6. ANALIZA TOPOGRAFIJE IN ANALIZA OMEJITVENIH RAVNIN ZA POSTAVITEV RADIONAVIGACIJSKE OPREME NA LETALIŠČU CERKLJE

Zaradi topografskih značilnosti okolice letališča in dolgoletnih meteoroloških meritev smeri vetra, bi bila najbolj smiselna postavitve ILS oddajnikov, za pristajanje v smeri na VPS 09 in sicer za ILS kategorije CAT III, kar pomeni, da mora oprema zadovoljiti pogoje označene v točki 3.3.3. Za poenostavitev vključevanja v priletne segmente, interceptiranje LLZ-ja v fazi ILS prileta in za pomoč pri vodenju v MA, sem predpostavil, da bi bila idealna rešitev postavitev dodatnega sredstva VOR na samem letališču oz. v liniji podaljšane osi VPS. Postavitve takega sredstva, bi sicer občutno povežala stroške nadgradnje navigacijskega sistema letališča, vendar bi znatno pripomogla k varnosti in poenostavitvi procedure prileta, kar pa je tudi poglavitni cilj tovrstnih sistemov.

GRAFIČNA ANALIZA TERENA ZA POSTAVITEV KOMPONENT ILS-A

Za grafično analizo terena sem uporabil tloris, satelitsko sliko letališča, katera vsebuje tudi del bližnje okolice VPS. Na sliki sem v merilu vrisal omejitvena območja (šrafure), kritični coni za GP in LLZ, v katerih se v času delovanja ILS-a ne sme nahajati noben fiksni, kakor tudi ne mobilni objekt. Kakor to narekujejo predpisi, ki jih določa Annex 10, sem predpostavil, da je antena GS-a postavljena 300 m od praga 09 v smeri VPS in sicer na nasprotni strani steze za taksiranje, 150 m od roba VPS v pravokotni smeri glede na os VPS, medtem ko je antena LLZ-ja postavljena na podaljšani osi VPS in sicer na razdalji 300 m za pragom 27.

Slika 20: Postavitve oddajnikov GP in LLZ ter pripadajoče kritične cone



Kot je razvidno iz slike, bi za zadovoljitev pogojev, ki jih določata kritični coni obeh oddajnikov, bilo potrebno odstraniti drevje in grmičevje, ki se nahaja neposredno v omenjenih conah. Problem predstavlja tudi lega LLZ-ja, ki bi bil postavljen za ograjo oz. izven ozemlja letališča.

ANALIZA TOPOGRAFIJE OKOLICE IN LETALIŠČA SAMEGA

Teren pred pragom 09

Delovanje avtomatskih pristajalnih sistemov je med drugim odvisno tudi od radiovišinomerov. Profil terena neposredno pred pragom VPS lahko zato v določeni meri vpliva na trajektorijo prehoda letala v vodoravni let (flare), na hitrost spuščanja v coni dotika z zemljo (touchdown) in na razdaljo točke dotika od praga VPS. Teren, ki ima največji vpliv na delovanje radiovišinomera se nahaja na območju 60 m na vsako stran od osi VPS do razdalje 300 m pred pragom VPS, vseeno pa so lahko podatki višinomera pomembni tudi pred tem območjem. [8]

420 m pred pragom VPS se nahaja lokalna cesta Črešnjice pri Cerkljah – Drnovo, katera predstavlja problem, saj se nahaja v območju notranje priletne ravnine (točka 4.2.2.4). Notranja priletna ravnina določa, da se na tem območju med pristajanjem v pogojih CAT III ne sme nahajati noben fiksni, kakor tudi ne mobilni objekt. Ta problem bi bil rešljiv s premestitvijo ceste oz. uvedbo obvoza ali uvedbo zapornic, ki bi se aktivirale določen čas pred prihodom letala. V splošnem se teren za pragom 09 dviga z minimalnim gradientom vse do 2900 m pred pragom VPS, kjer se rahlo povzpne do višine 165 m nad morjem (vas Gorica) in nato spet spusti na višino letališča. Na razdalji 10 km od VPS se teren dvigne do višine 200 m (vas Smednik – trigonometrična točka). Nič od omenjenega, pa ne predstavlja potencialne ovire, ker je priletna ravnina, ki je definirana v točki 4.2.2.3 precej višje. Za priletno proceduro in nastavitve oddajnikov, bi v tem primeru izbral standardni 3° imenski priletni kot. V primeru, da nameščeni ILS izpolnjuje pogoje kritja omenjene v točki 3.6.1 (spodnja meja kritja snopa drsne strmine je pri vrednosti $0,45 \theta$, pri tem je $\theta = 3^\circ$ - imenski kot prileta po GP-u) sem izračunal, da spodnja meja snopa GP-a, na razdalji 10 km od praga 09 sega do višine 235 m, kar je 35 m višje od terena, kar izpolnjuje zahteve za kritje GP-a. Ker polni odklon igle indikatorja drsne strmine pomeni letenje $0,7^\circ$ nad ali pod idealnim kotom prileta, sem izračunal, da je letalo pri letenju z polnim odklonom horizontalne igle (indikator drsne strmine in smeri v letalu) navzgor, na višini 401 m, kar je 201 m nad najvišjim terenom oz. oviro v fazi prileta.

OPOMBA: Vsi izračuni so bili izvedeni s pomočjo osnovnih trigonometričnih funkcij.

Teren pred pragom 27

Teren pred pragom 27 je pomemben predvsem zaradi izdelave procedure zgrešenega prileta. Glavna omejitev je ravnina zgrešenega prileta, ki jo opisuje točka 4.2.2.7. Teren pred pragom 27 je v tem primeru ugoden, saj ne obstaja nobena ovira oz. objekt, ki bi prebadal omenjeno ravnino tako, da imajo načrtovalci procedur pri načrtovanju proste roke. Edini problem, ki bi se v tem primeru pojavil pri načrtovanju procedure, je neposredna bližina državne meje in bližina kontroliranega zračnega prostora Zagrebškega letališča, tako da je edina možna rešitev načrtovanje leve MA procedure oz. levega zavoja v fazi zgrešenega prileta.

7. ZAKLJUČEK

Z investicijami v posodobitev letališke infrastrukture je letališču omogočen obstoj in varno izvajanje operacij. Sodobna sredstva in oprema zagotavljajo letališču nemoteno delovanje in izpolnjevanje zakonskih zahtev glede na referenčno kodo, kategorijo in namen letališča ter glede na obseg zračnega prometa. [9], 5

Z aplikacijo sistema za instrumentalno pristajanje (ILS), svetlobnih navigacijskih sredstev opisanih v točki 3.9.2 in sistema PAPI (3.9.3.3) bi na letališču Cerklje lahko uspešno znižali pristajalne minimume. Topografija okolice, kakor tudi fizične karakteristike VPS, dovoljujejo namestitve komponenta ILS-a in nemoteno delovanje oddajnikov oz. oddajanje signalov za načrtovanje standardnega prileta pod kotom 3°. Problem pri navigacijski nadgradnji z omenjenim sistemom nastopi pri načrtovanju lokacije postavitve zemeljskih komponent (GP in LLZ oddajnika). Po topografski analizi se izkaže, da bi zaradi togosti predpisanih zaščitnih con, bilo potrebno opraviti manjše posege v prostor (odstraniti gozdnate površine na območju kritičnih in senzitivnih con oddajnikov) ter pridobiti potrebna dovoljenja za omenjene posege.

Glede na zahteve opisane v točki 4.2.3.1, bi na letališču Cerklje lahko namestili ILS komponente, ki bi dovoljevale CAT III operacije oz. natančnost priletov, saj ni ovir, ki bi prebadale omejitvene ravnine. Pristajalni minimumi bi se v tem primeru dejansko znižali tako, da bi bila DH pod 30 m ali 0 m in RVR ne manjša od 200 m, vendar večja od 50 m (CAT IIIB) za letala s posebno opremo. S tem bi se letališče tudi dejansko približalo svojemu namenu, ker bi se šolanje pilotov za pridobitev IR lahko izvajalo v pravih instrumentalnih meteoroloških pogojih in LETŠ SV tako ne bi bila vezana na druga letališča za tovrstne operacije. Prav tako pa bi letalstvo SV pridobilo na odzivnem času v pogojih zmanjšane vidljivosti in ponoči.

- [1] JEPPESEN: Instrument Commercial Manual – Airports, Airspace and Flight Information; ILS approaches: Jeppese Sanderson, Inc., 1998;
- [2] JEPPESEN: Instrument Commercial Manual – Instrument approach Charts; ILS approaches: Jeppese Sanderson, Inc., 1995;
- [3] ICAO Annex 10: Aeronautical Telecommunications, Volume I (Radio Navigation Aids) – Chapter 3; Attachment C: Fifth Edition – July 1996;
- [4] ICAO Annex 14: Aerodromes, Volume I (Aerodrome Design and Operations) – Chapter 4; Chapter 5: Fourth Edition – July 2004;
- [5] ICAO Doc 8168-Ops/611: Procedures For Air Navigation Services – Aircraft Operations; Volume I, Flight Procedures: Fourth Edition – 1993;
- [6] ICAO Doc 8168-Ops/611: Procedures For Air Navigation Services – Aircraft Operations; Volume II, Construction of Visual and Instrument Flight Procedures: Fourth Edition – 1993;
- [7] Matjaž Novak in Primož Tolar: Sistem Instrumentalnega Pristajanja, Ljubljana – Marec 2003;
- [8] AERODROM LJUBLJANA, D.D. - AEROINŽENIRING: ILS sistem CAT III B na letališču Ljubljana in adaptacija objektov radionavigacijskih sredstev – Julij 1995;
- [9] Internetne strani:
1. <http://www.uradni-list.si/1/ulonline.jsp?urlid=199768&dhid=28830>
 2. http://en.wikipedia.org/wiki/Instrument_Landing_System
 3. <http://www.nts.gov/Events/2004/FedEx1478/PAPI.pdf>
 4. <http://www.sloveniacontrol.si/acrobat/aip/LJ-AD-2.LJPZ-en-GB.pdf>
 5. http://www.mzp.gov.si/si/delovna_podrocja/letalstvo/maribor_2004_2007/

KAZALO SLIK

Slika 1: GPS/INS karta priletne proceure na VPS 09.....	10
Slika 2: Priletna piramida z osjo idealne smeri prihoda na VPS	12
Slika 3: Oblika signalov LLZ-ja.....	14
Slika 4: Kritje signalov LLZ-ja glede na horizontalo.....	15
Slika 5: Kritje signalov LLZ-ja glede na horizontalo, ki mora biti zagotovljeno v posebnih primerih	15
Slika 6: Kritje signalov LLZ-ja glede na višino	16
Slika 7: Oblika signalov GP-a	17
Slika 8: Območje kritja GP-a glede na horizontalno (a) in vertikalno ravnino (b)	18
Slika 9: Shema osvetlitvenega sistema za prilete CAT I.....	20
Slika 10: Shema notranjih 300 m priletnih luči in luči VPS za natančen prilet kategorije CAT II in CAT III	21
Slika 11: Vrste sistemov za indikacijo drsne strmine v fazi vizualnega prileta	23
Slika 12: Prikazovanje PAPI sistema v različnih položajih letala glede na idealen priletni kot ...	25
Slika 13: Tipična oblika in dimenzije kritične in senzitivne cone antene LLZ-ja.....	27
Slika 14: Tipična oblika in dimenzije kritične in senzitivne cone antene GP-a	28
Slika 15: Omejitvene ravnine	30
Slika 16: Notranja priletna, notranja prehodna in ravnina zaustavljenega pristanka (območje brez ovir)	31
Slika 17: Razmerje med višino nad ovirami (OCA/H) in višino odločitve (DA/H)	36
Slika 18: Prehod iz rute v segmente prileta	37
Slika 19: Faze zgrešenega prileta	41
Slika 20: Postavitev oddajnikov GP in LLZ ter pripadajoče kritične cone	43

SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC

- AGL (Above Ground Level) – Višinska razlika med zrakoplovom in zemeljsko površino
- AMSL (Above Mean Sea Level) – Nad srednjim morskim nivojem
- APAPI – Enako kot PAPI, le da ima sistem prepolovljeno število svetlobnih teles
- AT-VASIS – Enako kot T-VASIS, le da je sistem nameščen samo na eni strani vzletno pristajalne steze
- CAT I – Kategorija I ILS operacij
- CAT II – Kategorija II ILS operacij
- CAT III – Kategorija III ILS operacij
- DDM (Difference in Depth of Modulation) – Procentualna razlika v stopnji modulacije
- DF (Descent Fix) – Točka Spuščanja
- DH/A (Decision Height/Altitude) – Nadmorsak ali relativna višina odločitve
- DME (Distance Measuring Equipment) – Naprava, navigacijsko sredstvo za merjenje razdalje
- FAF (Final Approach Fix) – navigacijska točka končnega prileta
- FFM (Far Field Monitor) – Antenski nadzorni sistem signalov instrumentalnega sistema za pristajanje, ki je postavljen na podaljšani osi VPS in je bolj oddaljen od praga VPS, kakor NFM
- GP (Glide Path) – oddajnik, antena drsne strmine
- GPS (Global positioning system) – Globalni sistem za satelitsko navigacijo
- IAF (Initial Approach Fix) – Navigacijska točka začetnega prileta
- IF (Intermediate Fix) – Navigacijska točka vmesnega prileta
- ICAO (International Civil Aviation Organization) – Mednarodna organizacija za civilno letalstvo
- IM (Inner Marker) – Notranji označevalni oddajnik
- IR (Instrument Rating) – Licenca za letenje po instrumentih
- LLZ (localizer) – Oddajnik smeri
- MA (Missed Approach) – Procedura zgrešenega prileta
- MAPt (Missed Approach point) – Točka začetka zgrešenega prileta
- MDA (Minimum Descent Altitude) – Najnižja višina v priletu pred pristankom
- MHA (Minimum Holding Altitude) – Najnižja višina v holdingu
- MLS (Microwave Landing System) – Mikrovalovni pristajalni sistem
- MM (Middle Marker) – srednji označevalni oddajnik
- MTBF (Minimum Time Between Failures) – Minimalni čas med odpovedmi
- NFM (Near Field Monitor) - Antenski nadzorni sistem signalov instrumentalnega sistema za pristajanje, ki je postavljen na podaljšani osi VPS in v bližini praga VPS
- NDB (Non-Directional Radiobeacon) – Nesmerni radijski oddajnik
- OCA/H (Obstacle Clearance Altitude/height) – Najmanjša nadmorska/relativna višina nad ovirami
- OM (Outer Marker) – Zunanji označevalni oddajnik
- PANS-OPS (Procedures for Air Navigation Services-Aircraft Operations Surfaces) – Procedure zračne navigacije-Ravnine operacij letal
- PAPI (Precision Approach Path Indicator) – Indikatorji priletne poti preciznega prileta
- PAR (Precision Approach Radar) – Radar za natančno vodenje približajoših se in pristajajočih letal

- RAIL (Runway Alignment Indicator Lights) – Luči, ki indicirajo poravnavo z osjo vzletno pristajalne steze
- RCMS (Remote Control Monitoring System) - Sistem za daljinski nadzor delovanja navigacijskih naprav
- RNAV (Area navigation) – Področna navigacija
- RVR (Runway Visual Range) – Vidljivost vzdolž vzletno pristajalne steze
- SFL (Sequenced Flashing Lights) – Zaporedno bliskajoče se luči, ki dajejo indikacijo o podaljšanji osi VPS
- SOC (Start of Climb) – Točka, v kateri pilot prevede letalo v enakomerno vzpenjanje
- SV – Slovenska vojska
- VASI (Visual Approach Slope Indicator System) – Sistem vizualne indikacije drsne strmine v fazi prileta
- VDP (Visual Descent Point) – Točka kjer lahko nadaljujemo s spuščanjem za pristanek, če imamo vizualno referenco z VPS
- VHF (Very High Frequency) – zelo visoke frekvence (30 – 300 MHz)
- VOR (VHF omnidirectional radio range) - visokofrekvenčni vsesmerni radijski oddajnik
- VPS – Vzletno pristajalna steza
- T-VASIS – Svetlobni sistem za indikacijo priletne poti v fazi prileta, katerega vizualni orjentir je črka T
- TDP (Touch Down Point) – Točka dotika
- ZDA – Združene države Amerike

IZJAVA O AVTORSTVU

S svojo častjo potrjujem, da sem to diplomsko nalogo izdelal popolnoma samostojno, s pomočjo navedene literature in virov, ter pod vodstvom mentorja.

Cerklje ob Krki, september 2008

Simon Ganza