



# Repülőterek

Gál István

**BME**

**Repüléstudományi és Hajózási Tanszék**

Repülési üzemtan



## ➤ Csoportosítás (Magyarország)

### ▶ Nemzetközi repülőtér

- Nemzetközi járatok indítására és fogadására

### ▶ Kereskedelmi repülőtér

- Korlátozottan alkalmas nemzetközi forgalomra, kizárólag a járatok előzetes jóváhagyása után

### ▶ Privát repülőtér

- Az üzemeltetővel előzetesen egyeztetve használható

### ▶ Katonai repülőtér

- Állami repülések céljára



## ➤ Kereskedelmi repülőtér

- ▶ Használható nemzetközi és/vagy kereskedelmi járatokhoz
- ▶ Követelmények
  - Megfelelő szolgálatok
  - Megfelelő felszerelés
  - Jelölések
  - Navigációs és egyéb fénytechnika
  - A várható repülőgépek kiszolgálására alkalmas kapacitás



## ➤ Nemzetközi repülőtér

### ▶ Alkalmas felszerelés és szolgálat

- Vámárukezelés
- Áruk és személyek biztonsági ellenőrzése
- Egészségügyi ellenőrzés

## ➤ Alapvető felépítés

### ▶ 3 fő alkotó

- Mozgási terület
- Munkaterület
- Előtér

### ▶ Ellenőrzött repülőtér

- Irányítótorony szolgálattal és VCR-rel (Visual Control Room)

### ▶ Rádió nélküli forgalom

- Jelölő terület



# Repülőterek

## ➤ Mozgási terület (Movement area)

- ▶ Minden földi mozgáshoz
- ▶ Az előtér és a műszaki terület is ide tartozik
- ▶ Épületek és más építmények nem részei

## ➤ Műszaki terület (Maneuvering area)

- ▶ A fel- és leszállásra, illetve az ehhez szükséges mozgásokra szolgál
  - Futópálya
  - Gurulóút
  - Végbiztonsági terület
  - Küszöb



## ➤ Előtér (Apron)

- ▶ Utas- és árucseré helye
- ▶ Magasságmérő ellenőrző hely
- ▶ Hosszútávú parkolóhelyek, várakozási pontok
- ▶ Nagy forgalmú repülőterek
  - Külön földi gurító szolgálat (Apron Management Service)
- ▶ Légiforgalmi elemek
  - Területek, épületek és eszközök, amik biztonsági ellenőrzés nélkül nem hozzáférhetőek



# Repülőterek adatai

## ➤ Repülőtér azonosító kód

- ▶ A fő jellemzőket írja le

- ▶ Két elem

- Repülőgép vonatkoztatási pályahossz (Aeroplane reference field length) (szám)

- Adott MTOM mellett szükségem minimum pályahossz
- (tengerszinten, standard atmoszferikus nyomáson, szélcsendben, lejtés nélkül)

- Repülőgép szárnyfesztáv és főfutó kerékabroncs távolság (betű)

- ▶ Tervezéskor és üzemeltetéskor is használják

- Célforgalom határozza meg



# Repülőterek adatai

## ➤ LHBP: 4E

Code Number	Aerodrome Reference Field Length	Code Letter	Wing Span	Outer Main Gear Wheel Span
1	Less than 800m	A	Up to but not including 15m	Up to but not including 4.5m
2	800m or more, but less than 1 200m	B	15m or more, but less than 24m	4.5m up to but not including 6m
3	1 200m or more, but less than 1 800m	C	24m or more, but less than 36m	6m up to but not including 9m
4	1 800m or more	D	36m or more, but less than 52m	9m up to but not including 14m
		E	52m or more, but less than 65m	9m up to but not including 14m
		F	65m up to but not including 80m	14m up to but not including 16m





# Repülőterek adatai

Típus	Fesztáv	Főfutó távolság	Kategória
CRJ700	23 m	4,2 m	B
Q400	28,4 m	8,8 m	C
B737	36 m	5,7 m	C
A320	35,8 m	7,6 m	C
B767	54,9 m	9,3 m	D
B747	64,4 m	11 m	E
A380	79,75 m	12,45 m	F

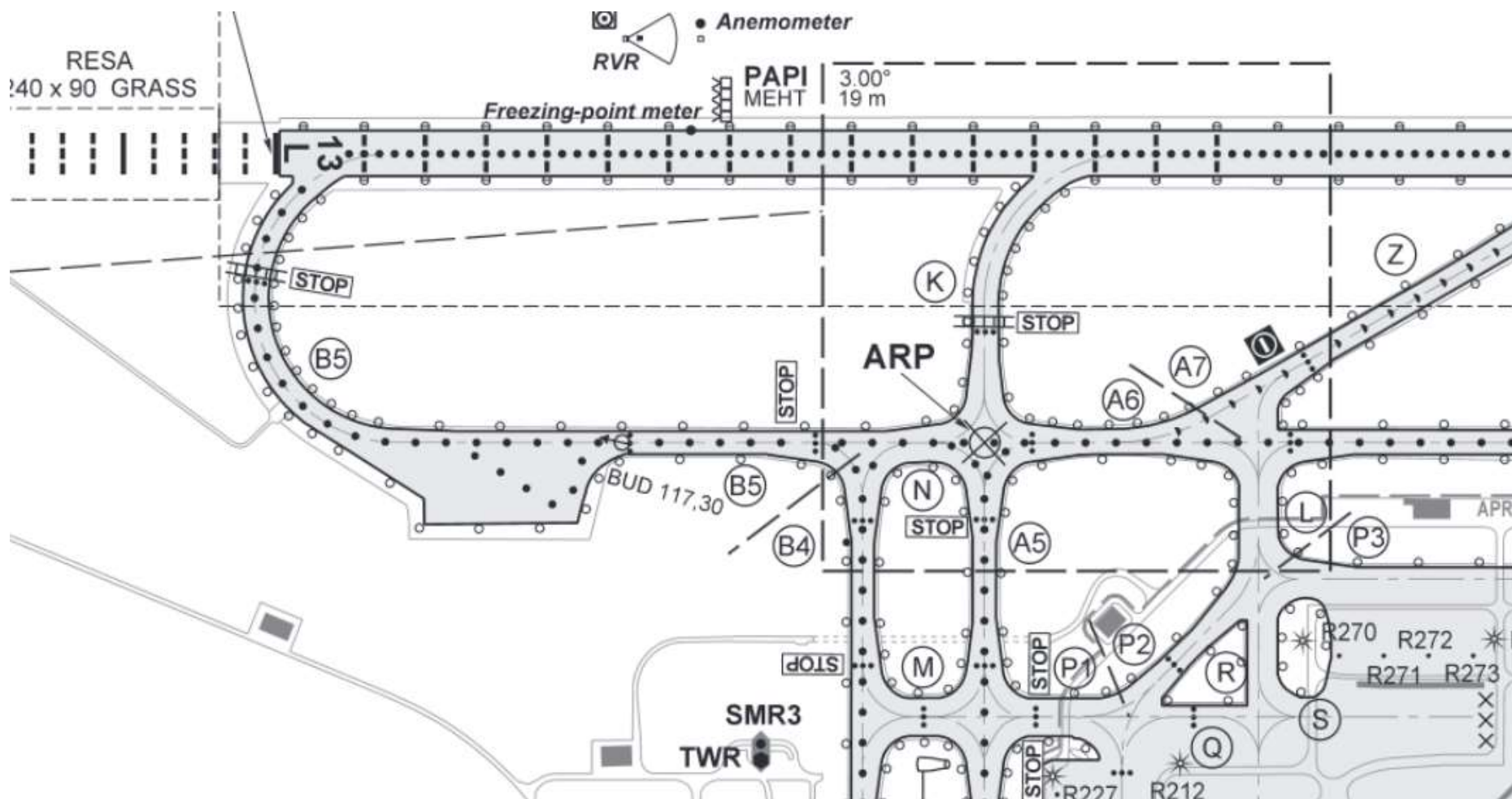


# Repülőterek adatai

- Repülőtér referenciapont, ARP (Aerodrome Reference Point)
  - ▶ A reptérhez társított geográfiai koordináta
  - ▶ A kezdeti, vagy tervezett geometriai középponthoz közel
- Repülés előtti magasságmérő ellenőrzési hely (Pre-flight altimeter check location)
  - ▶ Az ellenőrzés szükséges a gurulási engedélyhez
  - ▶ Magasság:
    - Átlagérték
    - A legközelebbi méterre (vagy lábba) kerekítve
    - 3 méternél nagyobb eltérés engedélyezett



# Repülőterek adatai





# Repülőterek adatai

- Repülőtér és futópálya magasság
  - ▶ Repülőtér magasság
    - A leszállóhelyek legmagasabb pontja
  - ▶ Futópálya magasság
    - Ha eltér az előzőtől
    - Nem precíziós futópálya: 0.5 méterre kerekítve
    - Precíziós futópálya: 0.25 méterre kerekítve

ARP N47 26 22 E019 15 43	AERODROME ELEV 496	BUDAPEST TOWE BUDAPEST GROU BUDAPEST DELIV
ASDA	LDA	



# Repülőterek adatai

## ➤ Burkolatok teherbíróképessége

### ▶ MTOM 5700 kg, vagy kevesebb

- A terhelés a maximum megengedhető tömegből, vagy a maximum guminyomásból adódik (amelyik nagyobb)

### ▶ MTOM 5700 kg felett

- ACN-PCN rendszer szerint (Aircraft Classification Number – Pavement Classification Number)
  - Használható reptér:
    - $ACN \leq PCN$



# Repülőterek adatai

## ➤ ACN

- ▶ Skála: 0 - ...
- ▶ A burkolatra kifejtett relatív hatást fejezi ki

## ➤ PCN

- ▶ A futópályákra, gurulóutakra és előterekre határozzák meg
- ▶ Legfontosabb: előtér
  - Nagyobb tömeg
  - Hosszabb idejű hatás (parkolás)



# Repülőterek adatai

## ➤ Burkolat teherbírás kód

- ▶ Számok és betűk segítségével
- ▶ Burkolat típusa
  - „R”: Merev (rigid)
  - „F”: Rugalmas (flexible)
- ▶ Alap teherbírás
  - „A”: erős
  - „B”: közepes
  - „C”: alacsony
  - „D”: nagyon alacsony



## ➤ Burkolat teherbírás kód

### ▶ Keréknyomás

- „W”: magas
- „X”: közepes, 1,5 Mpa-ig
- „Y”: alacsony, 1 Mpa-ig
- „Z”: nagyon alacsony, 0,5 Mpa-ig

### ▶ Érték meghatározása

- „T”: műszeres méréssel
- „U”: tapasztalati úton





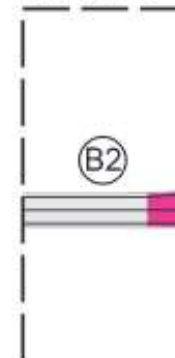
# Repülőterek adatai

## AIP HUNGARY

### AERODROME CHART - ICAO

RWY	DIRECTION	THR	BEARING STRENGTH	TORA	TOE
13R	128°	N47 26 55, E019 13 15	PCN 65/R/B/X/T	3010	301
31L	308°	N47 25 50, E019 15 01	PCN 65/R/B/X/T	3010	301
13L	128°	N47 26 44, E019 15 27	PCN 75/R/B/X/T	3707	370
31R	308°	N47 25 23, E019 17 38	PCN 75/R/B/X/T	3707	370
Apron 1			PCN 50/R/B/X/T		
Apron 2, APRON AG, APRON AA, APRON AL			PCN 75/R/B/X/T		
Taxiways: A1, B1, C, D			PCN 60/F/B/X/T		
Taxiways: A2-A9, B2-B5, F, K, L, M, N, T, U, X, Y, Z			PCN 75/R/B/X/T		
Taxiways: J4			PCN 75/F/B/X/T		
Taxiway width: 23 m, exception A1: 19 m and F: 36 m.					
Remark: TWY A1 downgraded to code C ACFT (max. wingspan 36.00 m).					

HOTSPOT





# Futópálya

- A le- és felszállásra használható terület
- Repülőtér használhatósági tényező (Aerodrome usability factor)
  - ▶ Nem lehet 95%-nál alacsonyabb a kiszolgálható gépek számára
  - ▶ Meghatározza a futópályák számát és irányát
- Futópálya típusok
  - ▶ Használhatóság szerint
    - Jelöletlen
    - Jelölt
    - Jelölt és burkolt



## ➤ Futópálya típusok

### ▶ Felszerelés szerint

- Látvarépülési (visual runway)
  - A fel- és leszállás feltételeit a láthatóság határozza meg
    - Fontos: földi és futópálya látótávolság (RVR), felhőalap és napkelte/napnyugta
- Műszeres futópálya
  - Standard műszeres eljárások (SID, STAR) alkalmazhatóak
    - Precíziós: ILS, GLS, MLS, PAR
    - Nem- precíziós: VOR, NDB, ILS (csak azimut)



## ➤ Futópálya típusok

### ▶ Funkció szerint

#### ▪ Általános futópálya

- Fel- és leszállás egyaránt lehetséges

#### ▪ Felszállópálya

- Csak felszállás

- Általában a domborzat miatt nem lehet megközelítési, vagy átstartolási eljárást kialakítani
- <https://www.google.hu/maps/@50.0267986,8.5289199,2347m/data=!3m1!1e3>
- <https://www.youtube.com/watch?v=75qgPrjc4vU>



# Futópálya

## ➤ Futópálya méretek

### ▶ Szélesség

- A forgalom igényeitől függ
  - Fesztáv
  - Főfutó keréktáv

Code number	Code letter					
	A	B	C	D	E	F
1(a)	18m	18m	23m	-	-	-
2(a)	23m	23m	30m	-	-	-
3	30m	30m	30m	45m	-	-
4	-	-	45m	45m	45m	60m

Note:(a): For a precision runway,  $w = 30$  m where code is 1 and 2



## ➤ Futópálya méretek

### ▶ Hossz

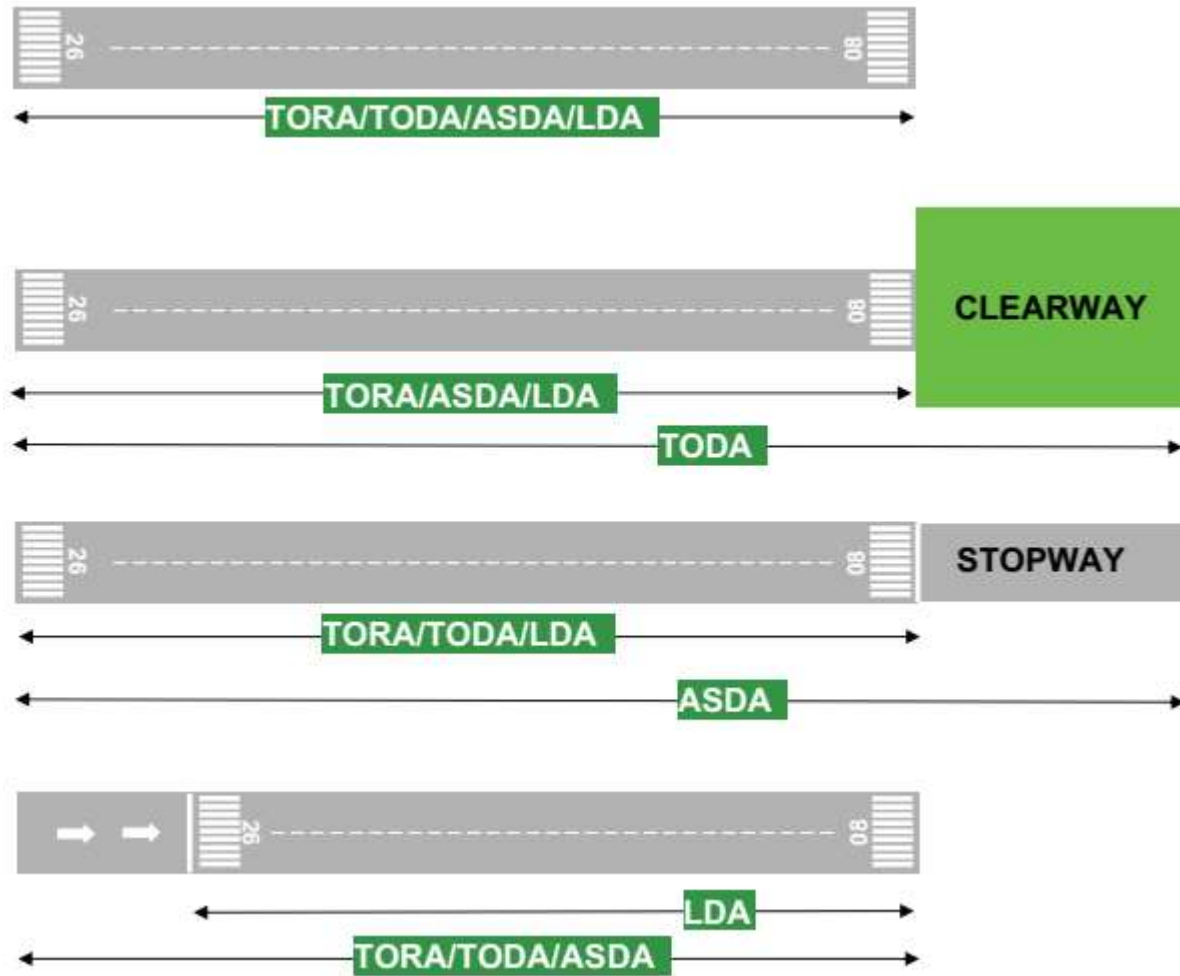
- A forgalom igényeitől függ
- Nem lehet kevesebb, mint a helyi körülményeknek megfelelően számolt leghosszabb felszállási úthossz
- Műszeres eljárásoknál: legalább 1800 m
- Megadása: közzétett távolság(ok)

## ➤ Közzétett távolság

- ▶ Méterre kerekítve adják meg
- ▶ Négy kategória szerinti távolság
  - Take-off run available (TORA)
  - Take-off distance available (TODA)
  - Accelerate-stop distance available (ASDA)
  - Landing distance available (LDA)

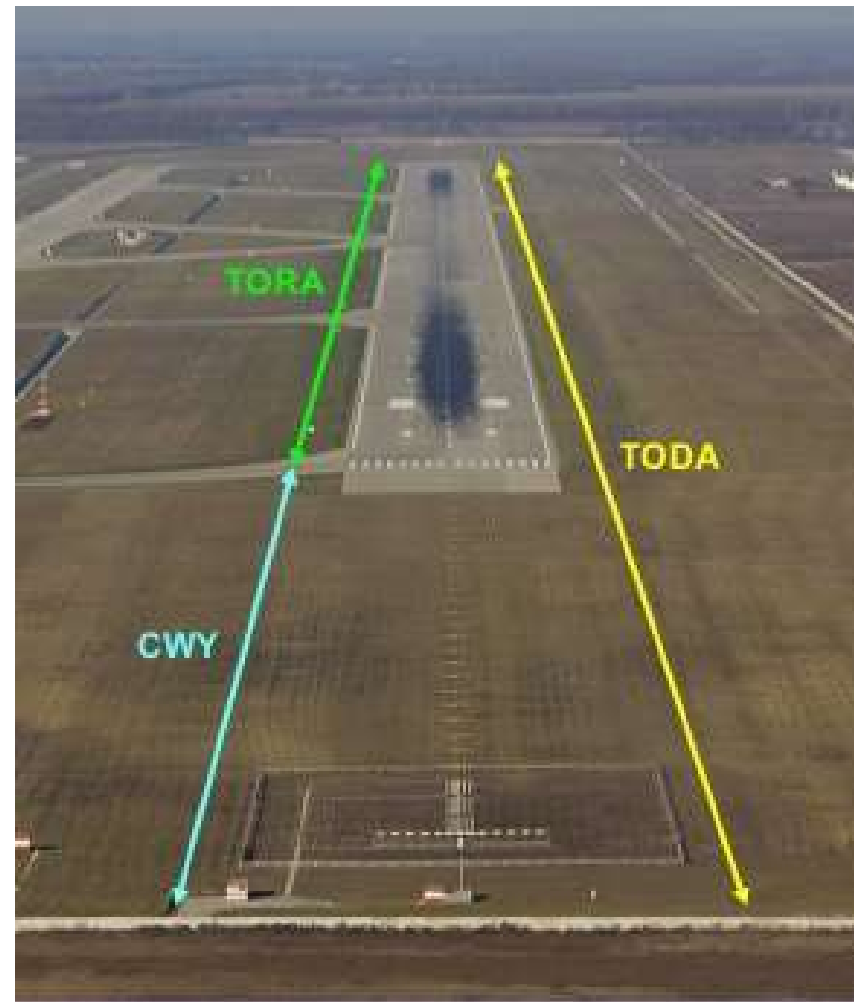


# Futópálya





# Futópálya







# Futópálya

## ➤ LHBP adatai

ARP N47 26 22 E019 15 43					AERODROME ELEV 496		BU
IG STRENGTH	TORA	TODA	ASDA	LDA			BU
75/R/A/X/T	3009	3009	3009	3009			
75/R/A/X/T	3009	3009	3009	3009			
90/R/A/X/T	3707	3707	3707	3707			
90/R/A/X/T	3707	3707	3707	3707			
60/R/A/X/T							
90/R/A/X/T							
75/R/A/X/T					HOTSPOT	HOTSPOT	
			(B3)	(A3)			



# Futópálya jelölések

- Számok, betűk és alakzatok használatával
- A jelölések mindig fehérek
  - ▶ A láthatóságot, elkülönülést fekete körvonallal lehet fokozni
  - ▶ Megfelelő tapadású festék használatával
- Feladata: a pilóta segítése
  - ▶ A küszöb helyének meghatározásában
  - ▶ A pálya azonosításában
  - ▶ A középvonal azonosításában
  - ▶ A landolási pont meghatározásában



# Futópálya jelölések

## ➤ Azonosító jelek

### ▶ Futópálya küszöb

- Burkolt és esetenként nem burkolt pályákon





# Futópálya jelölések

## ➤ Azonosító jelek

### ▶ Küszöb sávok

- A számuk a pálya szélességétől függ

Szélesség	18 m	23 m	30 m	45 m	60 m, vagy több
Sávok	4	6	8	12	16

- Méretei
  - Hossz: legalább 30 m
  - Szélesség: 2-1.8 m
- Elhelyezkedés
  - Kezdeté a küszöbtől: 6 m
  - Hosszirányú távolság (amelyik kisebb)
    - 3 m a szélektől
    - 27 m a középvonal két oldalától



# Futópálya jelölések

- ▶ Azonosító: két szám + egy betű (párhuzamos pályáknál)
  - Számok: Mágneses irányszög osztva 10-zel
    - Ha szükséges, 0-val kiegészítve
  - Betű: L (bal), C (közép), R (jobb)
    - Több, mit 3 párhuzamos pálya: a szám változik 10°-kal (+1)
      - <https://www.google.hu/maps/@32.8870798,-97.0497084,8904m/data=!3m1!1e3>
- ▶ Kiegészítő jelzések
  - Keresztirányú csíkozás
    - Áthelyezett küszöb
  - Fehér nyilak: ideiglenes áthelyezés
  - Sárga nyilak: csak Stopway-ként használható
  - Fehér X: repülőgépek számára nem használható



# Futópálya jelölések





# Futópálya jelölések

## ➤ Középvonal

- ▶ Burkolt pályán, az azonosító jelek között
- ▶ Hossz
  - Sáv és kihagyás
    - Minimum 50 m
    - Maximum 75 m
  - Sáv (amelyik nagyobb)
    - 30 m
    - A kihagyás távolságával megegyező





# Futópálya jelölések

## ➤ Célpont jelölés (Aiming point marking)

- ▶ A PAPI és az ILS siklópálya ide vezet
- ▶ Kötelező 2-3-4 kategóriás műszeres pályán (mindenhol ajánlott)
- ▶ Két vastag sáv a középvonal két oldalán
- ▶ Elhelyezkedés:

Landing Distance Available (LDA)	Threshold to Beginning of Marking
Less than 800m	150m
800m up to but not including 1200m	250m
1200m up to but not including 2400m	300m
2400m or more	400m





# Futópálya jelölések

## ➤ Célpont jelölés





# Futópálya jelölések

## ➤ Földetérési zóna jelölés (Touchdown zone markings)

- ▶ TDZ: A repülőgép ideális landolására kijelölt terület
- ▶ Páros négyszögeletes jelölések

LDA (vagy hossz)	< 900m	900m - <1200m	1200m - <1500m	1500m - <2400m	>2400m
Párok száma	1	2	3	4	6

### ▶ Feladata

- Jelzi a használható földetérési területet
- Jelzi a hátralévő földetérési távolságot (távolságkódolt kialakítás)

### ▶ Szükséges

- 2-3-4 kategóriás műszeres pálya
- 3-4 kategóriás nem műszeres: ajánlott



# Futópálya jelölések

## ➤ Földetérési zóna jelölés

### ▶ Típusai

- „A”: Alapvető kialakítás
- „B”: Távolságkódolt kialakítás

### ▶ Helye

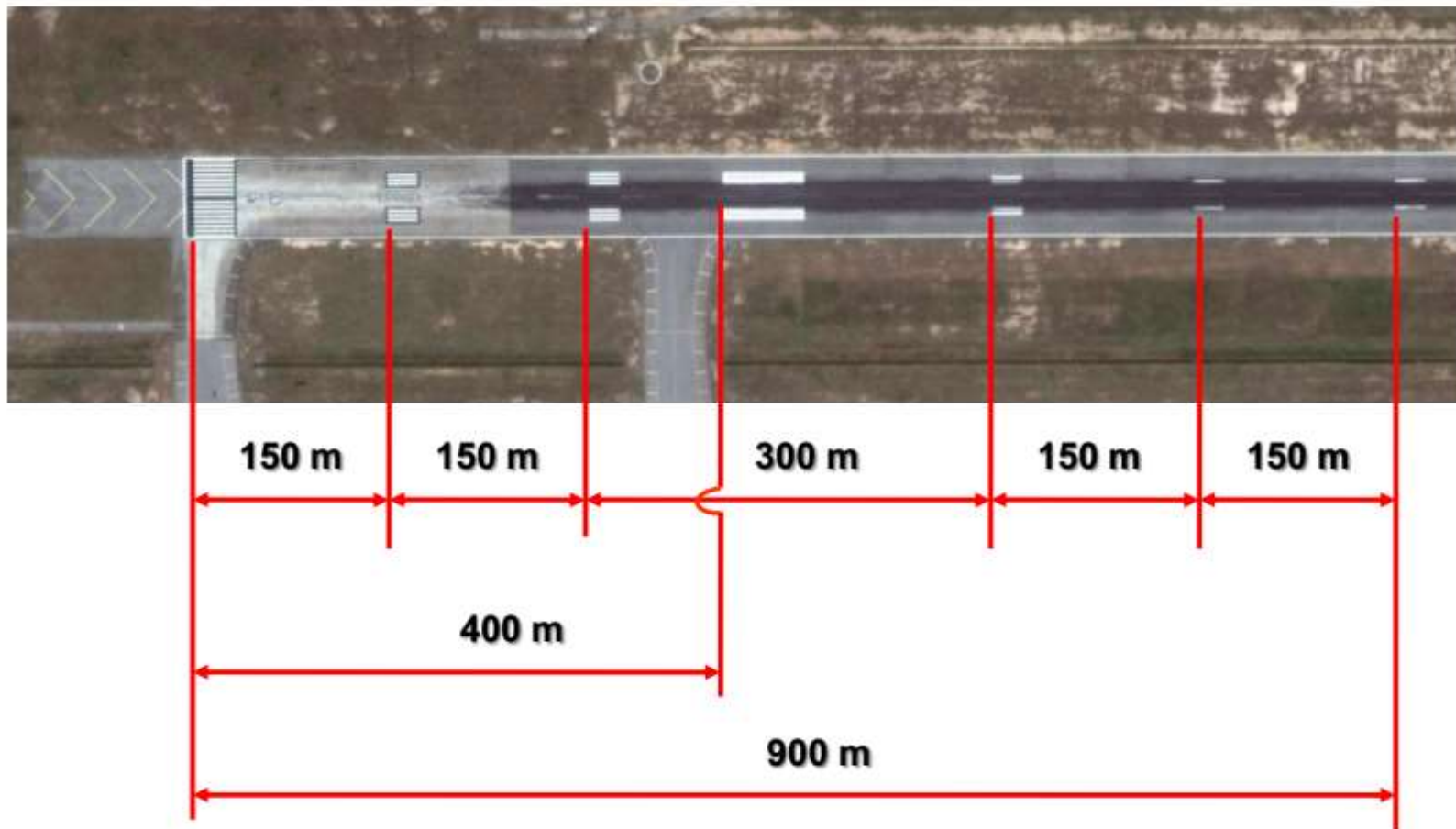
- Hosszirányban a küszöbtől: 150 m

### ▶ Ha egybeesik a célpontjelöléssel, kihagyható



# Futópálya jelölések

➤ „B” típus





# Futópálya jelölések

➤ „A” típus







# Futópálya jelölések

## ➤ Oldalküszöb jelölések

- ▶ Ha a talaj és a pálya között kicsi a kontrasztkülönbség
- ▶ Ajánlott, hogy az oldalsávok minden precíziós pályánál legyenek jelöltek, kontraszttól függetlenül





# Futópálya jelölések

- Párhuzamos gurulóút
  - ▶ Kötelező megjelölni





# Párhuzamos pályák

- A középvonalak párhuzamosak
- A távolság a pályák között
  - ▶ Csak VMC: legalább 210 méter
  - ▶ IFR: több tényező függvénye
    - A felderítő rendszerek pontossága
    - Irányítás és segédeszközök
    - Navigáció pontossága
- Közel párhuzamos pályák
  - ▶ A pályák nem metszik egymást
  - ▶ Az eljárások nem keresztezőek
  - ▶ Az összetartás szöge kevesebb, mint  $15^\circ$





# Párhuzamos pályák

- Növekvő forgalmi igények teszik szükségessé
- Radar ellenőrzés
  - ▶ Mindig szükség van rá (vagy egyenértékű módszerre)
  - ▶ Ha kiesik, fel kell függeszteni a párhuzamos üzemet
- Elkülönítés
  - ▶ Fokozott értékek, az üzemnek megfelelően
- Átstartolás
  - ▶ Az eljárásoknak legalább  $30^\circ$ -al szét kell tartaniuk



# Párhuzamos pályák

- Független párhuzamos pályák
  - ▶ A távolság 1035 méternél több
- <https://www.youtube.com/watch?v=6EI48bL6-X4>



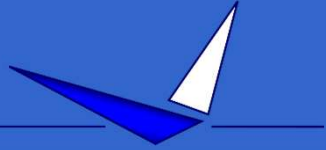


# Párhuzamos pályák

- Függő párhuzamos pályák
  - ▶ A távolság 915 méternél több
- <https://youtu.be/ZB4Qj1aMSUM?t=372>







# Párhuzamos pályák

- Szimultán offszet műszeres módszer
  - ▶ A távolság 250 méternél több
- <https://www.youtube.com/watch?v=anqDz0OPTI8>
- <https://www.youtube.com/watch?v=NEulcKyrvak>





# Párhuzamos pályák

➤ Szimultán indulások

➤ <https://www.youtube.com/watch?v=n8n0XcwxKTo>







# Párhuzamos pályák

- Szegregált indulás/érkezés
- <https://youtu.be/2brrdqy8ZO4?t=128>





- Gyors és biztonságos felszíni mozgás megfelelő burkolattal ellátva
- Teherbírás
  - ▶ Egyenlő, vagy nagyobb, mint a futópálya
  - ▶ Lassabb mozgás, nagyobb teher
- Általános kialakítás
  - ▶ Lehetővé tegye a megfelelő fel- és lejutást a futópályához
  - ▶ Összekösse az előtereket a pályával
  - ▶ Általában a pálya két végéhez és közbenső pontjaihoz kapcsolódnak
    - Gyorslegurulóutak
    - Normál gurulóutak
    - „No end” gurulóút
      - Csak középre csatlakozik
      - Kiegészítő felület a pálya végén a forduláshoz



# Gurulóutak

## ➤ Forduló burkolat







## ➤ Gyorslegurulóút, Rapid Exit Taxiway RET

- ▶ Nagy forgalomsűrűség esetén
- ▶ Nagyobb elhagyási sebesség
- ▶ Adott szögű kialakítás, adott sebességekkel
  - Sebesség (nedves felület)
    - Kategória 3, 4: 50 kts
    - Kategória 1, 2: 35 kts
    - Száraz felület esetén az üzemeltető határozza meg
  - Szög
    - Maximum:  $45^\circ$
    - Minimum:  $25^\circ$
    - Ajánlott:  $30^\circ$



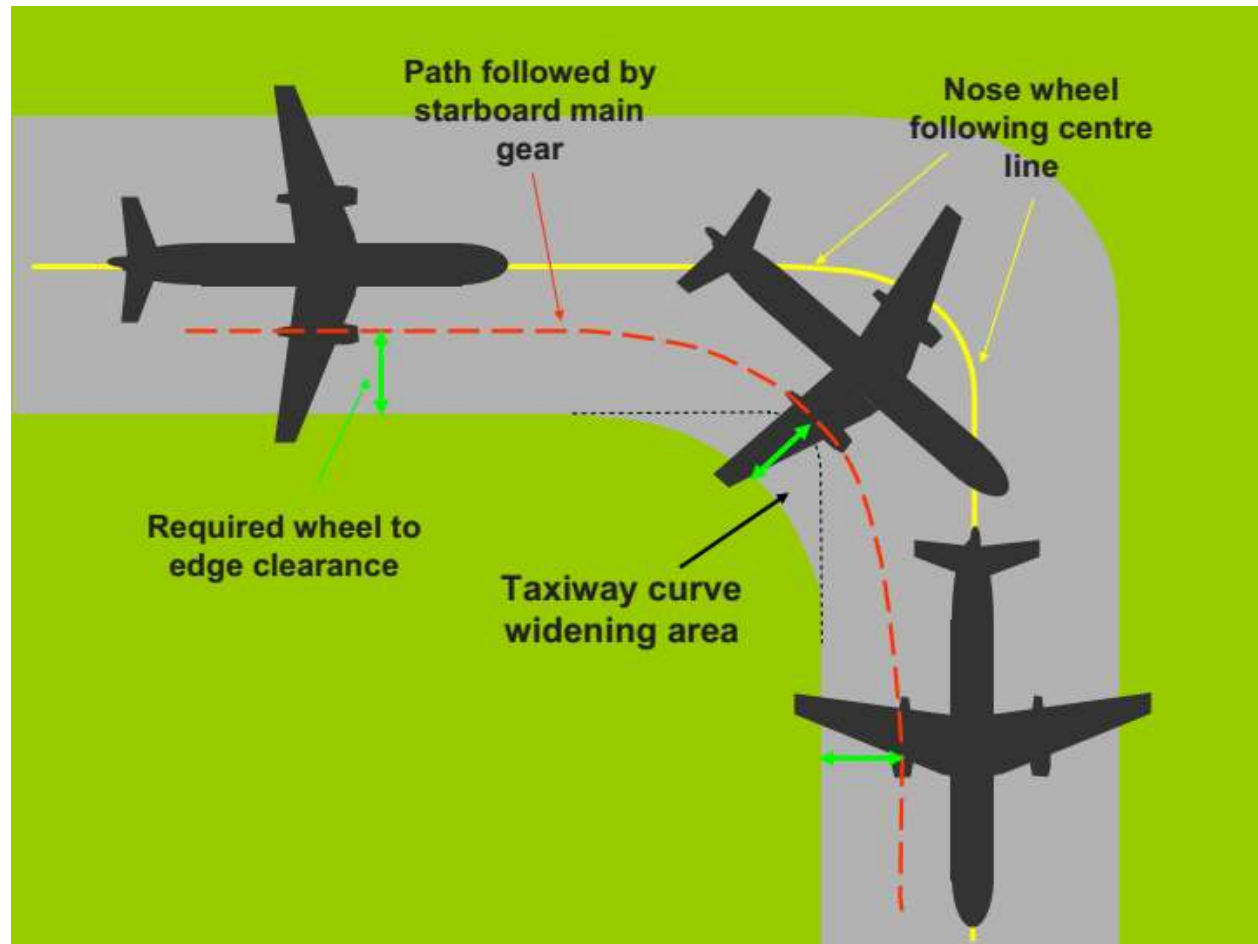
# Gurulóutak





# Gurulóutak

- A hajtóműnek burkolt (karbantartott) terület felett kell maradni





# Gurulóút jelölések

- Gurulóút jelölések: sárga színnel
  - ▶ Fekete körvonallal lehet emelni a láthatóságot





# Gurulóút jelölések

## ➤ Középvonal jelölés

- ▶ Folytonos sárga vonal
- ▶ Az orrfutó nyomvonalát jelöli ki
- ▶ Hol kell:
  - Burkolt gurulóút
  - Jégtelenítő területek
  - Előterek
    - 3, 4 kategória: előírás
    - 1, 2 kategória: ajánlott



## ➤ Célja

- ▶ Fontos utasítások
- ▶ Instrukciók
- ▶ Információk:
  - Helyek
  - Célok
  - Mozgások
  - Más szükséges információ

## ➤ Általános kialakítás

- ▶ Törékeny
- ▶ Alacsony, hogy ne akadályozzon
- ▶ Négyszögletes, hosszabb oldalra fektetve
- ▶ Fényvisszaverő, és/vagy világító: éjszakai használat
  - Kötelezően
    - RVR alacsonyabb, mint 800 m
    - Éjszaka, pályával kapcsolatos
    - Éjszaka, nem műszeres 3, 4 kategóriás



# Gurulóút világítás

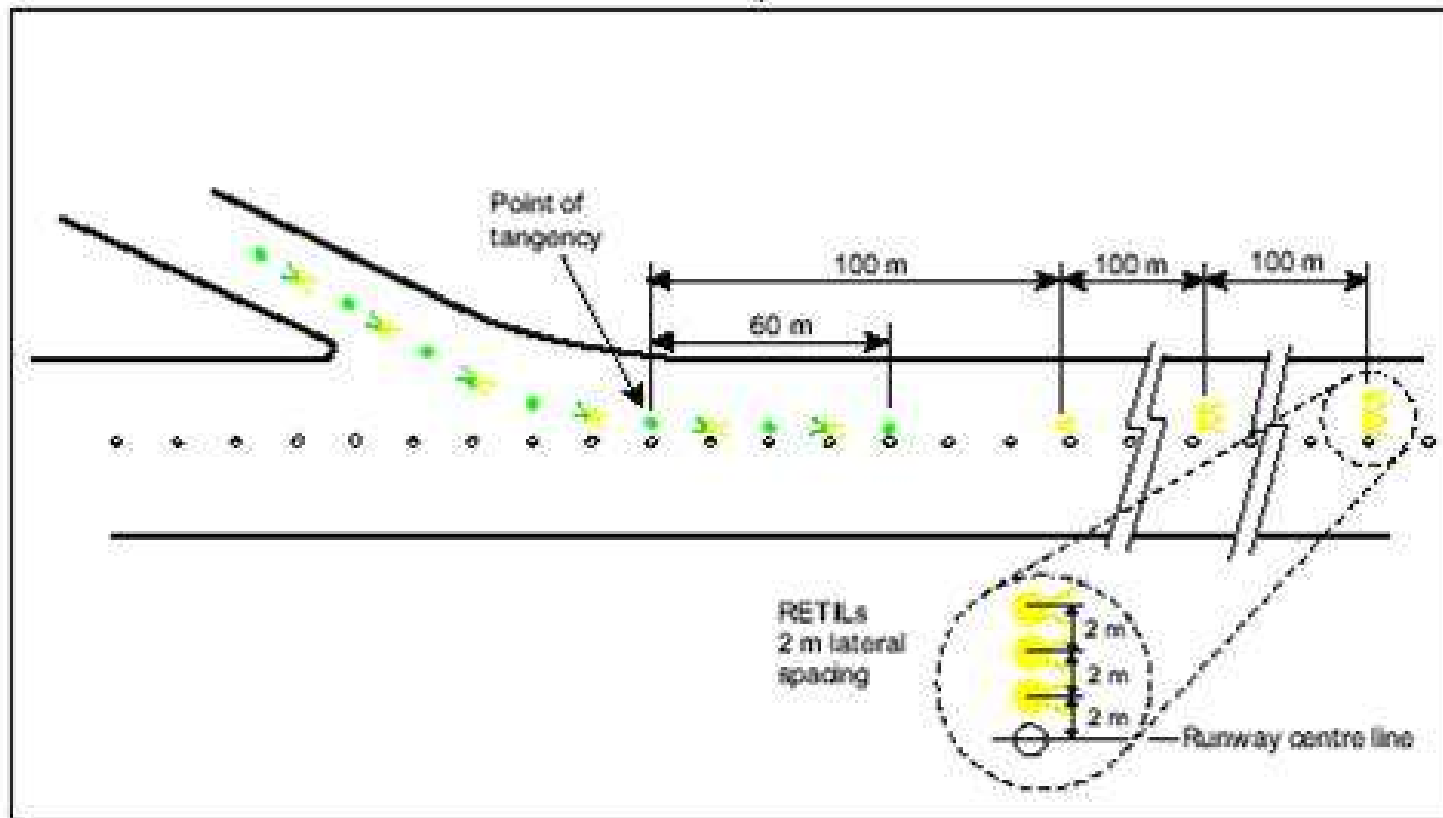
- A jelzések és festések kiegészítése éjszakai és rossz látási körülmények között
- Gurulóút küszöbfények
  - ▶ Rögzített, változtatható fényerejű, egyirányú kék fény
  - ▶ Éjszakai üzemben, ahol nincs középfény, előírás
- Középvonal fény
  - ▶ Fix, változtatható fényerejű zöld fény
    - Csak a gurulóút közelében lehessen látható
    - ILS védelmi terület: váltakozó zöld és sárga fény
  - ▶ Hol:
    - Legurulóút
    - Gurulóút, kevesebb, mint 350 m RVR-rel
    - Előtér, kevesebb, mint 350 m RVR-rel





# Gurulóút világítás

## ➤ RETIL (gyorslegurulóút)







## ➤ Terület, melynek célja:

- ▶ A repülőgép kiszolgálása
- ▶ Utasok cseréje
- ▶ Áruk cseréje
- ▶ Lassú mozgások, parkolás
  - Távolság a repülőgépek között meghatározott
    - A, B kategória: 3 m
    - C kategória: 4.5 m
    - D, E, F kategória: 7.5 m



## ➤ Elkülönített állóhely

- ▶ Jogellenes cselekvések rendezéséhez
- ▶ Bármilyen egyéb tevékenységhez, ami elkülönítést igényel
- ▶ Legalább 100 méter biztonsági távolság





# Előtéri jelek

- Előtér biztonsági vonal
  - ▶ Védi a mozgások területét
  - ▶ Emögött lehet parkolni légi járművel





# Előtéri jelek

- Repülőgép állóhely jelzések
  - ▶ Típus szerint kijelölt megálló zóna burkolt állóhelyen, jégtelenítő helyen





## ➤ Repülőgép állóhely jelzések

### ▶ Elemei

- Azonosító
  - Számok és betűk kombinációja
  - A formája nem definiált, de a pilóta helyéről olvashatónak kell lennie
  - A bevezető vonal elején elhelyezve
- Bevezető vonal
  - Folyamatos vezetés
    - Több típus esetén: a mérvadó típus folytonos, a többi szaggatott
  - Kanyarívek esetén a forgalmi helyzetnek meg kell felelni
  - Egyirányú közlekedés: nyíllal megjelölve



# Vizuális dokkolássegítő rendszer

- A pontos pozíció, állás és utashíd-helyzethez szolgáltat információkat a pilóta számára
- [https://www.youtube.com/watch?v=W3LR-CWRJ\\_o](https://www.youtube.com/watch?v=W3LR-CWRJ_o)





# Előtér világítás

- Mikor szükséges világítás
  - ▶ Éjszakai üzemnél
  - ▶ Kereskedelmi előtereken
  - ▶ Jégtelenítő helyen
  - ▶ Elkülönített állóhelyen
- Elhelyezés és fényerő
  - ▶ Megfeleljen a földi műveleteknek
  - ▶ Nem vakíthatja el a pilótákat és irányítókat
  - ▶ Minimális árnyékot kell vetnie
  - ▶ Megfelelő szín
    - Nem befolyásolhatja a fényeket és jeleket





# Előtér világítás

