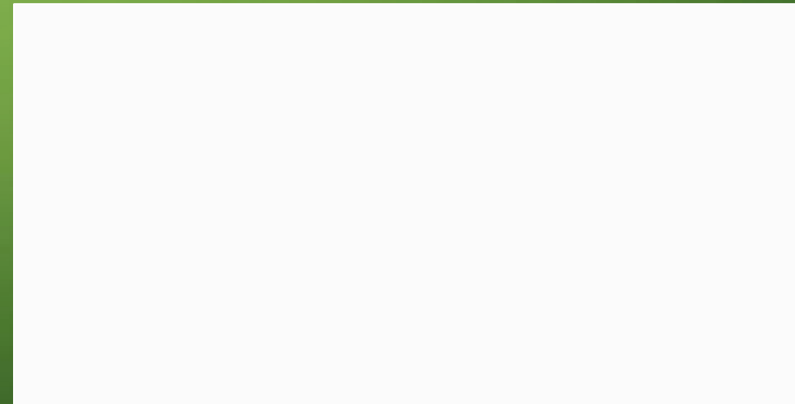


KTE Légiközlekedési Tagozat
Online, 2023. február 23.

A repülőtér tervezésének alapjai

[az (EU) 139/2014 rendelet fényében - ismeretterjesztés]

Mudra István
Senior ATM szakértő, HC
c. egyetemi docens, BME KJK

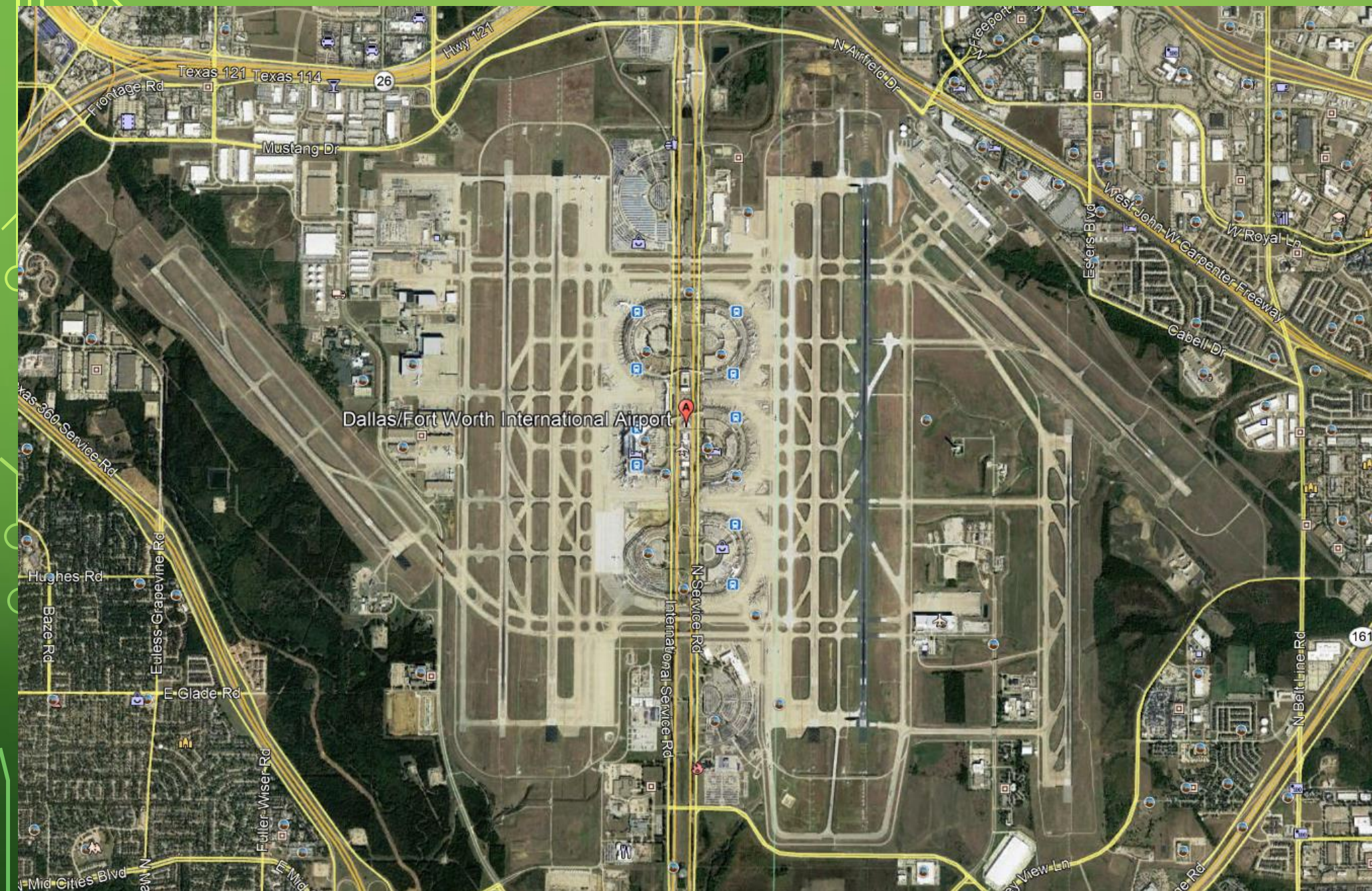


(animated gif)

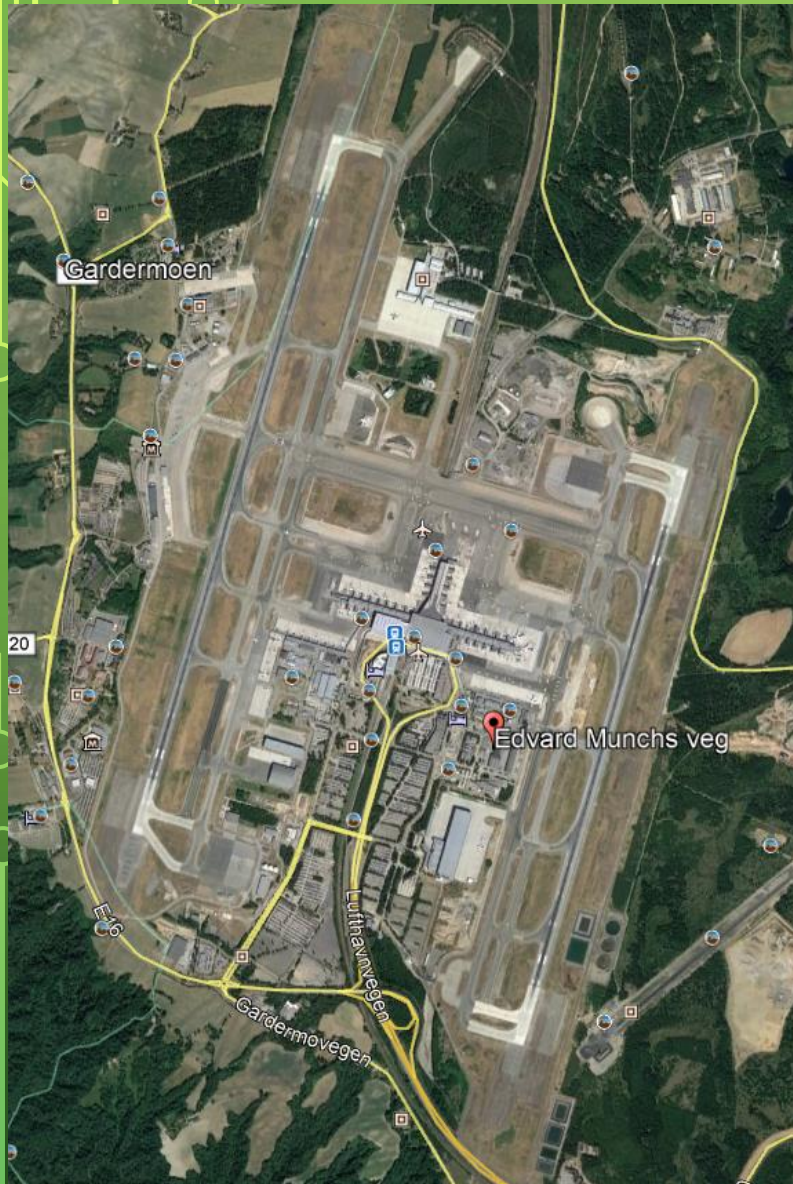




**Chicago, O'Hare Int'l
,KORD'**



**Dallas,
Fort Worth Int'l –
,KDFW'**



Oslo, Gardemon, ,ENGM'

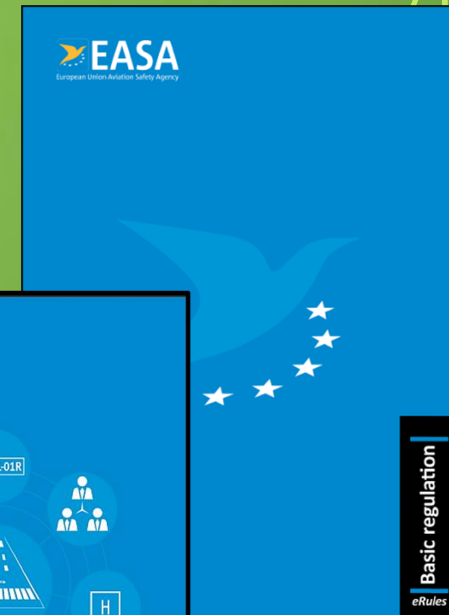


München, F-J. Strauss Int'l, ,EDDM'

A két szabályozói „világ” képe...

ICAO

EU/EC/EASA



IR

I. DEF

II. AR

III. OR

IV. OPS

CS

AMC

GM

DSN

ELOS, SC, DAAD, Certification Basis [CB]

Eltérés-közzétételi kötelelem (CC, Art.38)

A 2 JOGSZABÁLY ELTÉRÉSEI...

- **Jelenleg 253 eltérés van közzé téve az Annex 14 Vol.I-hez képest**
(10 oldal a 62 eltérés-rögzítő oldalnyi anyagban - AIP HU, GEN 1.7, 23 MAR 2023)

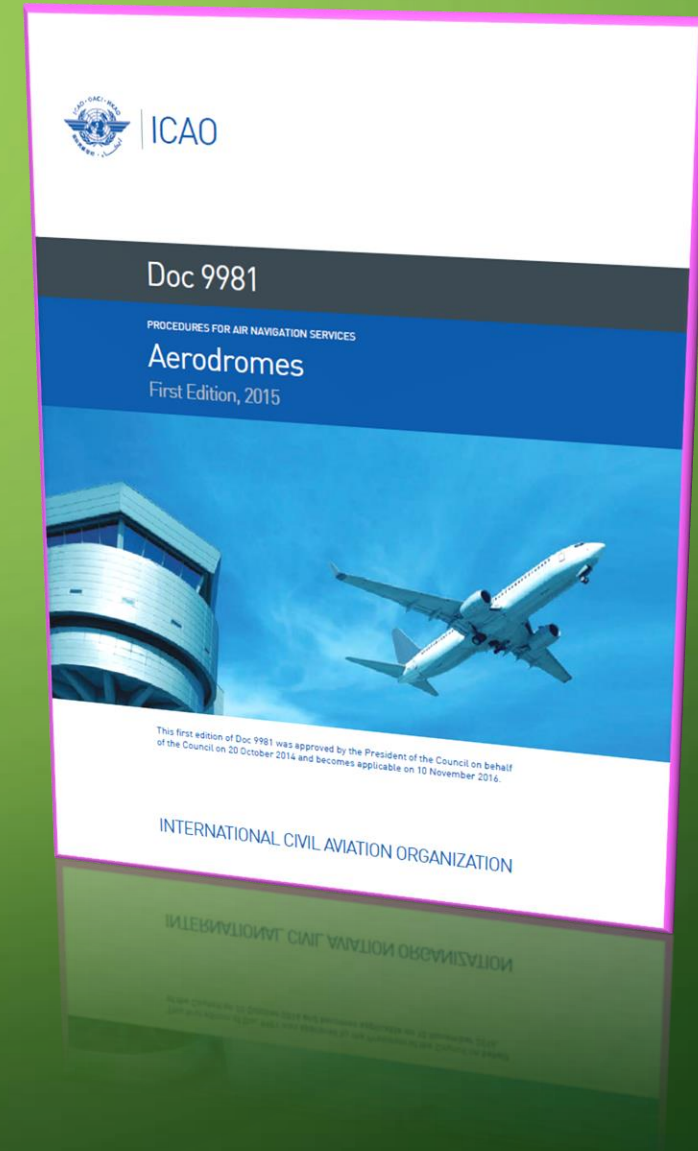
Annex 14 - Aerodromes Volume I - (Amendment 17)			
Chapter 1 Definitions	1.2.1	A	Responsibilities are clearly addressed throughout the rules. It was found that this provision could not be transposed as such.
	1.2.3	C	The specifications of Chapter U of the CS, transpose paragraphs 2.1.2 and 2.3.2 of Appendix 1 of Annex 14 as guidance material. To be reviewed under RMT.0591; CS Issue 5;
	1.3.2	C	The specification has not yet been transposed.
	1.3.3.1	C	The specification has not yet been transposed.
	1.3.3.2	C	The specification has not yet been transposed.
	1.4.1	B	The 2018/1139/EU reg. has a different applicability scope.
Chapter 2 Aerodrome Data	1.4.2	B	The 2018/1139/EU reg. has a different applicability scope.
	2.1.2	C	The specification has not yet been transposed.
	2.1.3	C	The specification has not yet been transposed.
	2.1.4	C	The specification has not yet been transposed.
	2.2.2	C	The specification has been transposed as guidance material.
	2.2.3	C	The specification has been transposed as guidance material.
	2.3.1	C	The specification has been transposed as guidance material.

- „Még nincs áttéve” (transzponálva)...
- „Az előírás Útmutató Anyagként átvéve”...
- ...más EU jogszabályban rögzített, „eltérő alkalmazási cél...”
- van, ahol keményít, van ahol lazít a feltételeken...
- Van, amit teljesen kihagy az EU (pl. a lézer-veszéllyel kapcsolatos elemek)

A KÉT LEGFONTOSABB DOKUMENTUM



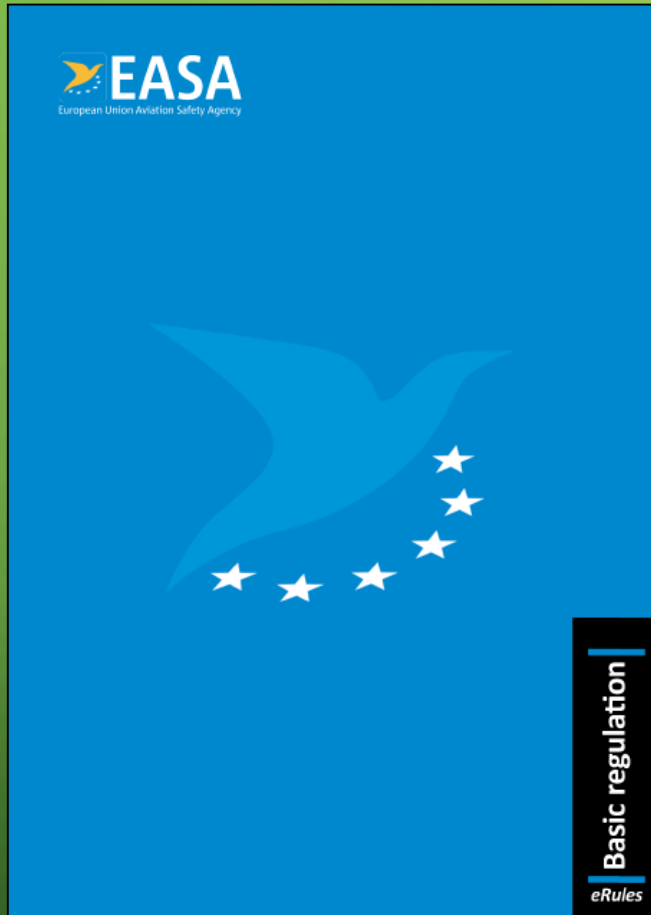
8. Kiadás, 2018-tól



2. Kiadás, 2016-tól

(Ch. 10, 5 fő pontban 36 SARPS)

Az EASY ACCESS-ek



BR (1139) – 2019. december



ADR (139) – 2022. augusztus

Rövid történet...

Airport Planning Manual (Doc 9184)



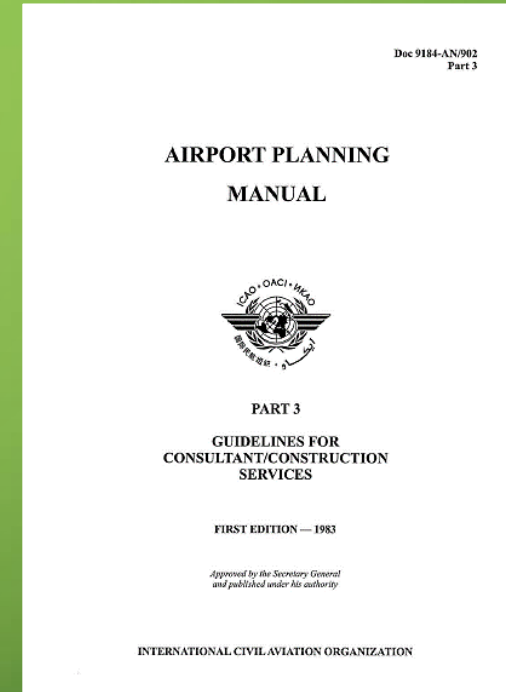
1987

**Part 1 –
Master Planning**



2018

**Part 2 –
Land Use & Environmental Man't)**



1983

**Part 3 –
Guidelines for Consultant /
Construction Services**

Magát a kötelezést „újra” alkalmazni 2020. november 5. óta kell!

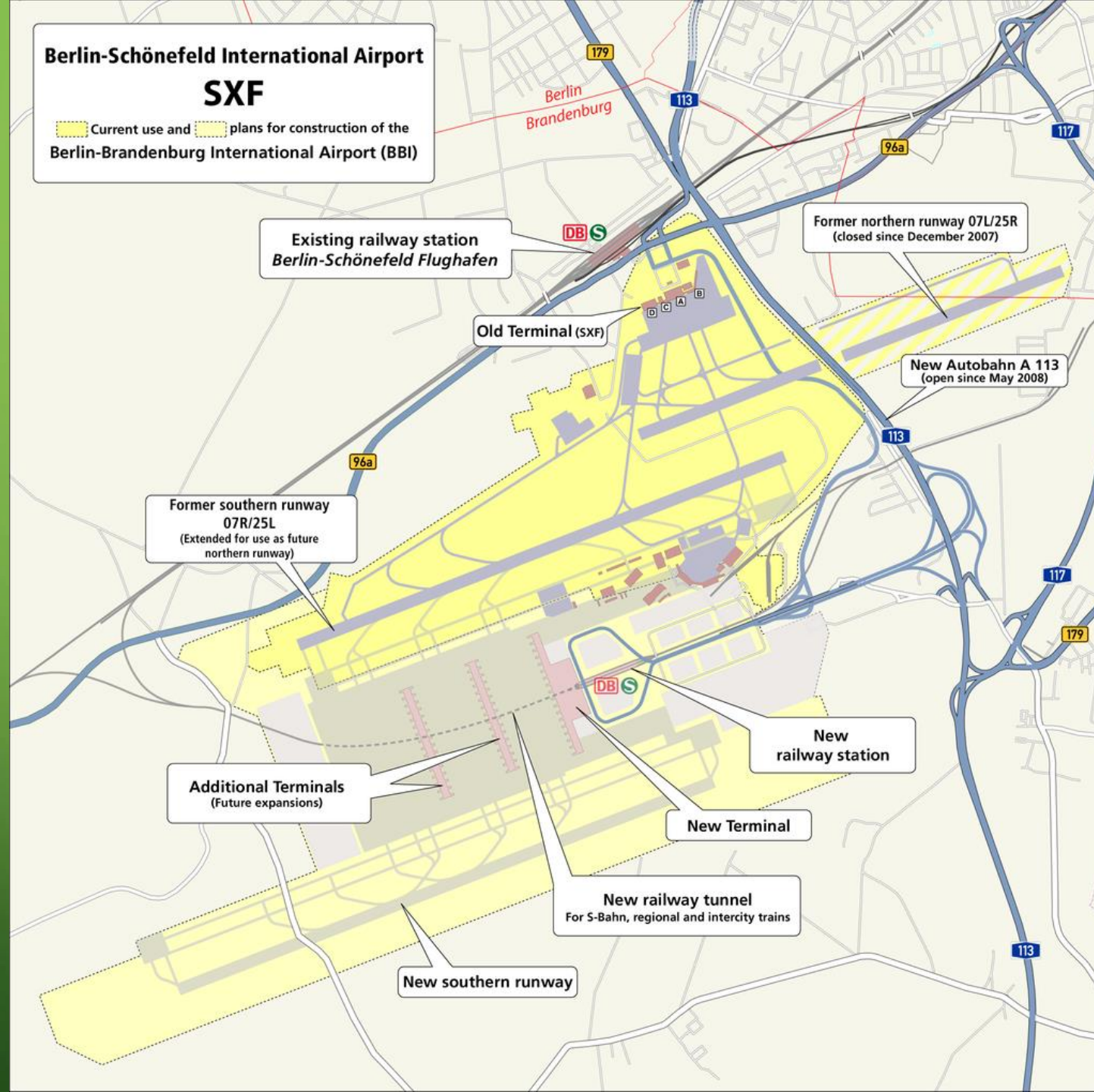
• Miért?

- A repülőtér a léginavigációs rendszer (egyben HÁLÓZAT) fontos része...
- Repülőtér „csak úgy” nem „terem”...
- Megfelelő tervezést, jelentős költségeket és hosszú üzembehelyezést jelent általában, de...
 - (lásd Berlin-Brandenburg/Schönefeld, 2011-től 2020 októberéig nem működhetett...)
- Ma már a hosszú távú előtervezés kötelező (Master Plan)
 - (Erről a II. részben még lesz szó...)

Berlin-Schönefeld International Airport

SXF

Current use and plans for construction of the Berlin-Brandenburg International Airport (BBI)



REPÜLŐTÉR-TERVEZÉS

Általában véve a következő, hosszabb időt igénylő előrejelzések kidolgozása szükséges:

- a) a meglévő/tervezett légi útvonalhálózat** fejlesztése és a megépítendő repülőtérrel való kapcsolata;
- b) a repülőtérrel előreláthatóan használni kívánó légijárművek típusa és száma** (bizonyos kategóriaként), várható arányuk csúcsfogalmi időszakban;
- c) a csúcsórai légijármű mozgások** várható száma a repülőtér tervezett élettartama alatt;
- d) a légiszállítás (cargo)** és a szállítás egyéb ágazatainak várható mennyisége és aránya;
- e) az utasok és a szállított áru mennyiségének növekedése** az előző években, nemzetközi, belföldi, érkező/induló és tranzit fogalmak megoszlásában;
- f) a mérhető/meglévő csúcsórai mozgásszámok nagysága;**
- g) a végleges területigény felmérése, meghatározása; és**
- h) a repülőtér légtérigényének meghatározása.**

REPÜLŐTÉR TERVEZÉS

- Ha a vizsgálódásnak **elfogadható eredménye** születik, további — ugyancsak nagy jelentőséggel bíró — vizsgálatok kell következzenek, pl.:
 - domborzat, meteorológia;
 - környezeti szempontok (-védelem),
 - honvédelem,
 - lakott területek védelme,
 - kommunális, infrastrukturális körülmények,
 - a repülőtér teljes (és jövőbeli) területigénye,
- Stb. ...

Részletesebben (pl. meteorológia):

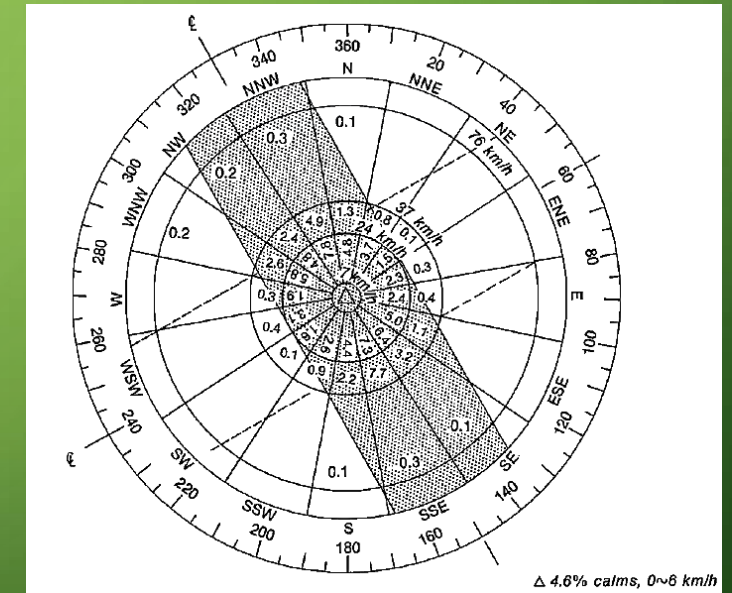
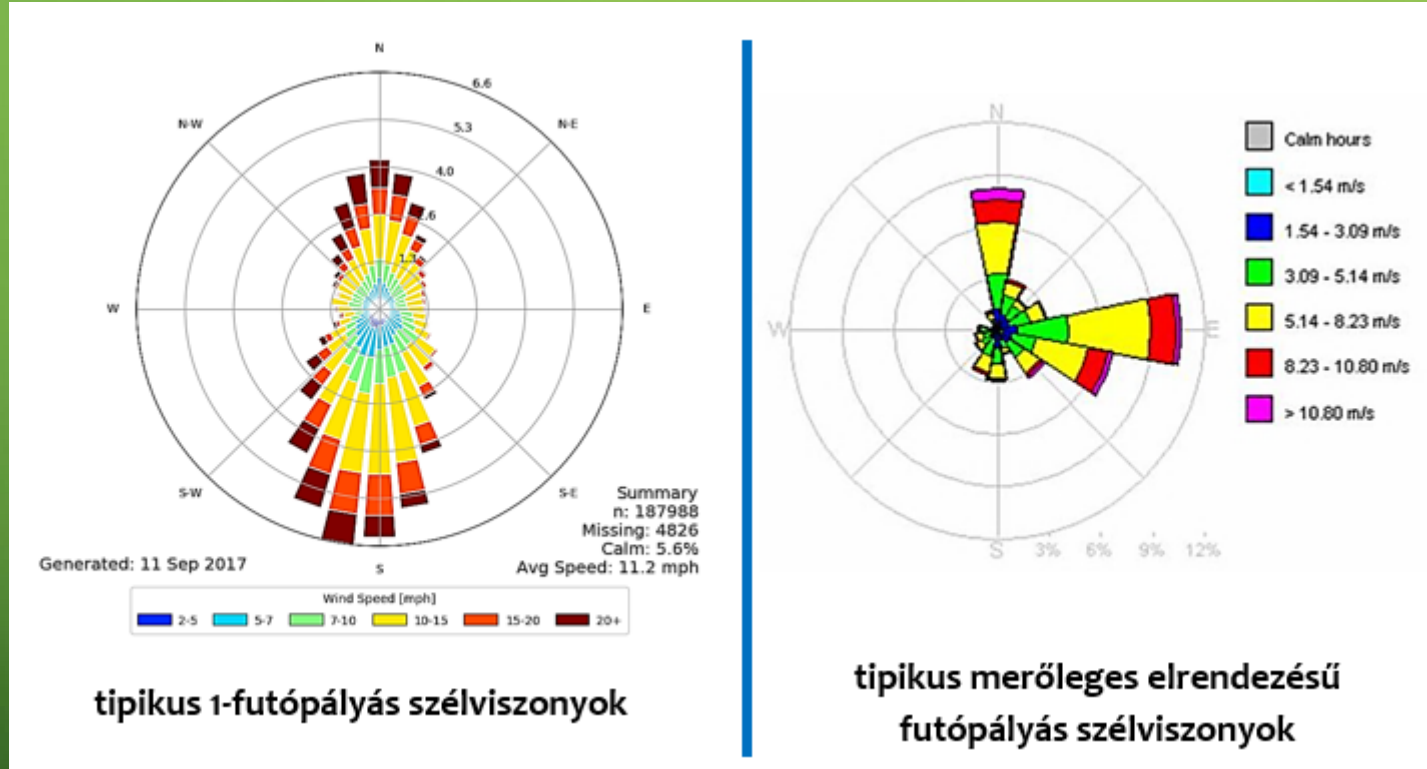
- A repülőtér **használhatósági tényezőjének (usability factor) 95 %-os értéke** előírás
- meghatározásához – egyebek mellett – szél-eloszlási tanulmányt kell készíteni
- a szélsébség és szélirány értékeivel rendelkezésre álló szél-statisztikák (=pl. 75 év);
- a maximális közepes keresztshél-összetevők értékei
- egyéb, korlátozó körülményként föllépő tényezők (az egyes repülőtereken külön-külön meghatározva), pl.:
 - i. a nagyobb eltérések, amik az üzemelő légijárművek különböző és jövőbeni típusai miatt fennállhatnak a maximálisan engedélyezhető keresztshél-összetevő értékeiben;
 - ii. a szellökések gyakorisága és sajátosságai;
 - iii. a turbulencia gyakorisága és sajátosságai;
 - iv. a csapadékok jellege, gyakoriság, intenzitása;
 - v. egy másodlagos futópálya rendelkezésre állása;
 - vi. a futópályák szükséges szélessége;
 - vii. a futópályák felületének állapota (a víz, hó vagy jég jelenléte a futópálya felszínén jelentősen csökkentheti a megengedett keresztshél-összetevő értékét);
 - viii. a korlátozó keresztshél-összetevővel társított szél erőssége.
 - ix. stb.
- a rossz látástávolság és/vagy az alacsony felhőalap előfordulása

Mindezek egy tanulmányban rögzítése (általában egy előzetes, ún. *feasibility study* az 1. lépés).

VIZSGÁLATI ELEMELK

Részletesebben:

- Példa: 2 olyan széleloszlási grafikon, amelyek alkalmasak a futópálya irányok meghatározására;



- Megj.: a bal oldali színes ábra egy tipikus észak-déli, 1 futópályás (esetleg kapacitásigénytől függően több, de párhuzamos elrendezésű) üzemelést igazoló eloszlás, a jobb oldali színes ábra pedig egy „klasszikus” keresztező (itt lényegében derékszögű) futópálya-elrendezést megkívánó széleloszlást jelent.

Vizsgálati elemek

A repülőtér helyének terepviszonyai, megközelíthetősége és környezete);

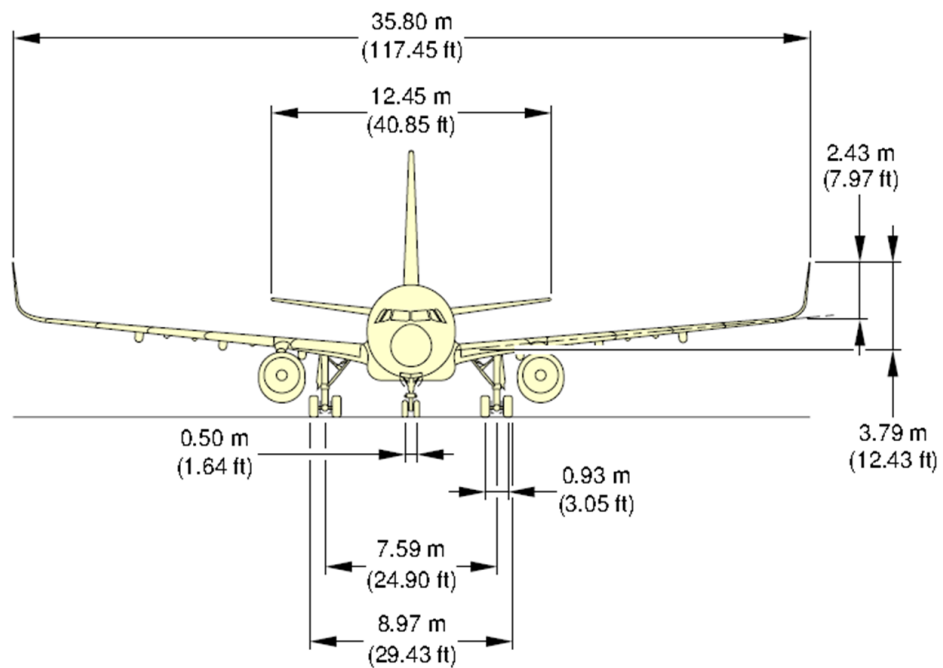
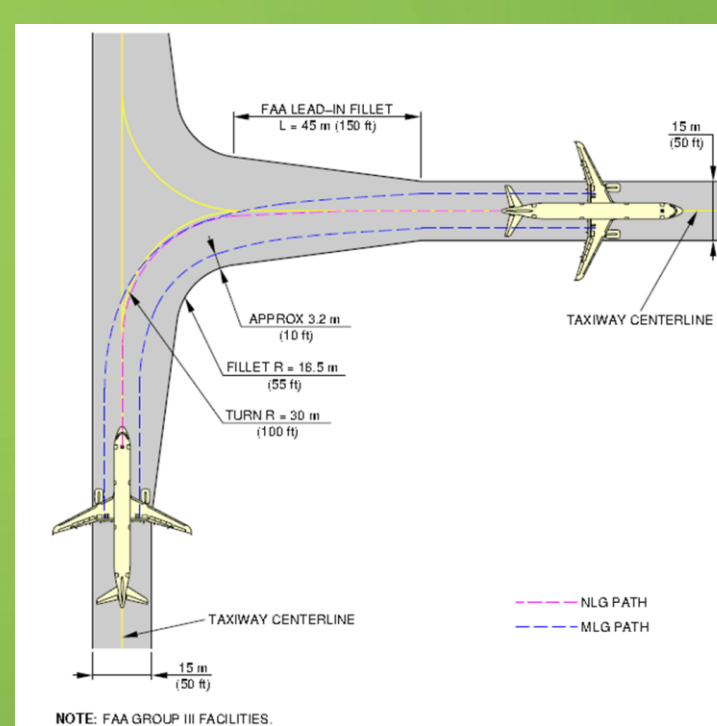
- az akadálykorlátozási felületek **(OLS) követelményeinek** teljesítése;
 - a jelenlegi és a jövőbeni területhasználat (tájéolás és az elrendezés, amennyire csak lehet védje a különösen “érzékeny” területeket (kórházak, iskolák, lakott területek stb.) a légijármű keltette zajtól;
 - a jelenlegi és a jövőben biztosítandó futópálya-hossz;
 - a megközelítésekhez/leszálláshoz szükséges, nem-látásos és látás utáni navigációs segédeszközök elhelyezésének igénye, lehetősége.
-
- Nem utolsó sorban: pénzügyi kérdés is!!!

MIKOR „SIKERÜL JÓL” EGY REPÜLŐTÉR?

- Ha teljesül a 95 %-os használhatósági tényező (UF)
 - **365 napból 347 napon át** a tervezés során alkalmazott légijárművek megkötés nélküli üzemelési biztosítható.

VAJON SZÁMÍT A MÉRET?





• Példa 1.: EHAM



Terv 1945-ből

A mai „layout”

• Példa 2.: LHBP



Budapest-Ferihegy
légi fotója kb.
1950-ből



A Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér mai Google
Earth képe a mérethűen (enyhe szürke háttérrel)
rámontírozott bal oldali képpel.

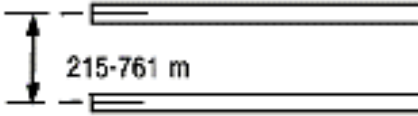
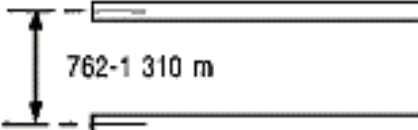
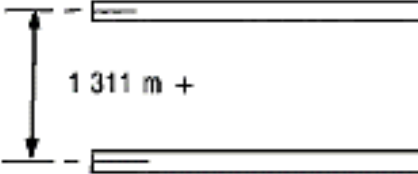
GM1 ADR-DSN.B.020 Choice of maximum permissible crosswind components

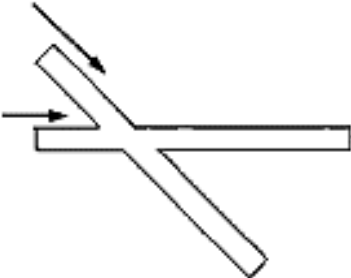
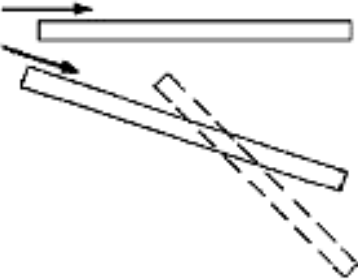
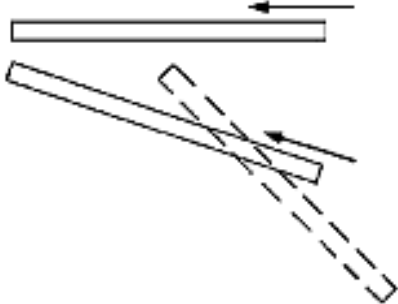
- A 95 %-os használhatósági tényező a rendes körülmények közötti, széllel szemben történő le- és felszállásokat jelenti;
- a repülésbiztonság szem előtt tartása mellett a repülési műveletek végrehajtása kizárt azokban az esetekben, amikor a keresztszél-összetevő **legnagyobb értékei meghaladják** az alábbi értékeket:
 - **37 km/h (20 kt)** olyan légi járműveknél, amelyek vonatkoztatási pályahossza **1500 m vagy több**, kivéve, amikor rossz futópálya fékhatás tapasztalható a nem kielégítő, hosszirányú súrlódási együttható miatt, mert ilyen esetben a 24 km/h-t (13 kt) meg nem haladó keresztszél-összetevő értéket kell figyelembe venni;
 - **24 km/h (13 kt)** olyan légi járműveknél, amelyek vonatkoztatási pályahossza **1200 m vagy több**, de nem éri el az 1500 m-t; és
 - **19 km/h (10 kt)** olyan légi járműveknél, amelyek vonatkoztatási pályahossza **1200 m-nél kevesebb**.

(Praktikusan, repülőtéri kódszámra „visszafejtve”):

- **Code 4**
- **Code 3 és 4**
- **Code 2 és 1**

A FUTÓPÁLYA KIALAKÍTÁS ÉS A KAPACITÁS ÖSSZEFÜGGÉSEI

Number	Runway use configuration	Hourly capacity ops/h		Annual service volume ops/h
		VFR	IFR	
Number	Runway use configuration	Hourly capacity ops/h		Annual service volume ops/h
		VFR	IFR	
1		51-98	50-59	195 000-240 000
2	 215-761 m	94-197	56-60	260 000-355 000
3	 762-1 310 m	103-197	62-75	275 000-365 000
4	 1 311 m +	103-197	99-119	305 000-370 000

Number	Runway use configuration	Hourly capacity ops/h		Annual service volume ops/h
		VFR	IFR	
5		72-98	56-60	200 000-265 000
6		73-150	56-60	220 000-270 000
7		73-132	56-60	215 000-265 000

RWY KONFIGURÁCIÓK

a) Szimpla futópálya



Salzburg - LOWS

b) (Szigorúan) párhuzamos futópályák



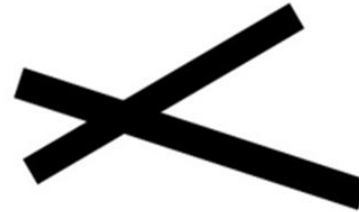
Seoul - RKSO

c) (Bajonett-rendszerű) párhuzamos futópályák



München - EDDM

d) Keresztező futópályák



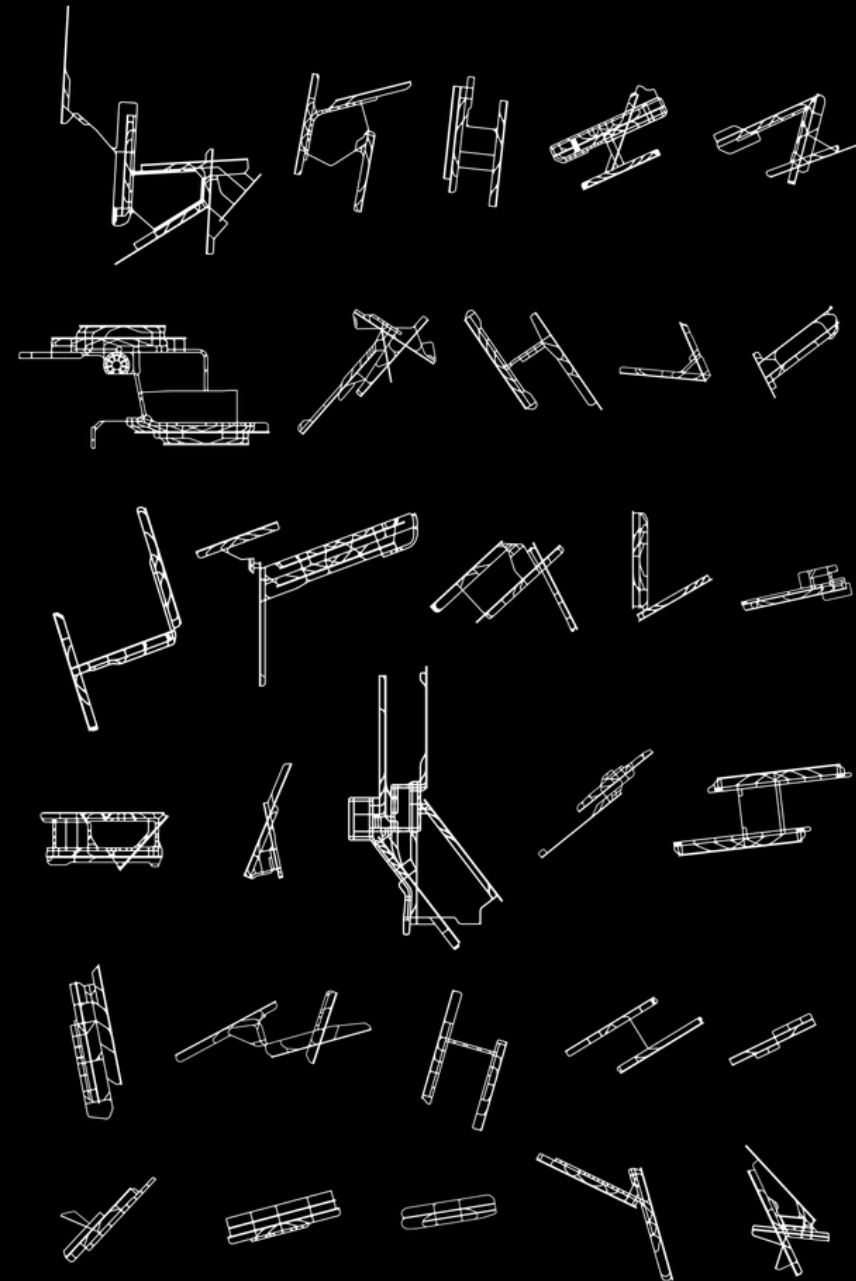
Tunis - DTTA

e) Össze- (v. szét)tartó futópályák



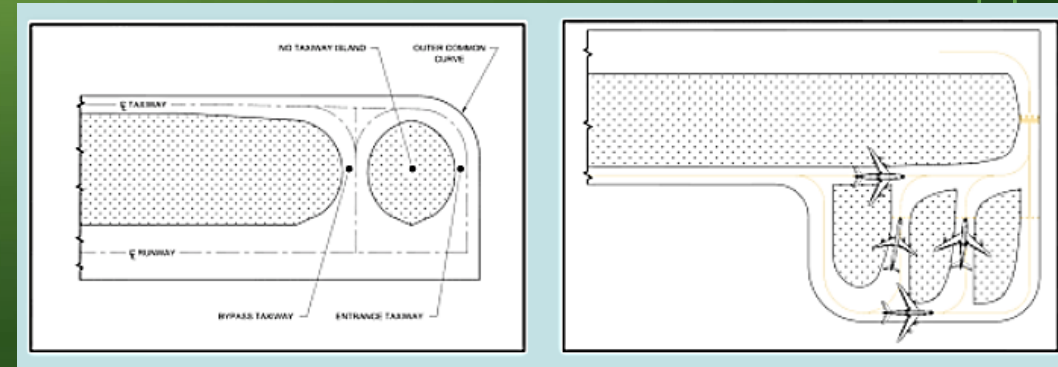
Zürich - LSZH

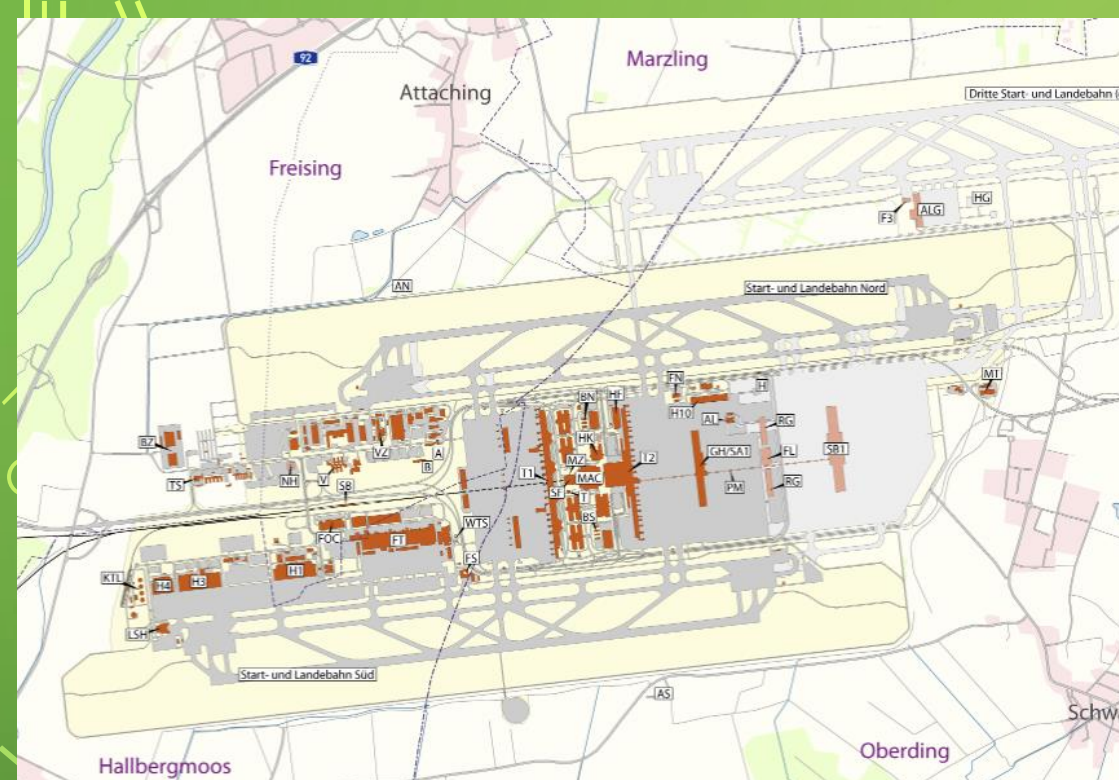
- Szemet
gyönyörködtető
változatosság, ami
persze nem öncélú...



GURULÓUTAK

- A gurulóutak kiegészítő alkalmazása a futópálya konfigurációhoz **átlagos 20% -kal növeli** a repülőtér működési hatékonyságát
- Megfelelő tervezéssel lehető válik a futópálya maximális kapacitásának kihasználása;
- Az előtérhez bekötő gurulóutak vagy a futópálya végekhez megforduló területek/sávok (turn pads) létesítése ajánlott a minimális gurulóút rendszeren belül, a mindenkori kapacitási igények lefedésére.
- A futópályát kiszolgáló gurulóutak forgalomhoz és annak összetételéhez kapcsolódóan szükségesek.
- A gyorsleguruló út (*RET – Rapid Exit TWY*) kb. 50 mp-re/alá képes **csökkenteni** az átlagos 85 mp-es futópálya-foglaltsági időt (ROT).
- A várakozó kitérők (*holding bays*) és a kitérést lehetővé tevő gurulóutak (*by-pass*) forgalomszervező és kapacitásnövelő elemek.





EDMM

&

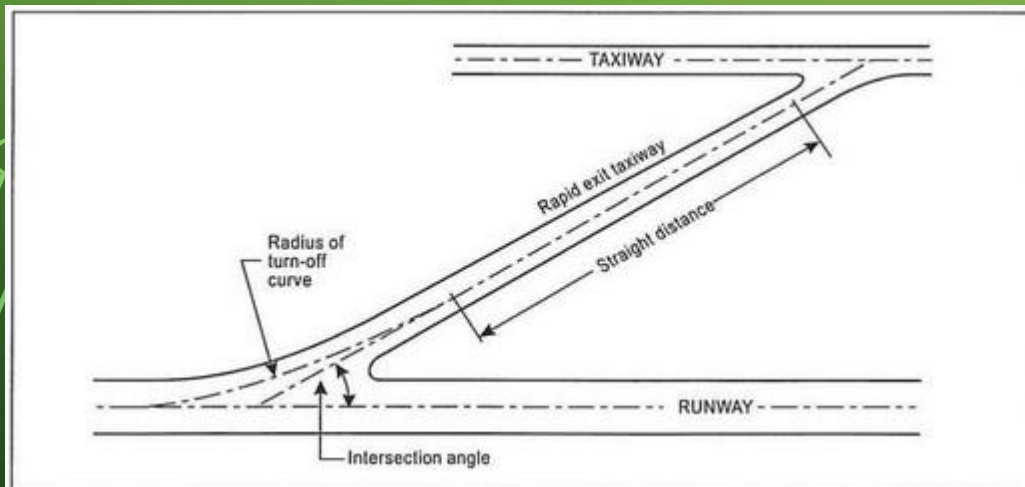
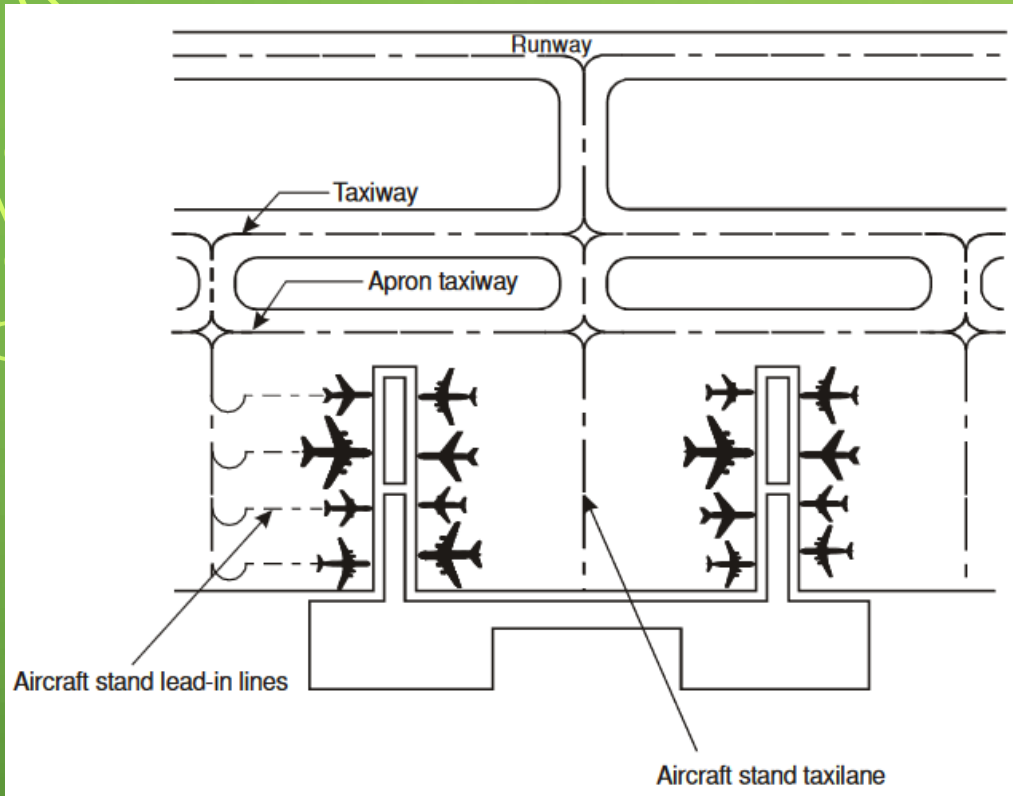


LHBP összehasonlítása

Elég nyilvánvaló a hatékonyság irányába mutató eltérés...

GURULÓUTAK

- Taxiway – gurulóút
- Apron Taxiway – előtéri gurulóút
- Aircraft stand lead-in line – légi jármű állóhely bevezető vonal
- Aircraft stand taxilane – légi jármű állóhely begurulási nyomvonal
- Rapid Exit taxiway – gyorsleguruló út
- Mindenütt szigorú lejtési határértékek





VISZONYÍTÁSOK

(ua. RWY eltérő kódú A/C-k



AEROPLANE TYPE and its REFERENCE FIELD LENGTH

Click and chose an A/C type from the drop-down menu:



**Boeing
B-737-900**

Aircraft Reference Field Length (ARFL) **2240** (m)

REQUIRED AERODROME DATA

Aerodrome Elevation* (ELEV) **0.0** (m)

Aerodrome Reference Temperature* (TEMP) **15.0** (°C)

Runway Longitudinal Slope* (SLOPE) **0.000** (%)

Aerodrome's published RWY PCN* **65** (-)

Physical length of the RWY at A/D* (m) **3010** (m)

RESULTS (in metres)

Corrected RWY length for A/C by ELEV:

2240.0

Corrected RWY length for A/C by ELEV+TEMP:

2240.0

actual correction in % **-34.4**

Physical RWY length for A/C, corrected by
ELEV+TEMP+SLOPE

2240.0

A/C ACN number for "F" pavement (ASPH) "CBR=10"

46

A/C ACN number for "R" pavement (CONC) "U/Low"

57

OK

RWY SLOPE

4C

Code

YES

Is there a need for the RWY slope to be taken into consideration?

Az ISA szabvány értékeivel látható (korrekciók nélküli) állapot, B739-re.

(Ezekre nézve pl. az EU semmilyen GM-et nem ad, simán visszautal a vonatkozó ICAO Doc 9157 Part 1 – RWYs)

AEROPLANE TYPE and its REFERENCE FIELD LENGTH		RESULTS (in metres)	
Click and chose an A/C type from the drop-down menu:	 Boeing B-737-900		
Aircraft Reference Field Length (ARFL)	2240 (m)	Corrected RWY length for A/C by ELEV: 2319.1	
REQUIRED AERODROME DATA		Corrected RWY length for A/C by ELEV+TEMP: 2666.6 ☒	
Aerodrome Elevation* (ELEV)	151.3 (m)	actual correction in % -39.0	
Aerodrome Reference Temperature* (TEMP)	22.0 (°C)	Physical RWY length for A/C, corrected by ELEV+TEMP+SLOPE ☒ 2842.0 -865	
Runway Longitudinal Slope* (SLOPE)	0.658 (%)	A/C ACN number for "F" pavement (ASPH) "CBR=10" 46	
Aerodrome's published RWY PCN*	65 (-)	A/C ACN number for "R" pavement (CONC) "U/Low" 57	
Physical length of the RWY at A/D* (m)	3707 (m)		
OK	4C	YES	
RWY SLOPE	Code	Is there a need for the RWY slope to be taken into considertation?	

LHBP RWY 31R-re, a B739-re, korrekciókkal számított futópálya-hossz, a régi, legalább 10 éves TEMP adattal.

AEROPLANE TYPE and its REFERENCE FIELD LENGTH		RESULTS (in metres)	
Click and chose an A/C type from the drop-down menu:	 Boeing B-737-900		
Aircraft Reference Field Length (ARFL)	2240 (m)		
REQUIRED AERODROME DATA			
Aerodrome Elevation* (ELEV)	151.3 (m)		
Aerodrome Reference Temperature* (TEMP)	24.6 (°C)		
Runway Longitudinal Slope* (SLOPE)	0.658 (%)		
Aerodrome's published RWY PCN*	65 (-)		
Physical length of the RWY at A/D* (m)	3707 (m)		
		Corrected RWY length for A/C by ELEV:	
		2319.1	
		Corrected RWY length for A/C by ELEV+TEMP:	
		2787.1 	
		actual correction in % -33.0	
		Physical RWY length for A/C, corrected by ELEV+TEMP+SLOPE 	
		2970.5 -736	
		A/C ACN number for "F" pavement (ASPH) "CBR=10"	
		46	
		A/C ACN number for "R" pavement (CONC) "U/Low"	
		57	
OK		4C	
RWY SLOPE		Code	
		Is there a need for the RWY slope to be taken into consideration?	
		YES	

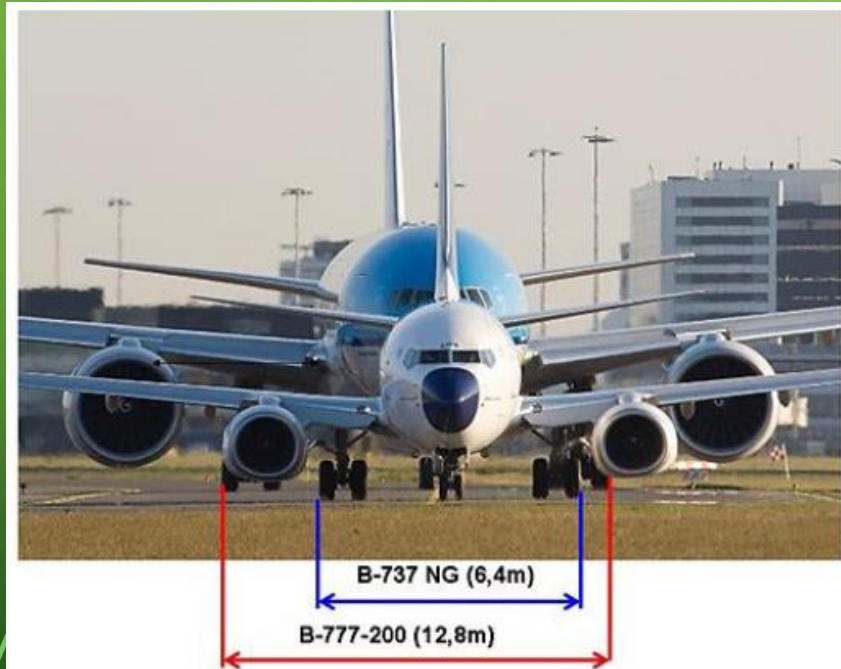
Budapest RWY 31R-re, a B739-re, korrekciókkal számított futópálya-hossz, a legújabb TEMP adattal számítva.

A különbség + 128.5 m, ami azért nem elhanyagolható!!!

ISA v.s. 1c példa = 670.5 m

APRONS

- **MOZGÁSI TERÜLET** (*Movement area*) – a teljes airside (incl. APRs)
- **MUNKATERÜLET** (*Manoeuvring area*) – csak RWY, TWY és sávjaik
- Méreteik és darabszámunk a légi járművek méretétől, számától függ majd



„CRITICAL AIRCRAFT”



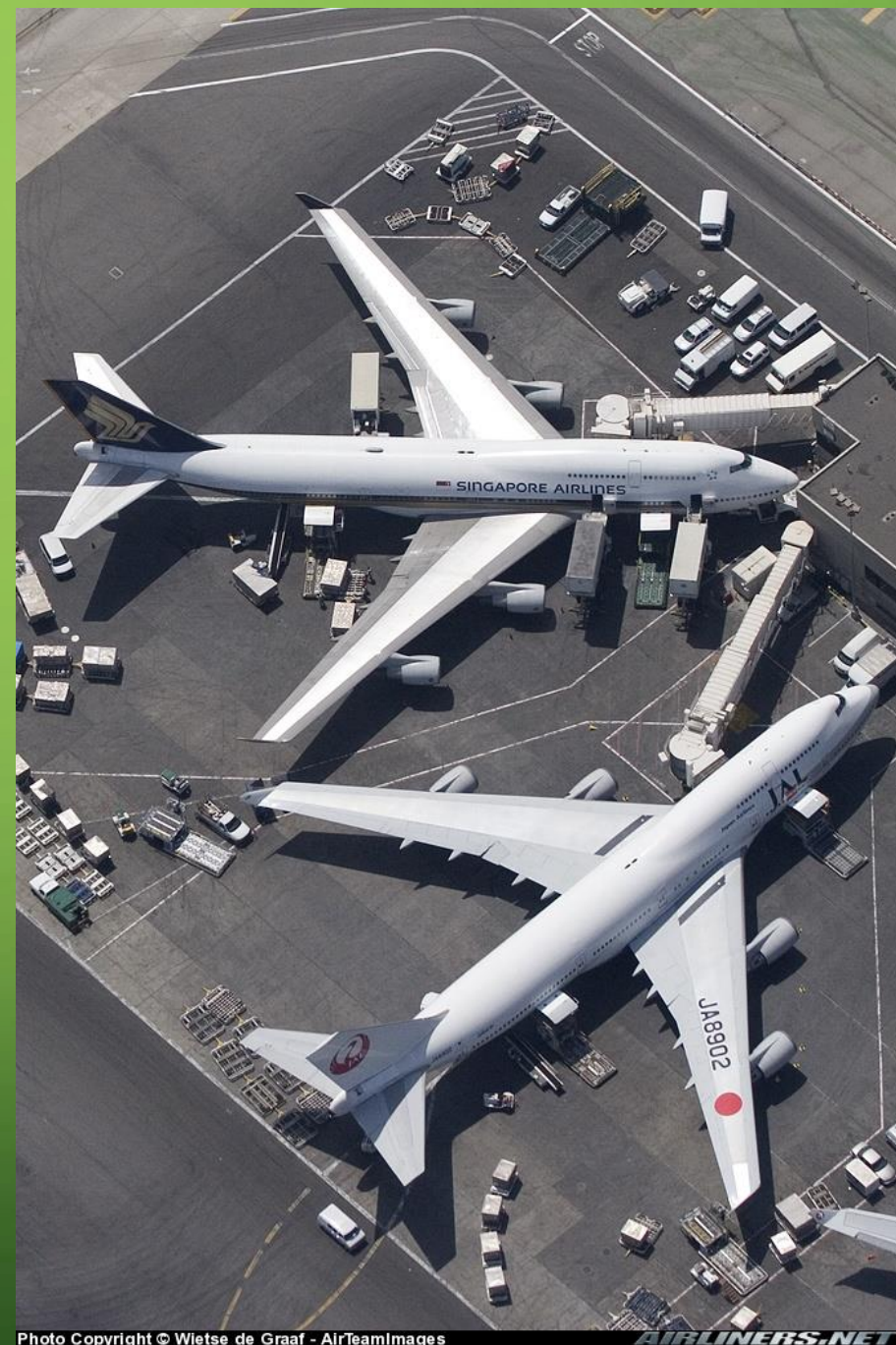
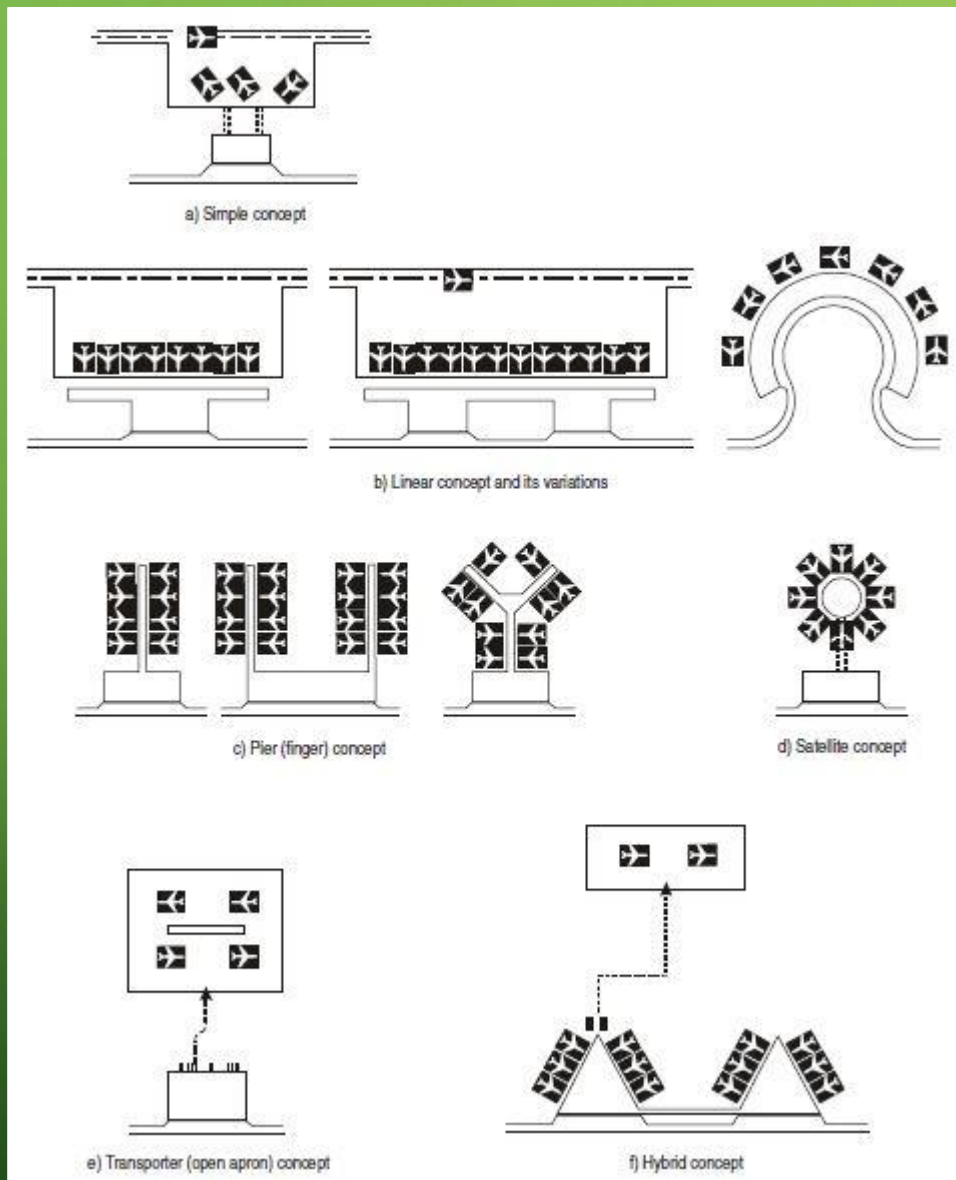
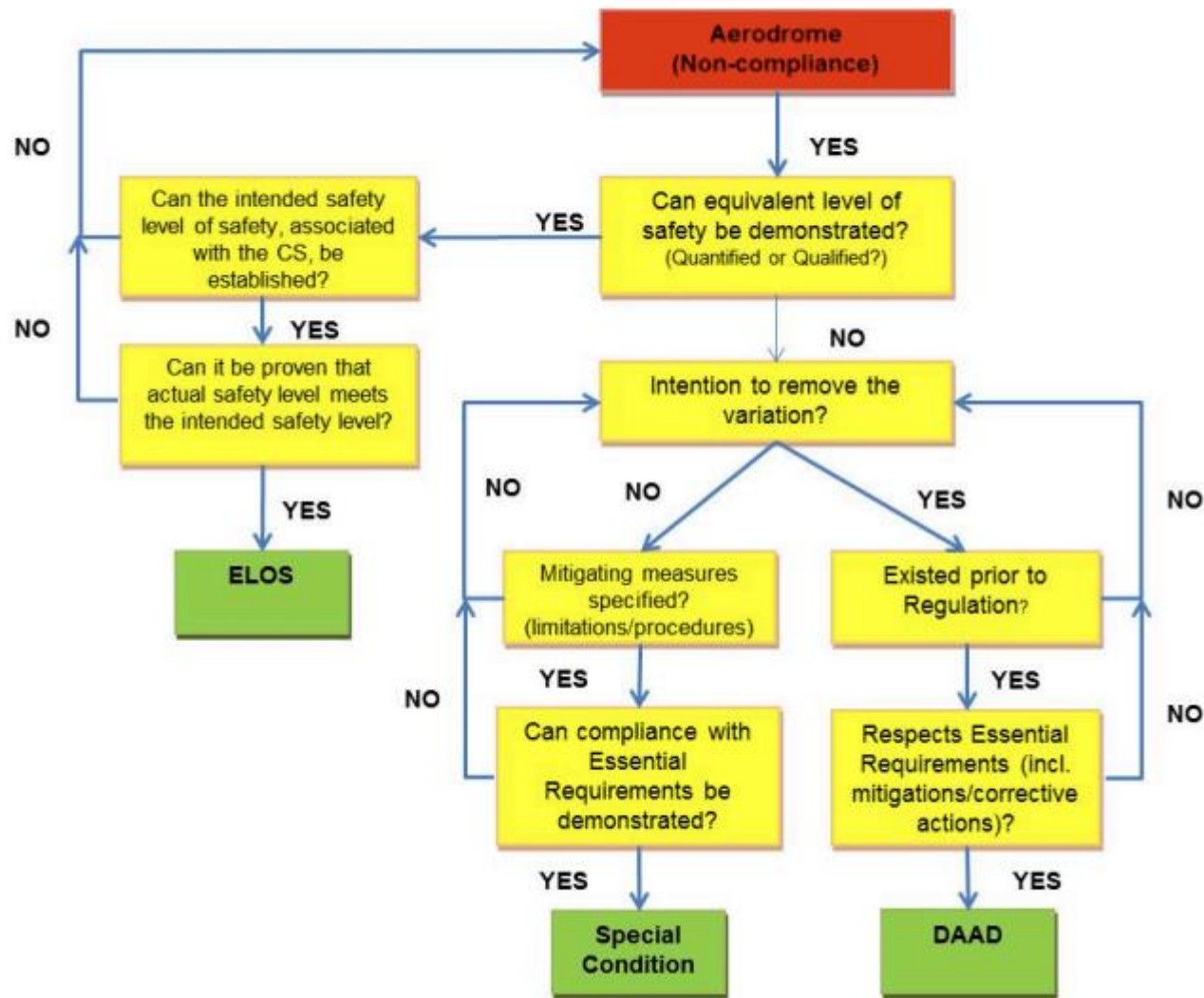


Photo Copyright © Wietse de Graaf - AirTeamImages

AIRLINERS.NET

A „MEGENGEDŐ” EU LEHETŐSÉGEK...



Forrás: NLR-TR-2016-241; 2016

- Igazolható a megfelelés (avagy permanent non-compliance):
 - **ELOS**-sal [**E**quivalent **L**evel **o**f **S**afety]
 - **SC**-vel [**S**pecial **C**onditions]
- Az időleges nem-megfeleléssel:
 - **DAAD**-dal [**D**eviation **A**cceptance and **A**ction **D**ocument] – csak 2024-ig, új fejlesztésnél **TILOS!**
- Ezek hatósági, és állami eszközök az igazoláshoz...