

## KORSZERŰSÍTETT, VESZÉLYES FÖLDMEGKÖZELÍTÉSRE FIGYELMEZTETŐ RENDSZEREK

A vezetett földnek ütközés<sup>1</sup> típusú repülőgép katasztrófa az elfogadott definíció szerint azt az esetet jelöli, amikor a légialkalmassági követelményeknek megfelelő állapotú repülőgépet a hajózószemélyzet akaratlanul a földfelszínnek, akadálynak, vízfelületnek vezet, s többnyire az ütközést megelőzően egyáltalán nincs tudatában a közelgő katasztrófának.

Már évtizedek óta az ilyen típusú balesetek okozzák a legtöbb áldozatot a polgári repülésben (1. ábra). Az elmúlt negyven év során a polgári repülés áldozatainak több mint fele ilyen típusú katasztrófa során vesztette életét.

### KORÁBBI EREDMÉNYEK

A fenti felismerés okán a hatvanas években megkezdődtek a fejlesztések egy figyelmeztető rendszer létrehozására. A hetvenes évek elejére a Sundstrand (jelenleg AlliedSignal) főmérnöke, Don Bateman irányítása alatt megszületett a GPWS<sup>2</sup>, s miután az FAA 1974-től kötelezővé tette a használatát az amerikai légtérben, azonnal jelentős mértékben csökkentette a CFIT esetek számát (2. ábra).

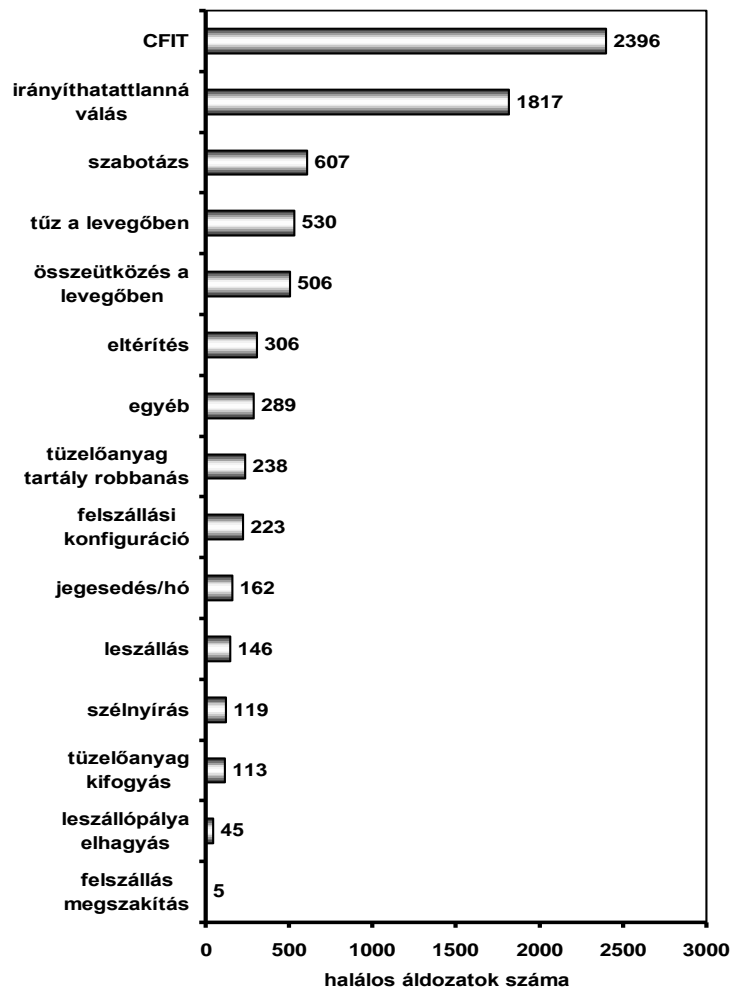
Míg a GPWS rendszer bevezetése előtt az USA-ban 2,5 CFIT katasztrófa esett egymillió felszállásra, ez a szám mára 0,3-ra csökkent.

Milyen nehézséggel kellett megküzdeni a rendszer megtervezése során? Elsősorban azzal, hogy itt tulajdonképp egy olyan paraméter (a repülési magasság) figyeléséről van szó, amely a normális üzem során a nullától a maximális repülési magasságig bármely értéket felvehet, azaz nincsenek ún. tilos tartományai, a veszélyes helyzetek felismeréséhez több körülmény (fékszárny helyzet, futómű helyzet, sebesség) együttes vizsgálata szükséges, s még így sem zárhatók ki egyes repülőterek környékének speciális terepviszonyai következtében előálló téves jelzések.

---

<sup>1</sup> CFIT — Controlled Flight Into Terrain

<sup>2</sup> GPWS — Ground Proximity Warning System



forrás: Flight Safety Foundation

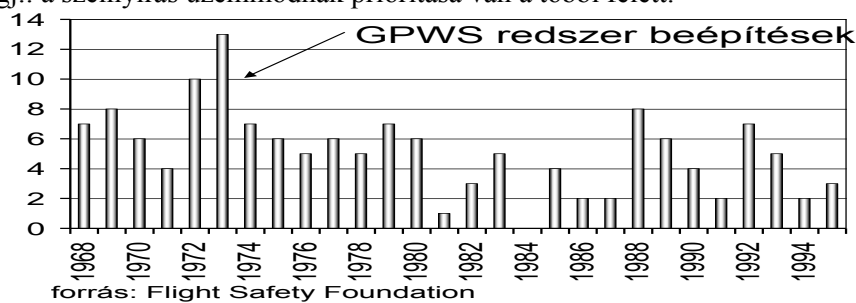
1. ábra. Áldozatok száma a katasztrófa típusa szerint  
(nagy sugárhajtású gépek 1987 és 1996 között)

Ugyanakkor a rendeltetésből (a hajózószemélyzet által nem észlelt veszélyhelyzetre való figyelmeztetés) fakadóan a rendszernek a hajózók tevékenységétől függetlennek kell lennie, más szóval bizonyos rendszerállapotokból kell kikövetkeztetnie a pilóta szándékait, illetve a repülésnek a fázisát. A megoldást a rendszer működésének 5 üzemmódban történő kialakítása nyújtotta. (1. táblázat)

Földmegközelítés figyelmeztető rendszer (GPWS) üzemmódjai 1. táblázat

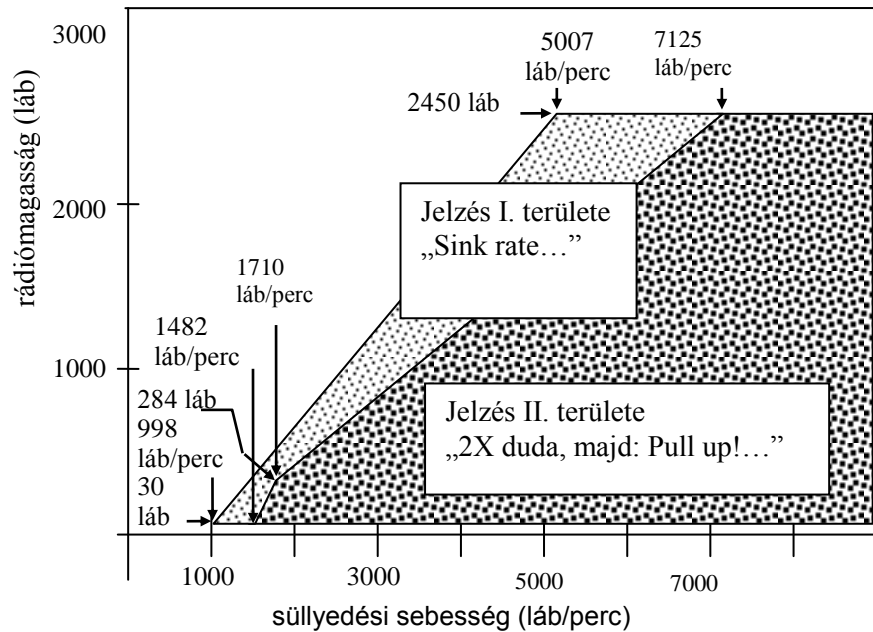
Üzemmód	Feltétel	Hangjelzés	Vizuális jelzés
<b>1</b> intenzív süllyedés	Jelzés I.	„Sink rate...”	„Pull up”
	jelzés II.	„2Xduda+Pull up...”	„Pull up”
<b>2A</b> emelkedő felszín	fékszárny < 15	jelzés I.	„Terrain...”
		jelzés II.	„2Xduda+Pull up...”
		a jelzés II. területéről való kilépcsőkor kezdődik, s 300 láb magasságyerésig tart	„Terrain...”
<b>2B</b> emelkedő felszín	fékszárny > 15	futó kinn	„Terrain...”
		futó benn	„2Xduda+Pull up...”
<b>3</b> merülés felszálláskor	futó benn és/vagy fékszárny ≤ 15	1. típus	„Don't sink...”
		2. típus	„Too low-Terrain...”
<b>4A</b> kis magasság	futó benn	V < 190 csomó	„Too low-Gear...”
		V > 190 csomó	„Too low-Terrain...”
<b>4B</b> kis magasság	futó kinn, féksz. ≤ 15	V < 159 csomó	„Too low-Flaps...”
		V > 159 csomó	„Too low-Terrain...”
<b>5</b> siklópálya alatt	futó kinn	jelzés I.	„Glide slope...”(halk)
		jelzés II.	„Glide slope...”
<b>Szélnyírás</b>	szélnyírás esetén	„Wind shear...”	„Wind shear”

Megj.: a szélnyírás üzemmódnak prioritása van a többi felett.



2. ábra. CFIT katasztrófák 1968—1995 között

Az üzemmódok említett táblázatban való felsorolása csak vázlatos, ugyanis azok csak részletesebb grafikonok segítségével tárgyalhatók, amire az előadás kerete nem elegendő. Itt csak az 1. üzemmód grafikonját (3. ábra) adjuk meg, hogy érzékeltessük az alkalmazott logikát.



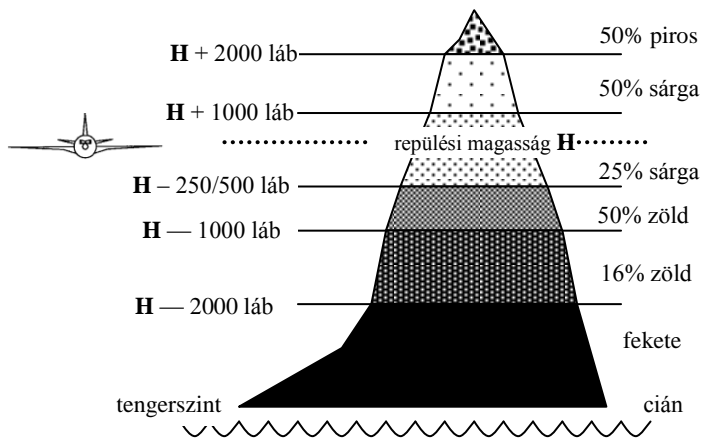
3. ábra. GPWS rendszer 1. üzemmód intenzív süllyedés jelzésdia-

## ÚJ KÉPESSÉGEK

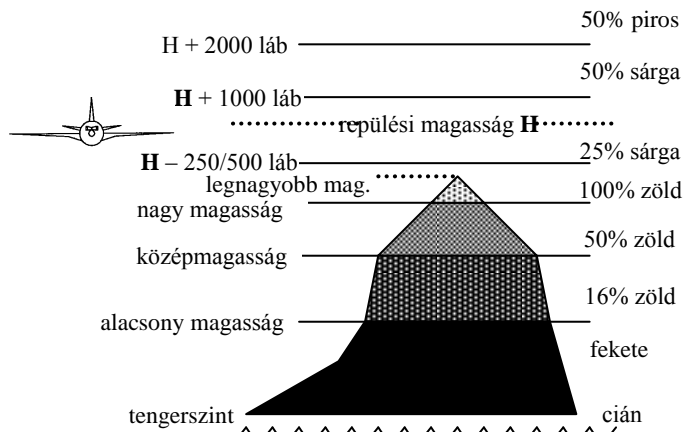
### A domborzat színes megjelenítése

A Föld felszínének digitális magasságadatai felhasználásával lehetőség nyílt a repülőgép környezete domborzati viszonyai színes megjelenítésére (4—6 ábrák). Az ábrákon látható színek mellett további színjelzés van fenntartva a két-szintű veszélyjelzés megvalósítására. Ezek jelentése: Szint 1 (100% sárga) 60 másodpercen belüli, Szint 2 (100% piros) 30 másodpercen belüli ütközési veszély áll fenn a repülőgép haladási irányában.

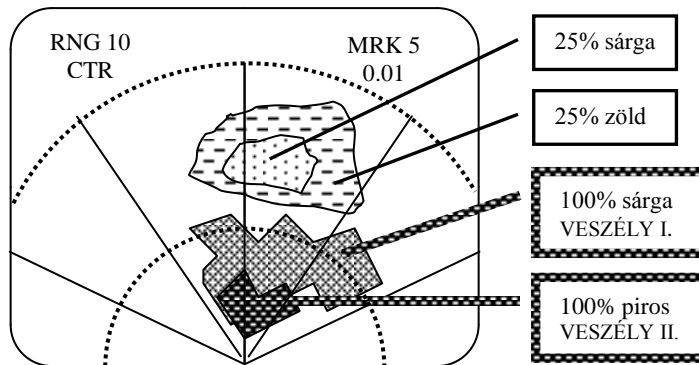
A nagy magasságban (utazómagasságban) végzett repülés során a domborzati viszonyok kijelzésének az az értelme, hogy a hajózószemélyzet folyamatosan tudatában van az alatta elhelyezkedő földfelületi viszonyoknak, így hajtómű meghibásodás, illetve kihermetizálás miatt szükségessé váló vészsüllyedés esetén gyorsabban és precízebben tud dönteni annak biztonságos megvalósításáról.



4. ábra. Színkódok alacsony magasságú repülés esetén



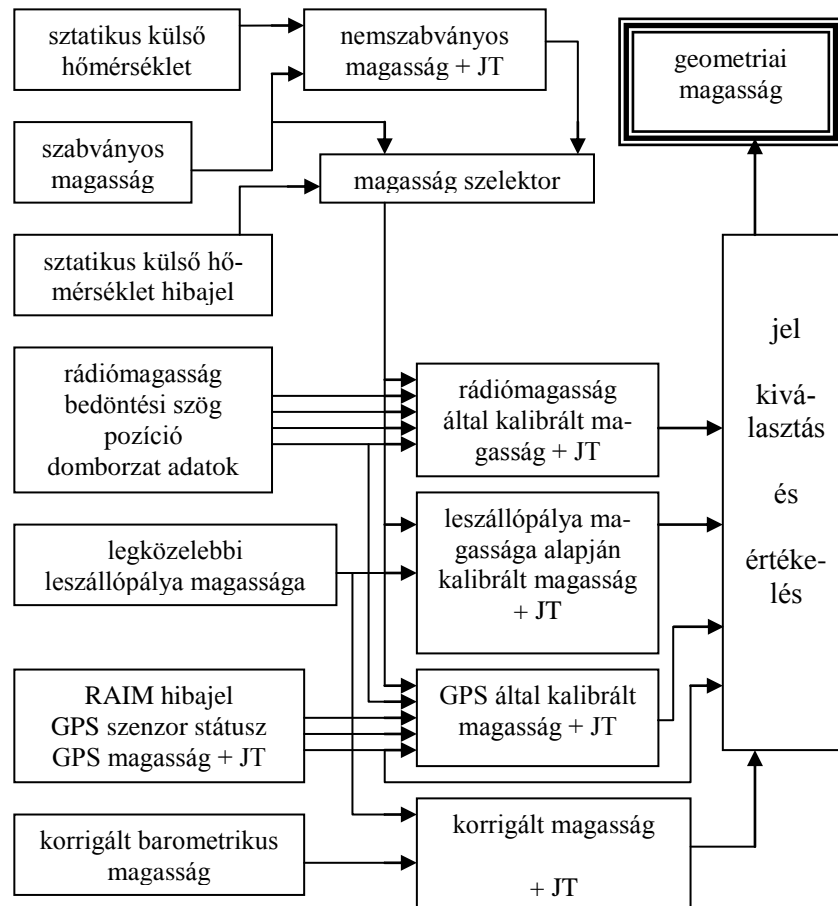
6. ábra. Színkódok nagy magasságú repülés esetén



7. ábra. A domborzat és a figyelmeztető jelek színes megjelenítése a képernyőn

## Geometriai magasság meghatározása

A geometriai magasság meghatározása során több, különböző forrásból nyert magasságjelet használnak fel a számításokhoz. Minden magasságjelhez egy jósági tényezőt (JT, angolul Figure of Merit) rendelnek, amely az adott jel megbízhatóságát, pontosságát jelöli. Mindig a legnagyobb jósági tényezőjű jel kerül felhasználásra.

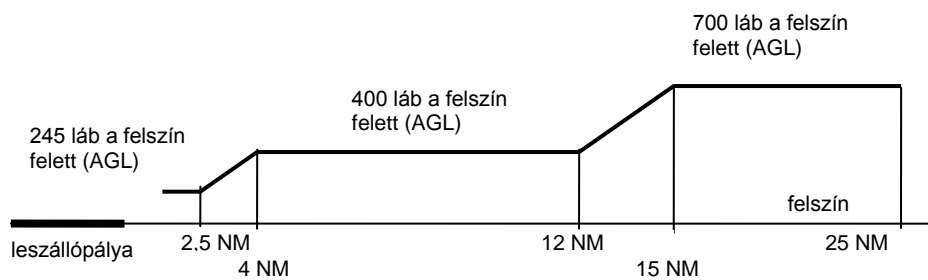


8. ábra. Geometriai magasság meghatározása

## Előrettekintés

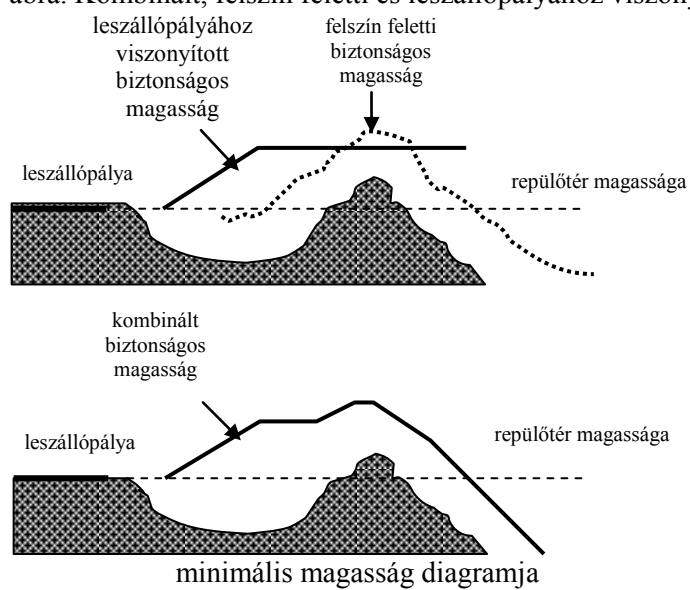
Ahogy a színes domborzat kijelzésnél már említettük, a rendszer a repülőgép pillanatnyi helyzetét, repülési irányát és sebességét, bedöntési szögét (fordulási sebességét), a domborzati adatokkal összevetve értékeli a helyzetet, s 60, illetve 30 másodperccel a potenciális konfliktushelyzetet megelőzően figyelmeztető jelzést ad.

## Biztonságos magasság



9. ábra. A felszín feletti minimális magasság diagramja

10. ábra. Kombinált, felszín feletti és leszállópályához viszonyított



## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] [www.egpws.com](http://www.egpws.com)
- [2] [www.flightsafety.org](http://www.flightsafety.org)