

.: Hungarian Aviation Training Online .:

...:HATON Oktatóanyag:...

### ALAPFOK – 3. fejezet

# Műszerek

## **2.3.1 MŰSZEREK CSOPORTOSÍTÁSA**

A következő oldalakon bemutatásra kerülnek a Flight Simulator 2004-ben használt repülőgépek műszerei. Megjegyzendő, hogy a valós gépek műszerein található információk ezektől eltérhetnek.

A műszereket több csoportba sorolhatjuk feladatuktól, rendeltetésüktől és működési elvüktől függően.

<b>Repülésellenőrző műszerek</b>	<b>Navigációs műszerek</b>	<b>Motorellenőrző műszerek</b>
Sebességmérő	Iránytűk	Fordulatszám mérő
Magasságmérő	Transzponder	Hengerfej hőmérő
Variométer	VOR/DME/ADF	Olajnyomás mérő
Műhorizont	ILS	Olajhőmérséklet mérő
Csúszásjelző	GPS	Üzemanyagmennyiség mérők
Dőlés-elfordulás jelző	Fedélzeti óra	Volt-ámpér mérők

Egyéb műszerek, melyek a fedélzeten találhatóak, de nincsen a felsoroltak között, az úgynevezett speciális rendeltetésű műszerek. Ilyenek például az időjárásfelderítő radarok, vagy a TCAS (légiforgalmi ütközést elkerülő-riasztó rendszer), amelyek a repülés biztonságát növelik.

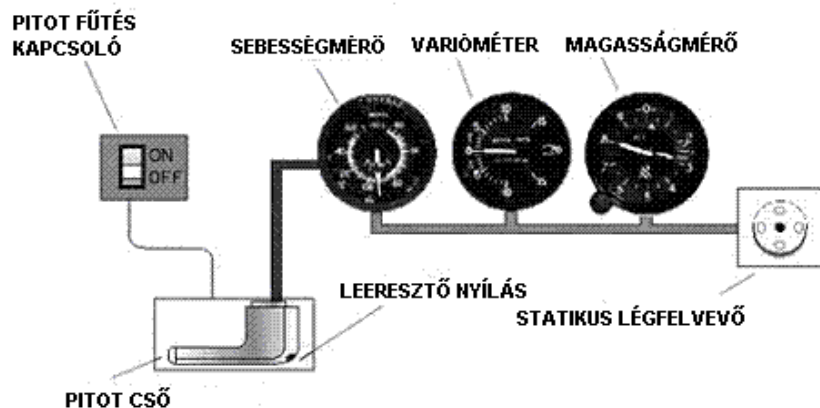
A repülés ellenőrző és a navigációs műszereket az őket működtető rendszerek alapján további két csoportra oszthatjuk. Az egyik csoport a légnyomás-alapú (pitot static), a másik a vákuumos pörgettyű (gyroscopic) alapú műszerek.

<b>Légnyomás alapú műszerek</b>	<b>Vákuumos-pörgettyűs műszerek</b>
Magasságmérő	Műhorizont
Sebességmérő	Iránytű
Variométer	

### 2.3.2 MŰSZEREKHEZ TARTOZÓ RENDSZEREK FELÉPÍTÉSE

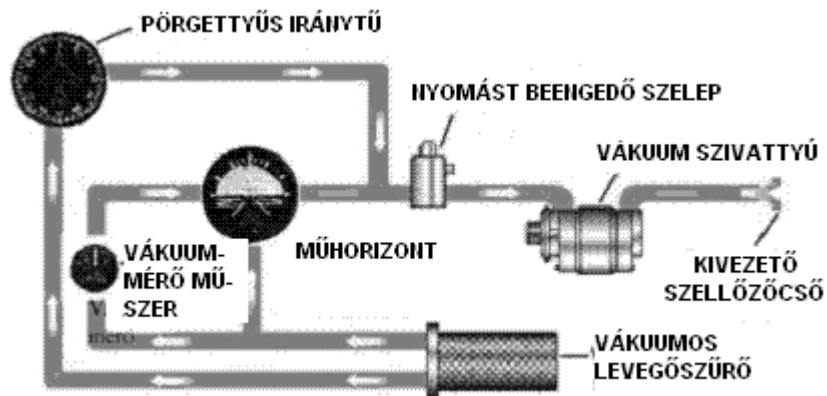
#### A teljes-statikus nyomásrendszer (pitot static system) elemei

A rendszer feladata a különböző nyomások bevezetése a sebességmérőbe, a magasságmérőbe és a variométerbe. A rendszer elemei a pitot cső (pitot tube), mely fűthető, ha esetleg jegesedési viszonyok lépnek fel a repülés során. Ez azért fontos, mert a jég lerakódása jelentősen rontja a cső működését, hiszen eltömíti azt, ha pedig eltömődik a cső furata, akkor ezek a nagyon fontos műszerek nem fognak pontos értékeket mutatni a pilóta számára, ami akár katasztrófa is vezethet. Ezért a pitot fűtést (pitot heat), amely már a kis légszavaros gépen is rendelkezésre állnak, mindig kapcsoljuk be! A rendszer további elemei a külső légnyomás-felvevő furatok és a műszerekhez kötött csővezetékek.



#### A vákuumos rendszer elemei

A műhorizont és az iránytű működtetésére szolgál a vákuumrendszer. A rendszer részei a vákuumszivattyú, a nyomásszabályzó szelep és a levegőszűrő, valamint a vákuummérő.



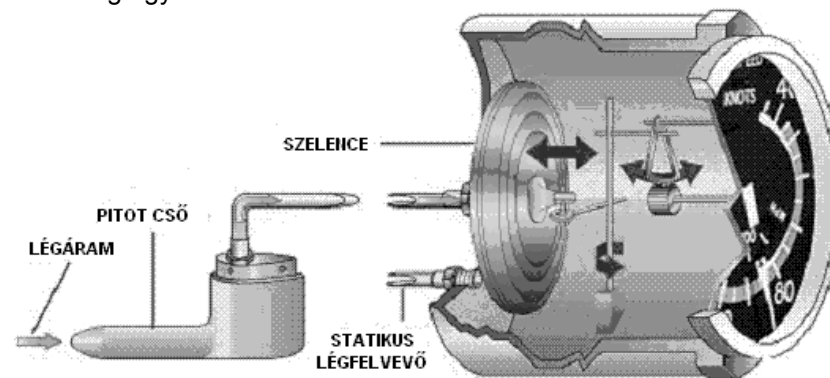
### 2.3.3 REPÜLÉSELLENŐRZŐ MŰSZEREK

#### A sebességmérő

Az összes repülőgép sebességmérő-rendszere a légijármű levegőhöz viszonyított sebességét (indicated airspeed) jelzi számunkra. A sebességet általában csomóban (knot) látjuk, mely a repülésben az általános, sebességre használt mértékegység (ilyen mértékegység a mach szám is).



A sebesség mérésére az úgynevezett pitot-csőves rendszert alkalmazzák. A pitot-cső olyan berendezés, mely segítségével a beáramló levegő nyomása mérhető. A sebességmérő a torlónyomás alapján működik. Megfelelő áttételek segítségével jelzi nekünk, hogy a repülőgép hány tengeri mérföldet (nautical mile) tesz meg óránként.. Vagyis ha például a sebességmérő műszerünk mutatója mondjuk a 200-as értéken áll, az annyit jelent, hogy gépünk 200 tengeri mérföldet tesz meg egy óra alatt.



A műszer modern változata a rádió-sebességmérő, amely rádióhullámokat bocsát a földfelszínre, így pontosan meg tudja határozni a repülőgép sebességét a talajhoz viszonyítva (ez a talaj feletti sebesség, azaz a ground speed).

## A magasságmérő

A repülésben a magasság (altitude) kifejezésére a lábat (feet) használjuk. A magasságmérő berendezéseknek két változata létezik. Az egyik a nyomásmagasságmérő, a másik a rádiomagasságmérő.

A nyomásmagasságmérő műszeren (ld. kép) három mutató található: a hosszú nagymutató 100 lábas értéket, a kismutató pedig 1000 lábas értéket jelez. A harmadik „mutató” egy fogó tárcsára festett kör vagy háromszög, amely 10000 lábas értéket jelez. A mellékelt képen a repülőgép magassága tehát 4190 láb.



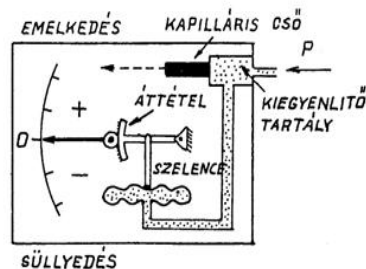
A rádiomagasságmérő rádióhullámokat bocsát ki a földfelszínre, amelyek onnan visszaverődve a berendezés vevőantennájába jutnak. A jel kibocsátása és visszaérkezése között eltelt időből a műszer kiszámolja a megtett utat, és magasság értéként jelzi ki. Nagyon pontos műszer, a talaj feletti tényleges magasságot mutatja. A repülőtér futópályájának megközelítésekkor használjuk.

## A varióméter

A varióméter a repülőgép vertikális, azaz függőleges sebességét jelzi számunkra: itt láthatjuk, hogy a repülőgép milyen sebességgel süllyed vagy emelkedik. A mellékelt képen a gép éppen vízszintesen repül, de ha a mutató lefelé mozdul egészen az 5-ösig, akkor már süllyed, jelen skálázás szerint 500 láb/perces süllyedési varióval. A süllyedés vagy emelkedés mértékének kifejezésére a láb/perc (feet per minute) mértékegységet használjuk.



A mérés elve a késleltetett nyomás kiegyenlítődésein alapszik. A műszer lelke egy kilyukasztott légnyomásmérő, amelyben kiegyenlítődik a külső és belső nyomás, ha van rá elég ideje. Ilyenkor a műszer mutatója minden magasságban nullát mutat, amikor viszont nincs elég idő, a mutató kitér annál jobban, minél intenzívebb a függőleges mozgás.



## A műhorizont

Ez a műszer főleg rossz látási viszonyok között lesz hasznos számunkra: ha olyan időben szeretnénk repülni, amikor nem látunk ki tisztán az ablakon (éjjel, esőben, ködben, felhőben stb.), akkor ezt a műszert kell használnunk. Mint nevéből is kiderül, a műszer azt a látványt helyettesíti, amit az ablakon át látnánk, ha jó látási viszonyok uralkodnának.



Ha például repülés irányában mérve jobbra dől a gép, a pilóta az ablakon át azt látná, hogy kint minden elbillen balra. Kilátás hiányában a műhorizont kis ablaka ezt a látványt helyettesíti

A műszer lelke egy függőleges tengelyű, nagy fordulatszámú pörgettyű, amely igyekszik megőrizni azt a helyzetét, amelyben felszállás előtt vákuumos térben felpörgették. A műszer kijelzője egy gömbskála, mely előtt egy vízszintes mutatót helyeznek el. Ez jelképezi a repülőgép szárnyait, és a műszer aljának közepén található gombbal állítható fel-le. Ehhez viszonyítva jobban láthatóak a műhorizont elmozdulásai. A gömbskálára festett látóhatár mindig az igazi látóhatárral párhuzamos marad, tehát ha a gép jobbra billen, azt látjuk, hogy előttünk a műhorizont balra dől, méghozzá éppen olyan szöggel, mint a repülőgép.

## Az elfordulás-, és csúszásjelző

A repülőgép irányváltoztatását megjelenítő műszer, mely két szabadságfokú, pörgettyűs érzékelővel van ellátva. Elforduláskor a nyomatékok hatnak a pörgettyűre, hatására a keret elfordul. Ennek mértékét áttételen keresztül mutatók jelzik a pilótának. Ezt a műszert azért kell figyelni, hogy a repülőgép fordulások közben ne csússzon, tehát úgy kell korányoznunk a gépet, hogy a golyó mindig középen maradjon.



Az elfordulásjelző műszerrel építik egy egységbe a csúszásjelző műszert is. Ez egy ív alakú cső, melyet folyadékkal töltenek meg, és abban egy golyó mozog. Ha a forduló szabályos menetű, akkor a golyó középen marad, ha nem az, akkor elmozdul. Ilyenkor a gép csúszik. A műszer érzékelő eleme az ún. golyós libella.

### 2.3.4 NAVIGÁCIÓS MŰSZEREK

#### Az iránytű

A műszer kijelzőjéhez a mágneses iránytű jele bonyolult csillapító- és korrigálóegységeken keresztül jut el. A pilóta műszerfalán az egész rendszerből csak a pörgettyűs iránytű látható. Ennek tárcsája mindig úgy fordul, hogy a rá festett égtájak közül az legyen felül, amerre a gép éppen repül. Ha hosszabb ideig kell adott irányon repülni, egy kis emlékeztető mutatót állíthatunk arra az irányra (jobb alsó gombbal), így nem kell fejben tartani. Arra kell csak ügyelni, hogy mindig úgy forduljunk, hogy az emlékeztető mutató felfelé mutasson. A bal alsó gombbal a pörgettyű esetleges tévedését lehet korrigálni.



#### Az ADF műszer

Az ADF (Automatic Direction Finder) iránymérő műszer segítségével megállapítható a navigációs rádió beállított frekvenciájú NDB típusú rádióadó helyzete gépünkhöz képest. Ez egy mozgatható irány-tűskálás műszer. A skálát a bal alsó HDG gomb tekerésével tudjuk forgatni annak érdekében, hogy az NDB adó hozzánk képesti helyzetét korrektül lássuk. A dolog lényege, hogy mindig az iránytű által mutatott irányszöveget (HDG) kell felfelé állítanunk (fordulások után is) a skálán. Középen található gépünk szimbolikus felfestése. A hosszú nyíl pedig az aktuálisan beállított frekvenciájú NDB adó helyzetét adja meg hozzánk képest. Ha a hosszú nyíl egyenesen felfelé mutat, az azt jelenti, hogy az NDB adó pontosan velünk szemben van.



#### A DME berendezés

A DME (Distance Measuring Equipment) távolságmérő berendezés egy automatikus rádió adó-vevő, amelyhez a repülőgépre épített műszer kérdezőimpulzusokat sugároz. A földi készülék erre válaszjelet küld, a gépen lévő számítógység pedig a kérdés elindulása és a válasz megérkezése között eltelt idő alapján nagy pontossággal meghatározza gépünk és a földi rádióadó közötti távolságot, amit a rádióhullámok fénysebességgel futottak be. DME-t általában VOR és ILS adók mellé építenek, és ugyanazon a frekvencián sugároznak

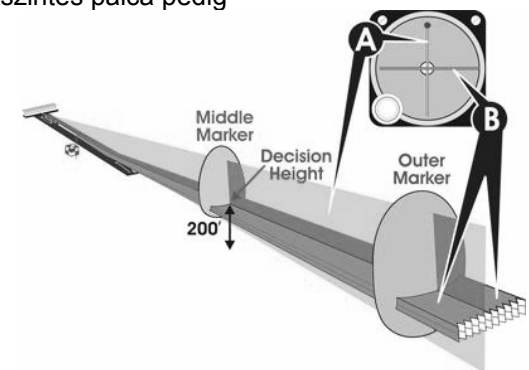
#### A VOR műszer

Segítségével VOR (VHF Omnidirectional Range) rádióadó adott radiálján tudunk repülni. A műszer szintén rendelkezik egy forgatható iránytű-skálával. Bal alsó OBS gombbal tudjuk állítani a kívánt rárepülési irányszöveget (kurzus vagy course). A középen lévő pálca (CDI) mutatja a beállított kurzushoz képesti eltérésünket. A pontok mutatják az eltérés mértékét, minden pont 2 foknyi eltérést jelent valamelyik irányban. Ha például a pálca balra mozdul el mondjuk két pontnyit, az azt jelenti, hogy jobbra tértünk el 4 fokkal a beállított kurzushoz képest (tehát gépünk a VOR adóhoz képest jobbra helyezkedik el). A jobb oldalon lévő piros-fehér csíkos kijelzőnek 3 állása lehet: az első a felfelé mutató nyíl (ekkor a VOR adó felé közeledünk), második a csíkos téglalap (a beállított frekvenciájú adónak nem lehet fogni a jelét, mert messz vagy pont felette vagyunk) vagy csak egyszerűen messze van tőlünk, vagy rossz a beállított frekvencia. A harmadik a lefelé mutató nyíl, amikor is távolodunk a VOR adótól.



#### A ILS műszer

A leszállópálya végébe telepített ILS (Instrument Landing System) műszeres leszállítórendszer rádiójeleit mutatja, amely kétfajta jelet sugároz. Itt is található egy forgatható (OBS gombbal) iránytű-tárcsa, amely a leszállópálya irányszögének beállítására szolgál. Középen a függőleges pálca gépünknek a pályához (iránysávhoz) viszonyított oldalirányú helyzetét, a vízszintes pálca pedig a siklópályához képesti helyzetét adja meg. Az iránycsávot jelző pálca balra-jobbra, a siklópályát jelző pálca pedig felfelé és lefelé modul el. Ha mindkettő középen van, akkor vagyunk pontosan az ILS által kijelölt leszállóegyenesen, és mindig úgy kell korrigálni gépünk mozgását, hogy ezt a két mutatót középen tartsuk, hiszen ekkor repülünk majd pályairányon és az ideális siklópályán (amely az ideális magasságot mutatja).



### 2.3.5 MOTORELLENŐRZŐ MŰSZEREK

#### Általános rövidítések

VAC – Vacuum  
(vákuum)

AMP – Amper

Fuel QTY – Fuel Quantity  
(üzemanyagmennyiség)

Oil Temp – Oil Temperature  
(olajhőmérséklet)

Oil Press – Oil Pressure  
(olajnyomás)

EGT – Exhausted Gas  
Temperature  
(kiáramló gázhőmérséklet)

CHT – Cylinder Head  
Temperature  
(hengerfej hőmérséklet)

Man Press – ???  
(szívótérnyomás?)

Fuel Flow (üzemanyagfogyasztás)

EPR – Engine Pressure Ratio  
(hajtómű nyomásviszony)

N1 – Low Pressure Compressor / Low Pressure Rotor Speed  
(kisnyomású kompresszor / kisnyomású forgórész fordulatszáma)

N2 – High Pressure Compressor / High Pressure Rotor Speed  
(nagy nyomású kompresszor / nagy nyomású forgórész fordulatszáma)

ITT – ???

VIB – Vibration  
(vibráció)



### 2.3.6 DIGITÁLIS KOMBINÁLT MŰSZEREK

#### A digitális műszerfal

A mai modern repülőgépeken a hagyományos mutatós-számlapos műszerek dzsungelét képernyőkkel helyettesítik. A hagyományos műszereket csak vész tartalékként használják. A pilóták elé kerülő nagyfelbontású képernyők szinte az összes műszer szerepét átveszik.

#### PDF (Primary Flight Display – Elsődleges Repülési Kijelző)

Más néven EADI (Electronic Attitude Direction Indicator – Elektronikus Repülőgép Térbeli Helyzetjelző).

Ez az elsődleges repülőgép-vezető műszer, mely összevonva tartalmazza a következő műszereket. Bal oldalon a sebességmérő, középen a műhorizont, jobbra tőle a magasságmérő, jobb oldalon a variométer, alul pedig az iránytű látható.



Boeing B737 PDF

A műhorizont közepén megjelenik egy vízszintes és egy függőleges mutató is, ezek az utasítást adó számítógépes kijelzői (FD - Flight Director). Ez a berendezés sokmindent figyelembe véve meghatározza, hogy milyen kormánymozdulatok kellene a pilótának végeznie az adott helyzetben, és a mutatók abba az irányba mozdulnak el. A pilótának pedig mindig úgy kell kormányoznia a gépet, hogy a mutatók középen legyenek, mert akkor halad jó irányban. A műhorizont alsó és jobb oldali peremén található a leszállítóműszer (ILS) skálája, ha a megfelelő frekvencia be van állítva a navigációs rádió. A magasságmérő skálája alatt látható a beállított légnyomás értéke. Megjegyezném,

a valódi gépek PFD műszerén sokkal több információ jelenik meg.

Boeing B747 PDF



## ND (Navigation Display – Navigációs Kijelző)

Más néven EHSI (Electronic Horizontal Situation Indicator – Elektronikus Vízszintes helyzetjelző Műszer).

Egy VOR/ADF/DME és egy iránytű műszer kombinációja. Továbbá a rádióadókról a műszer négy sarkában kapunk információkat, melyek a következők (nem mindig ebben a sorrendben): NDB adó kódja és frekvenciája, az éppen beállított kurzus (course), NAV1 rádióra beállított VOR vagy ILS kódja, frekvenciája és a gépünktől való távolsága, NAV2 rádióra beállított VOR kódja, frekvenciája és a gépünktől való távolsága.



Boeing B737 ND

Az iránytűben megjelenő nyilak mutatják az adók gépünkhöz viszonyított helyzetét. A vastag zöld nyíl a VOR, a vékony fehér nyíl az NDB adót mutatja. Középen a vastag fehér nyíl az aktuálisan beállított kurzust jelképezi. A magenta színű vonal a beállított VOR/ILS kurzus-hoz viszonyított eltérést mutatja. Legfelül középen a magenta színű jel az előre beállított, a szám pedig az aktuális haladási irányunkat mutatja. A valódi gépek ND műszerén sokkal több információ jelenik meg, mint a szimulátorban.



Boeing 747 ND



A két kis képen a Boeing 747 kétállású ND kapcsolójának két különböző képe látható.

## 2.3.7 A GPS RENDSZER

A GPS - Global Positioning System (Globális Helymeghatározó Rendszer) az Amerikai Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma által kifejlesztett és üzemeltetett, a Föld bármely pontján a nap 24 órájában működő műholdas helymeghatározó rendszer. A helymeghatározás nagy magasságban keringő műholdak (24 db.) segítségével történik.

A GPS megjelenésével jóval könnyebb és átláthatóbb lett a légi navigáció. Csak rá kell néznünk a GPS vevő készülékünk képernyőjére, és máris látjuk helyzetünket a környező tereptárgyakhoz, repülőterekhez vagy rádióadókhöz képest, és még sok egyéb információt is kapunk.

### A GPS vevő készülék felépítése

A szimulátorba kétféle GPS vevő típust építettek. Az egyik (Garmin GPS 295) a kis gépek-, a másik (Garmin GPS 500) az utasszállító gépek számára. Mindkét készülék funkciói megegyeznek.

A GPS kijelzőjének közepén látható a navigációs térkép, mely meg tudja jeleníteni a domborzat változásait is más-más színárnyalatokkal és színekkel. Láthatóak a légterek határai is. A térkép bal felső sarkában (DTK) a beprogramozott útvonal következő navigációs pontjának (VOR, NDB, intersection) gépünkhöz képesti irányát adja meg. Ha erre az irányra fordítjuk a gépet, akkor pontosan az adott pont felé fogunk haladni. Középen (TRK) az aktuális irányunkat láthatjuk. Jobb oldalon egy előre beprogramozott navigációs pont távolságát mutatja hozzánk képest. Látható továbbá az iránytű egy része, és bal oldalon középen azt mutatja, hogy gépünk körül milyen távolságig láthatóak a tereptárgyak. A térkép közepén figyel gépünk sziluettje, alatta pedig az, hogy melyik pont felé tartunk éppen, továbbá mutatja a földfelszínhez viszonyított sebességünket (GS), mellette pedig az iránytól való eltérésünk látható grafikusan. Jobbra pedig azt mutatja (ETE), hogy hány perc múlva fogjuk elérni a következő pontot.

A kijelző bal oldalán lévő táblázatból különféle, az aktív navigációs ponttal kapcsolatos információt olvashatunk ki. Többek között a pont neve (WPT), a pont fölé érkezés időpontja (ETA), és az iránytól való eltérésünk számokban (XTK).