

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR

A polgári légitársaság útvonalai Magyarországon

Szakdolgozat

FÖLDTUDOMÁNYI ALAPSZAK

Készítette:

Kovács Bence

Térképész és geoinformatikus szakirányú hallgató

Témavezető:

Dr. Gede Mátyás

Adjunktus

ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék



Budapest, 2016

Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	3
1. fejezet- A légitársasági útvonalak rövid története Magyarországon.....	5
1.1 A légitársaságok hajnala.....	5
1.2 A hidegháború kora.....	7
1.3 A rendszerváltástól napainkig.....	8
2. fejezet- Aviatikai alapismeretek.....	11
2.1 A légtér.....	11
2.2 A légitársaság irányítása.....	13
2.3 Helymeghatározás.....	15
3. fejezet- Az útvonal térképek.....	18
3.1 Az útvonal térképek jellemzői.....	18
3.2 Az en-route térkép összehasonlítása az FRA térképpel.....	20
4. fejezet-Az indulási és érkezési eljárások.....	22
4.1 Az indulási eljárások (SID).....	22
4.2 Az SID térkép bemutatása.....	23
4.3 Az érkezési eljárások (STAR).....	25
5. fejezet-A megközelítési útvonalak.....	27
5.1 Vizuális megközelítés útvonalai.....	27
5.2 VOR és NDB megközelítés útvonalai.....	28
5.3 Az ILS megközelítés útvonalai.....	30
5.4 Az R-NAV útvonalak.....	31
6. fejezet-A térkép elkészítésének folyamata.....	32
6.1 Gyűjtőmunka és georeferálás.....	32
6.2 Webformátum elkészítése.....	35
Összegzés.....	39

Köszönetnyilvánítás.....	40
Irodalomjegyzék.....	41

Bevezetés

Számtalan tematikus térkép létezik: földrajzi, történelmi, néprajzi, gazdasági és napestig lehetne sorolni még a legismertebb típusokat, de nagyon sokan megfedkeznek arról, hogy a közlekedésnek is szüksége van saját tematikus térképekre. Lehet készíteni olyanokat, amelyek ábrázolva van, hogy milyen útvonalon milyen jármű halad és hány utas utazik rajta havonta vagy évente. A légitözlekedés útvonalai különlegességnek számítanak, hiszen itt nincsen előre kiépített útvonal, a mozgások nyomvonala akár minden repülőgépnek különböző lehet és az évek során számtalanszor változhattak a forgalmi igények függvényében.

2015 nagyon fontos év volt az útvonal szerinti repülés történetében, hiszen ekkor Európában elsőként Magyarország eltörölte a teljes útvonalhálózatát, ezzel lehetővé téve a repülőgépek korlátozás nélküli szabad légtér használatát. Ez azt jelenti, hogy a légitjárművek a be- és kilépőpontok között a lehető legrövidebb úton, vagyis az ortodrómán, közlekedhetnek az ország légterében.

Eredetileg az volt a célom, hogy a jelenleg használt koncepció szerinti útvonalhálózat nélküli rendszerben ábrázoljam a leggyakrabban használt valós nyomvonalakat és ezt összevetve a régi útvonaltérképekkel vonhassak le következtetéseket a trendek változásáról. Sajnos azonban a Magyarország felett átrepülő gépek nyomvonaláról csak rövid ideig őriznek meg adatot és ezt is csak egy belső, saját fejlesztésű programban, amely a publikum számára elérhetetlen. Mindezek ellenére a nagyobb magyar repülőterek közelében mind a mai napig megmaradtak az indulási és megközelítési útvonalak térképei.

Célom az volt, hogy ebből a sok útvonal ábrázolásból készítsek egy átfogó interaktív térképet, amely egyszerre tartalmaz minden útvonalat és mégis külön vizsgálható és átlátható minden egyes repülőterre vonatkozóan. Azért választottam ezt a témát szakdolgozatomnak, mert mindig is vonzott a légitözlekedés világa és meglátásom szerint a repülés és a térképészet kapcsolata nem merülhetne ki a légifotókban. Sajnálattal tapasztaltam, hogy a légitözlekedéshez használt útvonal térképek igencsak ritkák, a 1990-es évek közepe előtt készült térképek pedig egyenesen igazi kincsnek számítanak. Ennek talán legfőbb oka az, hogy a légügyi térképek közül a nem aktuálisakat ritkán őrzik meg, nehogy kavardásra adjon okot. Mindazonáltal sikerült eljutnom a magyar légiforgalmi szolgáltató, a HungaroControl Zrt. néhány szakemberéhez, akik készséggel segítettek a térképek megszerzésében és fáradhatatlanul válaszoltak kérdéseimre.

A légitársaságokban rengeteg rövidítést és szakkifejezést használnak. Dolgozatomban igyekeztem a lehető legkevesebb rövidítést használni, ahol mégis használtam, ott megmagyaráztam a jelentését, ugyanez igaz a szakzsargonra is.

Az ebből készült térképemet a <http://mercator.elte.hu/~bc9zn4/legter/> weboldalon lehet megtekinteni.

Már egy 1933-as térképvázlaton összesen nyolc darab útvonalat tüntettek fel, az akkori egyetlen magyar repülőtérrel, Mátyásföldről kiindulva. Az elkészített vázlatához még jelmagyarázatot is csatoltak (lásd 1.2 ábra), bár még így is igen messze áll egy pontosan megszerkesztett és megrajzolt térképtől. Ezt a nyolc útvonalat római számokkal jelölték és a következő kilépő pontok felé mutattak, amelyek a vasútvonalat követték:

- I.: Komárom irányába, Pilisvörösvár és Bajna érintésével;
- II.: Hegyeshalom irányába a fentiek, valamint Győr és Mosonmagyaróvár mentén;
- III.: Hidasnémeti felé Hatvanon, Gyöngyösön és Egeren keresztül;
- IV.: Biharkeresztes felé, Szolnok és Kisújszállás irányában;
- V.: Battonya irányában, Szolnok, Szarvas és Békéscsaba érintésével;
- VI.: Szabadka irányában, Pészépuszta, Kunszentmiklós és Kiskőrös mentén;
- VII.: Zákány felé Siófokon keresztül, a Balaton mellett haladva;
- VIII.: Szombathely felé Bicske, Kisbér és Pápa érintésével;

Amint a fentiekben is látszik törekedtek az útvonalak egyenes vonalára, a lehető legkevesebb fordulóval.

	Kozforgalmú repülőtér (állandó útlevel- és vámvizsgálat) <i>Aérodrome ouvert à la navigation aérienne publique (avec service permanent de passeport et de douane)</i>	
	Repülőtér <i>Aérodrome</i>	Csak a m. kir. Légügyi Hivatal előzetes külön engedélyével használható. <i>Utilisable seulement avec l'autorisation spéciale préalable du Bureau Aéronautique.</i>
	Vízi leszállóhely <i>Lieu d'amerissage</i>	
	Magánrepülőtér <i>Aérodrome privé</i>	
Kapu mindkét állam részéről megállapítva <i>Couloir de franchissement fixé par tous les deux Etats</i>		
Kapu Magyarország részéről kijelölve <i>Couloir de franchissement fixé par la Hongrie</i>		
Tilalmi öv <i>Zône interdite</i>		

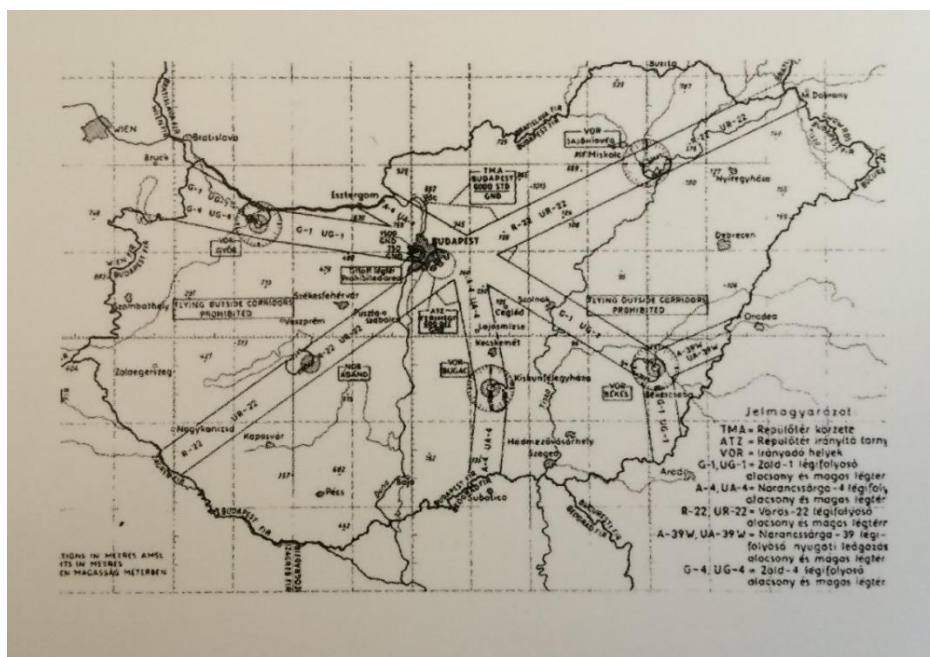
1.2 Az 1933-as térképvázlat jelmagyarázata

A térképvázlat (lásd 1.1 ábra), amelyen ábrázolták ezeket az útvonalakat, csak a legnagyobb városok, az útvonalak által érintett városok valamint a Balaton és a Fertő névrajzával voltak ellátva. Vízrajzi elemként az említett két tavon kívül csak a Duna és a Tisza volt

megjelenítve, az országhatár ábrázolása pedig erősen generalizált, viszont az ábrán van mértékléc és jelölve van az északi irány is. Ebben az időszakban a légiközlekedés leginkább csak a postaszállítmányra korlátozódott, de ez is olyan fontos volt, hogy szükségessé tette, a repülőgép hozzávetőleges helyzetének folyamatos ismeretét. Radarok nélkül ez nehézkes feladat volt, de nem teljesen kivitelezhetetlen. A feljebb említett útvonalpontok fontosságát emeli ki még jobban az a tény, hogy a legtöbb ilyen pontnál volt földi megfigyelő személyzet, akik a repülőgépek elhaladása után jelezték a központnak a járművek helyzetét.

1.2 A hidegháború kora

A második világháború következményeként kialakult kétpólusú világban a repülés még kiváltságosabb helyzetbe került, mint addig bármikor. Elkezdődött a légifotók tömeges készítése, fejlődött a helymeghatározás. A légijármű-típusok robbanásszerű fejlődésével olyan repülőgépek jelentek meg, amelyek egyre magasabban, gyorsabban és messzebbre voltak képesek repülni, az időjárástól egyre kevésbé függően, és már nem csak folyamatos talajlátással. Szükségessé vált a navigáció, és ezzel együtt a térképészet nem csekély mértékű fejlődése is. Meg kell jegyezni, hogy ekkor a repülés is katonai monopóliumnak számított, személyszállításra kevésbé vették igénybe. Ebből a korból sajnos nem igazán maradtak fenn útvonaltérképek, mert ezek vagy katonai eredetűek voltak, vagy pedig szigorúan titkosak. A megmaradt magyar készítésű térképszerű ábrázolások leginkább csak grafittal rajzolt vázlatok, amelyek már régen megkoptak és igazi ritkaságnak számítanak.



1.3 Légifolyosók térképe az 1960-as évekből

A magyar légtér tulajdonképpen a Szovjetunióhoz tartozott, ezért leginkább az oroszok használták. Ők hozták létre a légifolyosók rendszerét (lásd 1.3 ábra), amelyek katonai prioritást élveztek és csak a szovjet tömbhöz tartozó országok felé mutattak. Nyugat felé egyetlen légifolyosó sem létezett. A politikai feszültség enyhülése után, a polgári légiközlekedés fellendülésével a szovjetek átengedték néhány légifolyosó használatát az utasszállítás lebonyolítása érdekében. Azonban a polgári gépeknek a megadott folyosókon kívül tilos volt közlekedni, mivel ott intenzív katonai repülés zajlott, de legalább a Nyugat felé is nyitottak egy légifolyosót, Hegyeshalom kilépőponttal. Minden légifolyosó 10 mérföld széles volt, de mindkét szélétől 2.5 mérföldet kellett minimum tartani, ezért tulajdonképpen csak 5 mérföldes szélességben lehetett használni.

1.3 A rendszerváltástól napjainkig

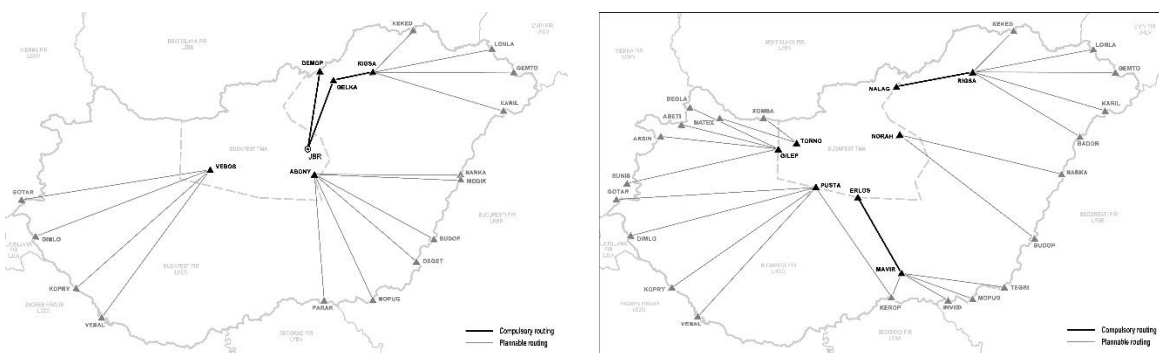
1990-től kezdődően a légiközlekedés is hatalmas reformokon esett át. A szovjet tömb szétesésével fokozatosan visszaszorult a katonai légiközlekedés és átadta helyét a polgári légiforgalomnak. A katonai repülés eleinte ideiglenesen elkülönített légterekbe, úgynevezett TSA-kba (Temporary Segregated Area) szorult vissza, ami még a civil gépek számára teljesen átrepülhetetlen volt. Ilyenek voltak a kecskeméti, a szolnoki, a pápai és a taszári katonai repülőterekhez tartozó légterek. 1991-ben megszüntették a folyosórendszert és helyette bevezették az útvonalhálózatot, amelyeket kisebb-nagyobb változtatásokkal egészen 2014. február 4-ig használtak. A rugalmas légtérhasználat (FUA – Flexible Use of Airspace) megjelenésével, a légtérfelhasználók (polgári, kereskedelmi, katonai, hobbi) előzetes igényei alapján, a légtér igénybevétele ma már egyeztetve és koordinálva a lehető leggazdaságosabban és rugalmasan, ugyanakkor a repülésbiztonságot messzemenőig figyelembe véve zajlik. A katonai gyakorló repülések ma már ideiglenesen fenntartott légterekben, TRA-kban történnek (Temporarily Reserved Airspace), amelyek akár egyidejű közös használatot is megengedhetnek a polgári és az állami légi járművek számára, természetesen az adott szituációtól függően. A kilencvenes évek elején - közepén, az addig csak földrajzi szektorokra bontott magyar légtérrel vertikálisan is szektorizálták, alsó és felső részekre osztották, beillette kilépőpontokat jelöltek ki az országhatáron. Innentől kezdve a magyar légi irányítás rohamos fejlődésével megindult az útvonalhálózat térképezése is.

Az egész folyamatot kissé visszavetette a dél-szláv háború az 1990-es évek második felében, mert a NATO légibázisként használta a taszári repülőteret. Innen indítottak katonai légiakciókat a háború sújtotta térségbe. Ehhez szükségszerűen el kellett különíteni a polgári

légiforgalmat, így pár évre majd az ország légterének kétharmadát TSA-nak nyilvánították és csak az északi területeken lehetett polgári repülést végezni.

Miután a háború véget ért, a hazánk feletti útvonalhálózat is jelentősen megváltozott. Már korábban is voltak változtatások, de azok kimerültek annyiban, hogy néhány navigációs pontot arrébb toltak pár szögmásodperccel. A navigáció korszerűsödésével, a légitársaságok gazdaságossági szempontjainak térnyerésével egyre hosszabb, akár több száz tengeri mérföld hosszúságú, töréspont nélküli, országhatárokon átvívelő útvonalak jelentek meg. Ezzel párhuzamosan a légtér egyre komplexebb és átláthatatlanabbá vált, térképen való ábrázolása is nagyon bonyolult lett. Egy-egy országgrész útvonalainak a pontos bemutatásához már több melléktérképre is szükség volt.

2015. február 5-én Európában elsőként Magyarország törölte el a teljes légi útvonalhálózatát, ezzel lehetővé téve a repülőgépek korlátozások nélküli, szabad légtérhasználatát. Az új forgalomszervezési koncepció (Hungarian Free Route Airspace-HUFRA) lényege, hogy Magyarország légterében a ki- és belépőpontok között a repülőgépek a lehető legrövidebben, vagyis szükségtelen töréspontok beiktatása nélkül közlekedhetnek. A légitársaságok így a lehető leggazdaságosabb és legkörnyezetkímélőbb módon tervezhetik meg és bonyolíthatják le repüléseiket hazánk légterében. Ábrázolási szempontból csak egyetlen egy országos térképet készítettek, amely csak a légtér körzeteinek a határait és a navigációs pontokat tartalmazza. Ezen kívül létezik néhány térképszerű vázlat (lásd 1.4 ábra), amik útmutatóként szolgálnak, hogy melyik belépési ponttól melyik navigációs ponthoz kell repülni a leszállási eljárások megkezdéséhez, illetve a felszállás után milyen irányba szükséges elindulni az ország légteréből való kilépéshez. Ilyen vázlatokat csak Budapestre vonatkozóan készítettek.



1.4 HUFRA érkezési és indulási térképvázlata Budapestre vonatkozóan

A free route airspace világviszonylatban is hatalmas jelentőséggel bír egyszerűsége és átláthatósága miatt, nem véletlenül vizsgálja jelenleg több ország is a lehetőséget ezen rendszer bevezetésére a saját légterében.

2 Aviatikai alapismeretek

Úgy vélem ahhoz, hogy jobban be tudjam mutatni a légiközlekedés útvonalait elengedhetetlen néhány aviatikai alapfogalom bemutatása. A továbbiakban szeretném röviden bemutatni a magyar légtér összetételét, a földi irányítás működését és a repülőgépek helyének és helyzetének meghatározására felhasznált módszereket.

2.1 A légtér²

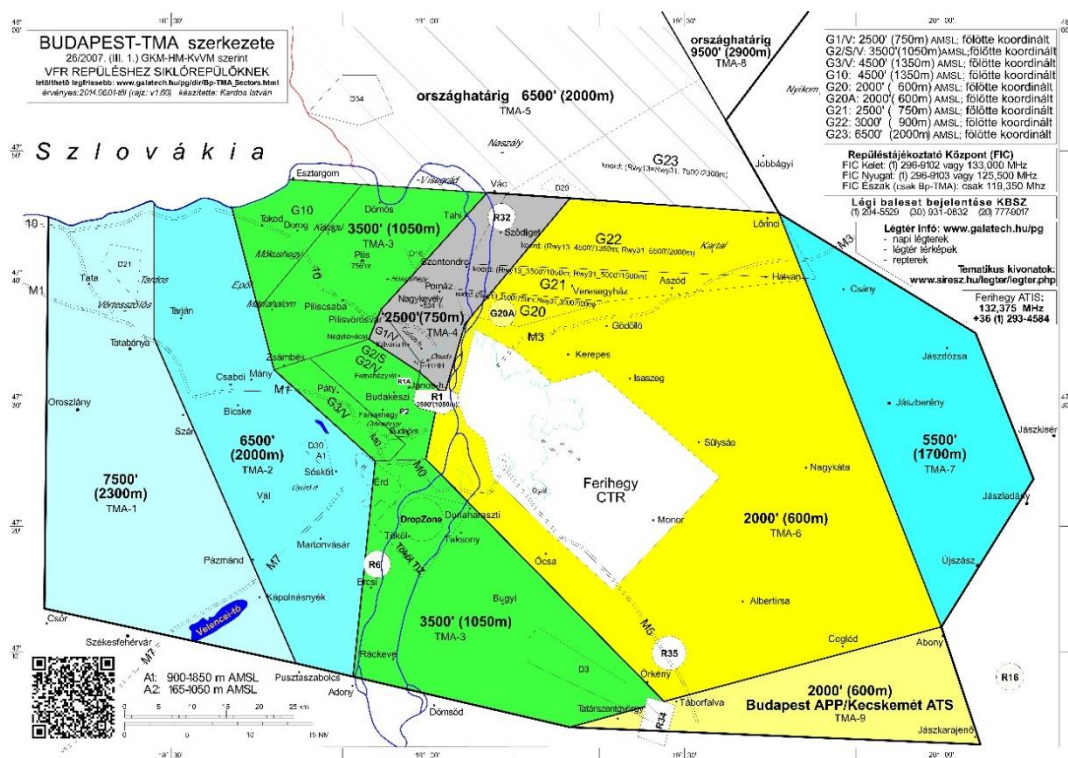
Légtér alatt egy adott ország határai által körülzárt terület feletti, légiközlekedésre használt térséget értjük. Ha a légtér meghatározott részében vagy bizonyos repülőtereken légiforgalmi szolgáltatást biztosítanak, akkor e részeket és repülőtereket a nyújtott szolgáltatónak megfelelően nevesítik. Hazánkban minden típusú repülés számára nyújtanak legalább repüléstájékoztató szolgáltatást (FIR- Flight Information Region), ezért a magyar légtér elnevezése *Budapest FIR*. A légtereket 2 főbb csoportba osztjuk: ellenőrzött (CTA), illetve nem ellenőrzött légtér. A kettő közötti legjelentősebb különbség többek között az, hogy az ellenőrzött légtérben tartózkodó légi járműveknek légiforgalmi irányítói szolgáltatást nyújtanak, vagyis elkülönítik őket egymástól, és más légterektől, ha szükséges. A nem ellenőrzött légtérben nincs elkülönítés, csak hasznos tanácsokkal és forgalmi tájékoztatásokkal látják el a légtér igénybevevőjét. Léteznek továbbá még időszakosan korlátozott, korlátozott, veszélyes, tiltott és eseti légterek is. A későbbiekben kitérek e csoportok részletezésére is.

Természetesen az ország mérete, helyzete és repülőterei nem teszik lehetővé, hogy az egész magyar légtér egységes legyen, ezért számos kisebb részre, körzetre van bontva. Magyarországon az ICAO (International Civil Aviation Organization - Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet) által osztályozott légterek közül az alábbiak találhatók meg: G, F, C és D osztályú légterek. A különböző osztályú légterek a bennük nyújtott légiforgalmi szolgáltatás minőségében és a használatukhoz szükséges repülési követelményekben különböznek egymástól. A felszín és 9500 láb közötti rész nem ellenőrzött légtér, kivéve bizonyos repülőtereket és környéküket. A nem ellenőrzött légtér két részre bontható: G illetve F típusra. A G típusba a légtér 4000 lábnál alacsonyabban lévő része tartozik, illetve a vitorlázó és műrepülő légterek. Az F típus 4000 és 9500 láb közötti területet foglalja magába, valamint a nem ellenőrzött repülőterek környékén a forgalmi tájékoztató körzetek (TIZ-ek) sorolhatók ide.

² GKM-HM-KvVM (2007) és KöViM (2000) alapján

A D osztályú légtér már ellenőrzöttnek minősül, ilyen Magyarországon csak a kassai repülőtér környékén található 9500 láb alatt. A legmagasabb osztályú légtér hazánkban a C típusú ellenőrzött légtér, alsó határa általában 9500 láb, felső határa FL 660 (körülbelül 20100 m). A budapesti Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér és környéke is C osztályú légtér. Az ellenőrzött repülőterek közvetlen légtereit CTR-nek hívjuk, azok tágabb környezetét pedig TMA-nak. A budapesti TMA (Terminal Movement Area) olyan közelkörzeti irányító körzet, amelyet minden nagyobb repülőtér közelében létesítettek, alsó határa a földrajzi viszonyoknak és a légiforgalomnak megfelelően változik, de sehol sem alacsonyabb 600 lábnál (200 m) a terep felszíne felett (lásd ábra 2.1).

Az ellenőrzött légterek közé tartoznak még az MTMA, MCTR és az MCTA körzetek, melyek katonai körzetek, ahol a légiforgalmi szolgáltatásokat katonák biztosítják. Itt kell megjegyezni, hogy Magyarországon a légi közlekedésről szóló 1995.évi XCVII. törvény és a 16/2000. KöViM rendelet alapján a polgári szabályoknak megfelelően működő légi járművek számára a HungaroControl Magyar Légiforgalmi Szolgálat Zrt. látja el kötelező érvényűen a légiforgalmi szolgálatokat.



2.1 Budapest TMA szerkezeti térképe siklóernyősöknek

Érdekességképpen megemlíteném még a Drop Zone, vagy eseti légtereket is. Ezek olyan meghatározott kiterjedésű, elsődlegesen a gyakorló ejtőernyős ugrások védelme céljából, nem ellenőrzött repülőterek felett kijelölt légterek, amelyek gyakorló műrepülés végrehajtására is igénybe vehetőek. Átmérőjük 3 és 10 mérföld között változik, felső határuk 5000 méter körül van. 11 db ilyen légtér van Magyarországon.

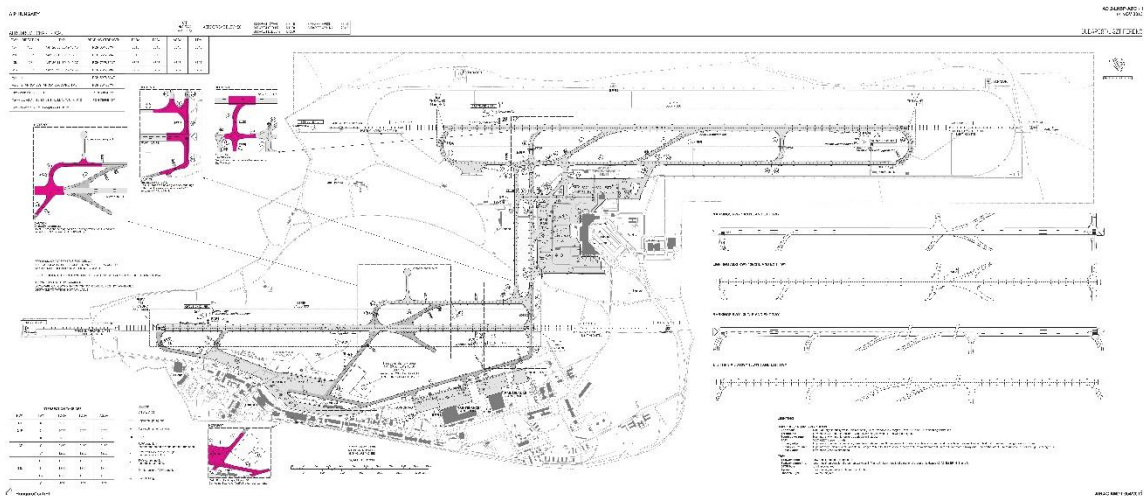
A magyar légtérben olyan körzeteket is találunk, amelyekben valamilyen földi tevékenység miatt a légiközlekedést korlátozzák vagy akár meg is tiltják. Jelenleg 2 tiltott körzet van. Az egyik Paks felett, az atomerőmű miatt, a másik pedig Csillebérc környékén, a kísérleti atomreaktor miatt. Ha egy légtérrel tiltott légtérnek minősítenek, akkor a területén minden nemű légiközlekedés szigorúan tilos! Előfordul, hogy a földfelszínen olyan esemény vagy terület van, amelynek jellege bármilyen szinten veszélyeztetheti a légiközlekedést. Ezeket a légterek minősítik veszélyes légtérnek, amelyeken keresztül nem lehet útvonalat tervezni és csakis előre egyeztetett időpontban használható. Hazánkban csak lőterek felett van veszélyes légtér, ebből viszont 23 db van az egész országban. Számos körzetben előfordul, hogy korlátozzák a légiközlekedést. Ez a korlátozás lehet állandó vagy ideiglenes attól függően, hogy milyen okból vezették be a korlátozást. Legjobb példa erre a természetvédelmi okokból bevezetett korlátozások.

2.2 A légiforgalom irányítása

A légiközlekedés biztonságos és gördülékeny működéséhez elengedhetetlen a földi irányítás precíz, szakszerű és lelkiismeretes munkája. Az átrepülő forgalom, a fel- és leszálló gépek mennyisége megköveteli, hogy több részre legyen bontva a földi irányítás. Hazánkban a HungaroControl, mint polgári-katonai nemzeti szolgáltató a magyar légtérben a polgári szabályok szerint repülő légi járművek hatékony áramlását garantálja, a Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtérrre érkező és onnan induló járatok irányításától a magas légtéri átrepülő forgalomig. A CTR körzetében az irányító torony munkatársai (Tower-TWR) felelnek a le- és felszállási engedélyek kiadásáért. A közelkörzeti irányítók (Approach-APP) gondoskodnak az indulási és érkezési eljárások helyes végrehajtásáról. A körzeti irányítók (Area Control Center-ACC) pedig a Budapest FIR HUFRA légtérben biztosítanak légiforgalmi irányító szolgálatot a nap 24 órájában.

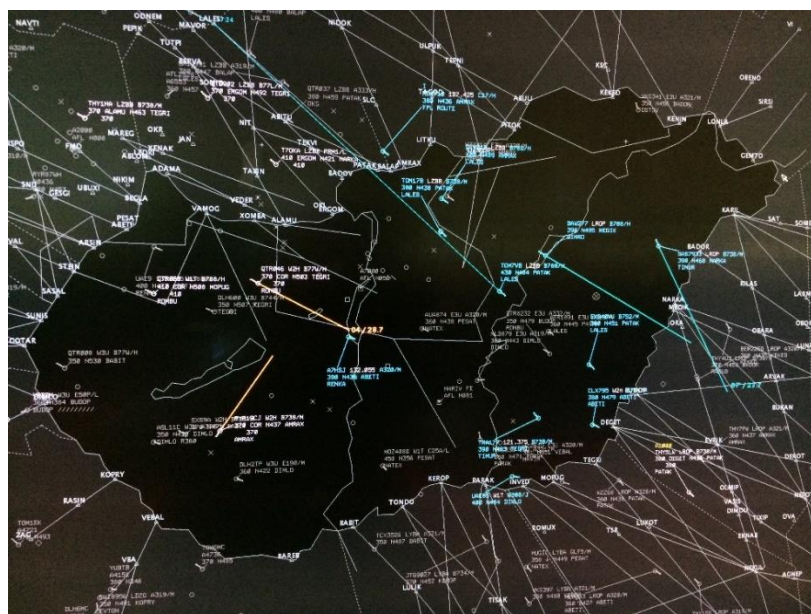
A budapesti repülőtéren az irányítótoronyban szolgálatot teljesítő légiforgalmi irányítók munkáját nagymértékben segíti a ferihegyi gurítóradar képe (Advanced Surface Movement Guidance and Control System-ASMGCS), melynek alaptérképét a repülőtérről

készített térkép-vázlat adja. Ezen a térkép-vázlaton ábrázolják különböző színű stilizált szimbólumokkal a légi járművek valós idejű mozgását (lásd ábra 2.2).



2.2 A Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér térképe

A közelkörzeti és körzeti radarirányítók többek között a Magyarországon 3 helyen található polgári légtérel ellenőrző radarok jeleit használják fel a munkájuk során. Ezek a radarállomások biztosítják a légiforgalmi irányítórendszer alapadatait, amelyek a légi járművek mindenkori helyzetét nagy pontossággal képesek megjeleníteni a radarképernyőn. A Kőrös-hegyen és Püspökladányban nagy hatótávolságú radarberendezés található, míg Budapest-Ferihegyen közelkörzeti (Terminal Area Radar-TAR) radar teljesít szolgálatot.



2.3 Budapest FIR radarképe

Érdekességként említeném meg, hogy a NATO ideiglenes megbízása alapján a HungaroControl irányítja 2014-től a Koszovó feletti magas légteret is.

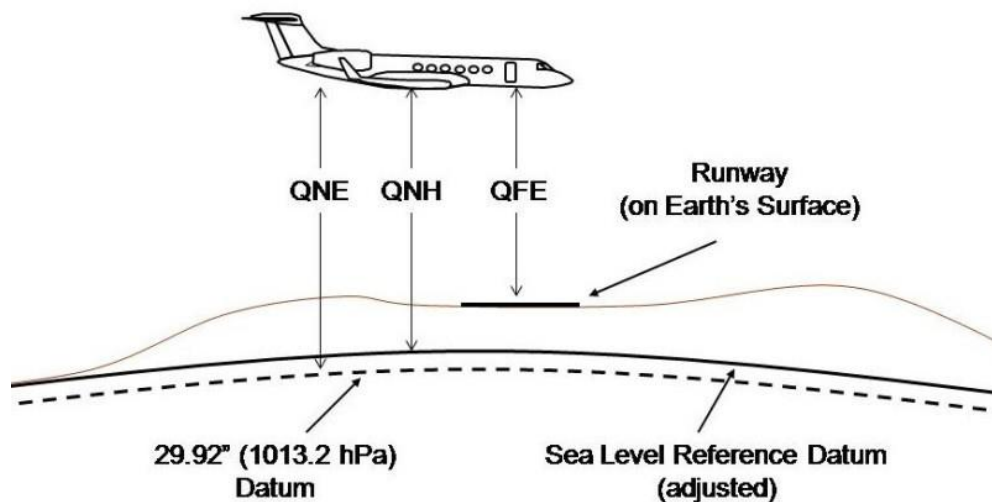
2.3 Helymeghatározás

A légitrafordulásnak és annak irányításához feltétlenül szükség van valamilyen rendszerre, ami alapján pontosan meghatározható egy repülőgép helyzete a térben. Ehhez két fő paramétert használnak, a magasságot és a vízszintes helyzetet. A légitrafordulásban a pozíció meghatározásához nagyon sok módszert vettek át a tengeri hajózástól. Ezt is bizonyítja a mind a mai napig használt, tengeri közlekedésből átvett mértékegységek alkalmazása is. Kezdetben csak nappal repültek, földfelszíni, nevezetes navigációs pontok alapján. Éjszaka a csillagok alapján is történhetett volna a navigáció, de ekkor még túlságosan nehézkes lett volna a repülőgépen meghatározni szextánszal a pontos helyzetet. Az abszolút helymeghatározás nehézsége miatt először a loxodrómákon közlekedtek, majd a navigációs műszerek fejlődésével a mai napig az ortodrómák mentén igyekeznek repülni. Ez az oka, hogy a leggyakrabban használt vetületi rendszer légügyi térképek készítésekor a kúpvetület, hiszen ez szögtartó. Itt fontos megjegyezni, hogy a légitrafordulás navigációjában minden esetben a mágneses irányokat használják, nem pedig a földrajziakat. Mind a mai napig minden repülőgépen található még egy mágneses iránytű végszükség esetére. A térképek készítésekor, hogy jelöljék a mágneses és földrajzi észak közti különbséget, mind a két északi irányt jelölik, megadják a deklináció mérőszámát, a mágneses variáció (VAR) nagyságát is. Ez az érték egy betűből és egy számból áll, amik az eltérés irányát és mennyiségét jelölik.

Manapság a légi navigációhoz már nem csak egy térképet és egy iránytűt használnak, hanem olyan rádió-elektronikus eszközöket, amelyek földi telepítésű, elektromágneses hullámok útján, jeleket sugárzó eszközök alapján határozzák meg a légi jármű pontos helyzetét a térben (VOR, NDB, ILS, DME). Természetesen a fejlődés nem állt meg, a jövőben egyre nagyobb teret nyer a műholdas navigáció, a GPS rendszer szélesebb körű használata, a földi telepítésű rádió-navigációs berendezések egyre szűkebb körű alkalmazása mellett.

A pontos repülési magasság meghatározásához tisztában kell lennünk a különböző magasság meghatározási módszerekkel. A légi jármű legfontosabb alapadatának mérése történhet barometrikus magasságmérő használatával, kisebb magasságok esetében rádió magasságmérő alkalmazásával, vagy műholdas navigációs rendszer segítségével. Minden légi járművön van olyan eszköz, ami méri a légnyomást, aminek értékéből következtetnek a függőleges helyzetre. A műszereknek 3 fajta beállítása van (lásd ábra 2.4), attól függően, hogy hol tartózkodik a gép. Ha még a földön van, akkor az adott repülőtéren mért légnyomás

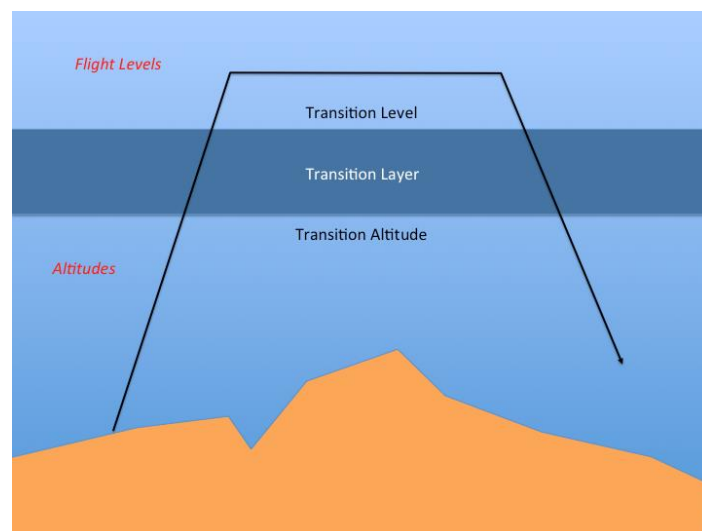
alapján számítják ki a magasságot, ezt úgy hívjuk, hogy QFE. Tehát a repülőtéren a QFE értéke 0 lesz. Felszállás után az úgynevezett QNH beállítást használják, amely a Balti alapszinthez viszonyítva számított magasságot jelöli, ennek értéke a repülőtéren a tengerszint feletti magasság lenne. Mivel a felszín nem egyenletes, ezért ha egy repülőnek egy adott magassági szinten kell haladnia, az útja nem lesz folytonos, hanem folyamatosan emelkednie vagy süllyednie kellene ahhoz, hogy tudja tartani a magasságot. Ezért létrehoztak egy standard beállítást, röviden QNE vagy STD, amelynek értéke 1013 hPa, ebből kifolyólag a felszínen ennek értéke negatív előjelű lenne.



2.4 Különböző magasságprofilok

Fel- és leszállás közben a repülőgépek irányításánál problémát okozna a QNH és a QNE közötti különbség, ezért létrehoztak egy ún. Transition Layer-t (TL) (lásd ábra 2.5), amelyben nem közlekedhet tartósan semmilyen légi jármű, és legalább 1000 láb vastagságúnak kell lennie. A Transition Layer alsó határa az ún. Transition Altitude (TA), amely fixen 10000 láb magasan van (2016. március 31- óta), felső határa pedig a Transition Level (TLVL). A TLVL magassága a QNH arányában változik, a szükséges 1000 láb megtartása érdekében. Ha a QNH nagyobb, mint 1013 hPa, akkor a TLVL FL110-en van. Ha a QNH 1013 és 977 hPa között van, akkor a TLVL FL120-on lesz. 977 hPa-nál kisebb a QNH esetében a TLVL FL 130 lesz. Felszállás után a légi járművek a Transition Level –nél váltanak át QNH-ről QNE-re, leszálláskor pedig a Transition Altitude-nál váltanak át QNE-ről QNH-re.

A pontos és legrövidebb útvonal tartásához a levegőben szükség van valamilyen egységes rendszerre. Ehhez az egész világon navigációs pontok hálózatát használják, a pontok meghatározása a GPS rendszer segítségével történik így a WGS84 ellipszoidot használják és a Lambert-féle szögtartó kúpvetületet. Ezen pontoknak két főbb csoportja van: interszekciók és rádióadók. Az interszekciók (waypoints) olyan virtuális pontok, amelyeket koordinátákkal határoznak meg, légi útvonalak és azok kereszteződésénél találhatóak, azonosítójuk pedig 5 betűből áll, például TAPIO vagy PUSTA.(KÓSA,2008). A rádióadók (navaids) pedig VOR (körsugárzó rádió-irányadó) és NDB (irányítatlan sugárzású irányadó állomás) állomások, amelyek azonosítója 3 betű, például BUG vagy TPS. Az országhatáron számos navigációs pontot létesítettek, amelyeket vagy belépő pontként (entry point) vagy kilépő pontként (exit point) használnak. Egyes pontok mindkét szerepet betölthetik, ezeket a térképen EX betűvel jelölik, a belépő pontok E és a kilépő pontok X jelölésből eredendően.



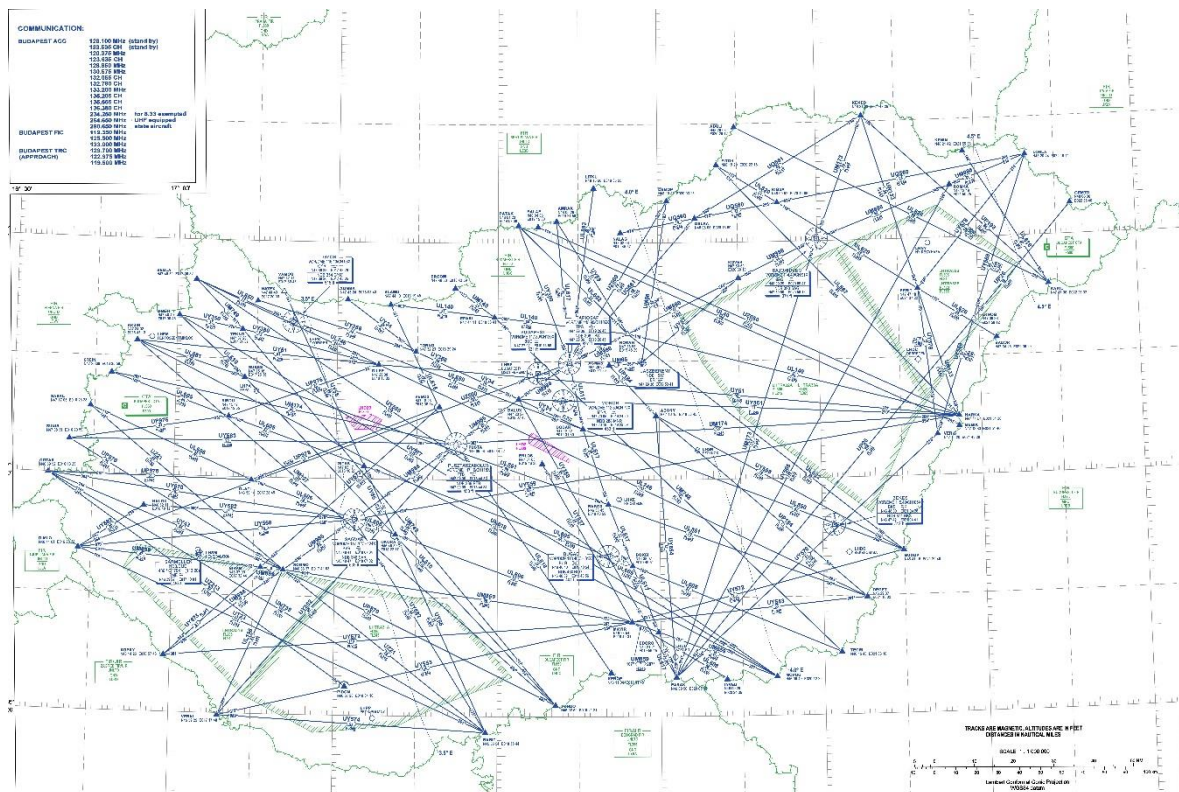
2.5 Különböző magassági profilok közötti váltási rétegek

3. Az útvonal térképek

Ebben a fejezetben szeretném bemutatni egy útvonal térkép jellemzőit, összehasonlítása a mai térképekkel. Fontos megjegyezni, hogy a HUFRA miatt eltörölték az útvonalakat így az útvonal térképek tulajdonképpen navigációs térképek lettek.

3.1 Az útvonal térképek jellemzői

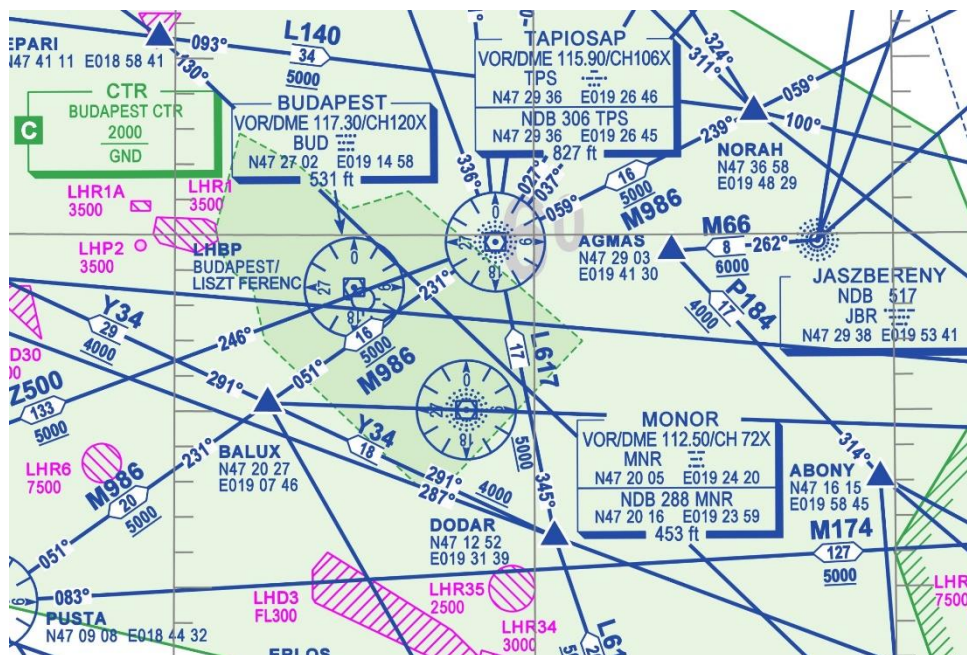
Az útvonal térképek, más néven en route térképek, elsősorban a pilótáknak készültek és a navigációt illetve különböző eljárások végrehajtását segítették elő. Ilyen térképet használtak a földi irányításnál valamint a repülési tervek összeállításánál is (Schlammer,2012)Az útvonalak eltörlése előtt 2 fajta teljes Magyarországra vonatkozó útvonal térkép létezett magasságtól függően. FL 245 alatt alsó légtéri, FL 245 felett pedig felső légtéri útvonalakat ábrázolt (lásd ábra 3.1). Mindkét térkép jelölte a tiltott, veszélyes és az ideiglenesen korlátozott légtereket. Ehhez a két típushoz tartozott még 2 darab kiegészítő térkép, amelyek csak a megkülönböztetett légtereket ábrázolták. Mindegyik térkép a Lambert-féle szögtartó kúpvetületben készült és a WGS84 ellipszoidot használta alapfelületként.



3.1 Magyarország felső légtérének útvonal térképe 2014 februárjában

A két főterkép méretaránya 1:1 000 000, míg a kiegészítő térképeké 1:500 000,. Ennek oka csupán annyi, hogy az 500 000-esek – mivel kisebb területet ábrázolnak - lényegesen több információt tartalmaztak, az adott eljárásokkal kapcsolatban. A térképek alapja egy olyan térkép-vázlat volt, amelyeken nem szerepelt semmilyen vízrajz vagy településhálózat, csakis az országhatárokat ábrázolta. A fokhálózat fokenkénti bontásban szerepelt, de a fél fokokat is berajzolták szaggatott vonallal, továbbá 2 szögperces közőket jelöltek. Fontos még megjegyezni, hogy a két főterképen szerepelt a mágneses deklináció izogon vonal formájában. Az 1°*1°-os téglalapokban található szürke számok, az adott területre vonatkozó minimális biztonságos magasságot jelölik, ez az ún. MORA (Minimum of Road) érték. Például a Pest feletti 6⁰ érték azt jelenti, hogy 6000 láb magasságban garantáltan nincs olyan felszíni objektum, amely veszélyezteti a repülést. Ez a szám minden olyan téglalapban benne volt, amelynek akár egy kis része is hazánk területére esett. A mértékléc két oldala tengeri mérföldben és kilométerben adta meg a távolságokat.

Jelmagyarázatot egyik térkép sem tartalmazott, csak később adtak ki hozzá jelkulcsot. Külön táblázatban voltak megadva az országos hatáskörű légiforgalmi irányító szolgálatok frekvenciái. Zöld téglalapban szerepeltek a szomszédos országok FIR-jére (Flight Information Region) vonatkozó adatok, vagyis az FIR neve és függőleges kiterjedésének a határai, természetesen az adott ország területe felett.



3.2 En-route térkép részlete, a lentebb bemutatott jelölésekkel

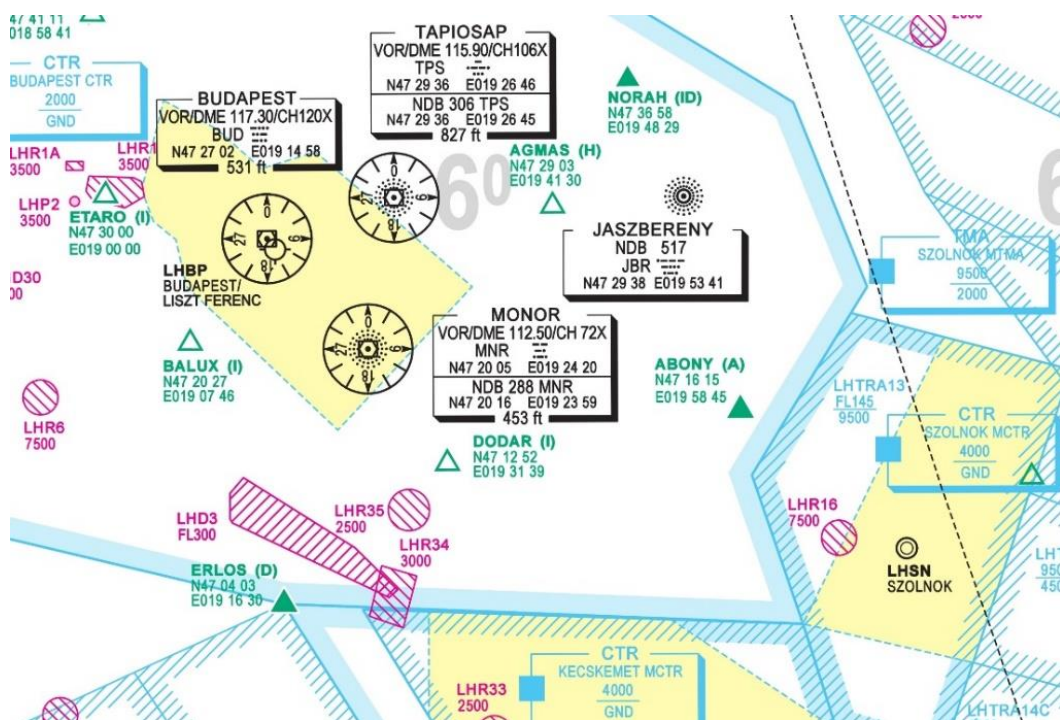
Az összes navigációs pont szerepelt a két főtéérképen, sötétkék színnel, mellette pedig az adott pont másodperces pontossággal megadott koordinátája. A rádió berendezéssel felszerelt pontokat a térképen a szélrózsához hasonló szimbólummal látták el, amely mellett szerepelt az oda tartozó rádiós berendezés adatai. Minden más pontot kék háromszögek jelöltek. A pontokat összekötő szakaszok tulajdonképpen az útvonalak. Ezeken a szakaszokon szerepelt az adott útvonal neve (például Z650), egy kis hatszögben a két pont közötti távolság, a hatszög alatt pedig a műszer nélküli biztonságos repülési magasság. Továbbá minden szakaszon volt 2 darab szám fokban megadva, ami értelemszerűen az adott útvonal irányszögét adta meg, a közelebbi pontra vonatkozóan.

Az irányítási körzetek határait zöld sraffozással jelölték, mellette ugyancsak zöld téglalapban volt megadva a körzet típusa, alatta a neve végül pedig a magassági határai. A repülőterekhez tartozó légterek határait szaggatott zöld vonallal ábrázolták, a területet pedig halvány zölddel kiemelték. Magukat a repülőtereket is ábrázolták kék kettős körrel, ha katonai és kör-keresztrel, pedig ha polgári objektumról volt szó. A veszélyes és a korlátozott körzeteket piros sraffozott határvonallal, a tiltottakat pedig szintén piros határvonallal, de halvány piros kitöltéssel.

3.2 Az en-route térkép összehasonlítása az FRA térképpel.

2014. február 5-e óta Magyarországon hivatalosan nincsenek repülési útvonalak. Az áthaladó forgalomnak csakis a ki és belépő pontokat kell előre megadnia, a két pont között bármilyen nyomvonalon mozoghat, természetesen a korlátozott, veszélyes vagy tiltott légterek kivételével. Ezzel a változtatással az en-route térképek elvesztették jelentőségüket, helyettük jelentek meg az FRA (Free Route Airspace) térképek (lásd ábra 3.3), amelyek számos hasonlóságot mutatnak az en-route térképekkel.

A legszembeütőbb változás a navigációs pontokat összekötő szakaszok teljes hiánya, emiatt az egész térkép letisztultabb és átláthatóbb. emiatt nincs szükség magasság szerinti szétválasztásra, a felszíntől FL660-ig minden információ megjeleníthető egyetlen térképen. A térkép alapvető felépítése nem változott, továbbra sem tartalmaz vízrajzi és közigazgatási elemeket, az országhatár ábrázolása is megváltozott némileg, mert itt már feketével jelölik. A határ mellett most már jelölik a magyar légtér határát is, ami az észak-nyugati rész kivételével végig követi az országhatárt. A navigációs pontok jelenleg jelentési pontokként is funkcionálnak, vagyis ha egy gép áthalad felette, azt jelentenie kell az aktuális irányító szolgálat felé. Természetesen létezik néhány olyan pont, amelyet csak az irányító kérésére kell jelenteni, Az előbbieket zöld háromszögek, utóbbiakat zöld keretes háromszögek jelölik.



3.3 Az FRA térkép részlete, a főbb jelölési különbségekkel

További változtatások csak a színezésben figyelhető meg, a FIR-ek zöld helyett fekete téglalapban vannak feltüntetve, a rádió berendezéssel rendelkező pontok is feketével vannak kiemelve a korábbi zöld helyett. Ugyancsak fekete színnel jelölik a mágneses deklináció izogon vonalát a korábbi kék helyett és a repülőterek kék köreit is fekete színűre cserélték. A légtér körzeteinek határai a korábbi zöld sraffozott szín helyett kék sraffozott vonallal jelölik, kivéve a TIZ-ek határai, amelyek szaggatott kék vonallal különítenek el, illetve a budapesti és a pápai TMA körzet határai satírozott kék vonallal vannak jelölve. A főbb repülőterekhez tartozó CTR körzetek a korábbi zöld szín helyett halványsárga kitöltéssel és kék szaggatott határvonallal vannak ábrázolva. A tiltott, a korlátozott és a veszélyes körzetek továbbra is piros határvonallal rendelkeznek.

Teljes jelmagyarázat továbbra sincsen a térképen, csupán a navigációs pontok típusaihoz tartozó rövidítések, azaz E, mint entry point, X, mint exit point, A, mint arrival point, D, mint departure point, I, mint intermediate point és a T, mint terminal holding point. Az A, D és az I pontok a le és felszállási procedúrákhoz tartoznak, amelyekre a következő fejezetben fogok részletesebben kitérni.

A MORA értékek, a frekvencia táblázat, a mértékléc és a fokhálózat megjelenítése az FRA térképeken teljesen megegyezik az en-route térképeknél bemutatott ábrázolási módszerrel.

4. Az indulási és érkezési eljárások³

A forgalmasabb repülőtereken szükség van olyan útvonalak igénybevételére, amelyek elősegítik a repülőgépek gyors és rendszerezett fel-és leszállását. Emiatt hozták létre a felszállási eljárásokat (SID) és a leszállási, másnéven megközelítési eljárásokat (STAR).

A továbbiakban e két eljárást fogom részletesen bemutatni.

4.1 Az indulási eljárások (SID)

A SID, a Standard Műszeres Elhagyás rövidítése (Standard Instrument Departure), olyan útvonalak, amelyek a felszállástól a TMA kilépő pontjáig vagy más légi útvonalba csatlakozó pontig tart. Ahogy a bevezetőben említettem, erre azért van szükség, hogy rendezetté tegyék a forgalmat, elkülönítsék az érkező és induló gépeket, valamint megkönnyítsék a légiforgalmi irányítók feladatát, hogy ne kelljen minden egyes géppel külön foglalkozni a felszállás után. Ebből kifolyólag csakis a forgalmasabb repülőtereken léteznek ilyen eljárások. Ezzel szemben a kisebbeken a felszálló járművek csak vektorokat kapnak, vagyis konkrét heading-et. A heading mágneses géptengelyirányt jelent, azaz a gép hossz tengelye hány fokos szögben tér el a mágneses északtól. Ha egy jármű képtelen követni az SID-t, akár műszerezettség hiánya vagy a repülőtér nem ismerése miatt, akkor ebben az esetben is vektorokat kap.

A térképeken az SID-kat a TMA kilépő navigációs pont nevével, egy számmal (ez a szám jellemzően a felszállási irányának első számjegye) és egy betűvel jelölik, például TORNO1D. A térképen az útvonalon kívül szöveges leírás is megtalálható az adott eljárásról. Jelöli, hogy melyik Waypoint-nál milyen magasságban kell lennie a repülőnek.

A Waypoint-ok csupán virtuális pontok, amelyeknek csakis a navigációban van szerepük. Két csoportba sorolják a Waypointokat, attól függően, hogy felettük elhaladva mikor kell elkezdni a ráfordulást a következő szakaszra. Ezek alapján létezik Fly By Waypoint és Fly Over Waypoint. Az előbbinél a pont elérése előtt is el lehet kezdeni a manővert, az útvonalra előírt útvonaltartási pontosság (RNP-Required Navigation Performance) figyelembevételével, míg az utóbbinál csak a pont elhagyása után lehet megkezdeni a fordulást.

Jelenleg Magyarországon SID-t a Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtéren, a debreceni, a péri és a sármelléki repülőtéren használnak. Budapesten van a legtöbb SID, összesen 21 darab jut 8 TMA kilépő pontra. Ezek a pontok a következők:

- BADOV: Északnyugatra induló gépek használják;

³ Farkas Vulkán szóbeli közlése alapján

- LITKU: Északra és északkeletre tartó járatok;
- NALAG: Helyettesítő pont, ha a NORAH környéki katonai légterek aktívak;
- NORAH: Keleti irányú utak;
- ERLOS: Dél és délkeleti úticéllal rendelkező repülőgépek veszik igénybe;
- PUSTA: Délnyugat felé mozgó légi járműveknek van szüksége rá;
- GILEP: Nyugatra induló gépek TMA kilépőpontja;
- TORNO: Csak Pozsonyba és Bécsbe induló nemzetközi járatok használják

Jelenleg Budapesten 2 fajta SID térkép van érvényben, az SID-13 és az SID-31. Az előbbit a délkeleti irányban, a másikat az északnyugati irányban felszálló gépek használják. Az SID-31-es térképen 13, az SID-13-ason pedig 8 darab indulási procedúrát tüntettek fel.

A debreceni SID útvonalakból összesen 6 darab van, 3 TMA kilépő pontra, amelyek a következők: NARKA; VERIG; PERIT. Mindegyik pontra egy-egy útvonal jut, a két felszállási iránytól (50° és 230°) függően.

Péren Debrecenhez hasonló az SID rendszer, 3 TMA pont (OGMUN; TEKNO; VAMOG) és 6 útvonal, 300° és 120° indulási iránnyal.

Sármelléken csupán 4 darab procedúra van használatban, 2-2 kilépő pontonként (SUNOR; NALOX) és irányonként (160° és 340°).

4.2 Az SID térkép bemutatása

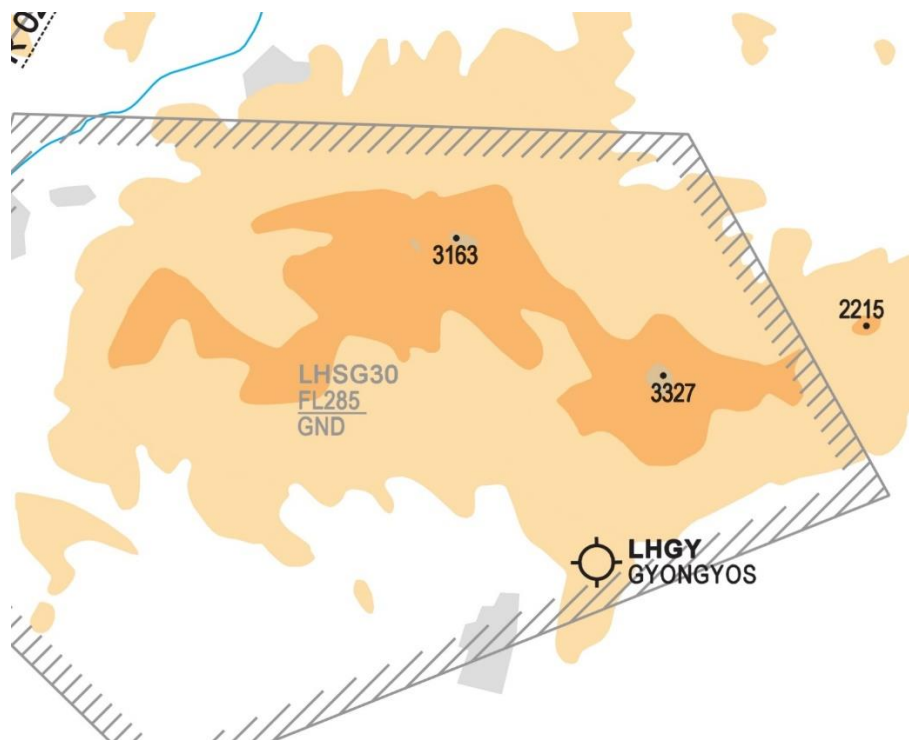
Egy SID térkép felépítésében sok hasonlóságot mutat egy en-route térképpel. A vetületi rendszer és a dátum ugyanaz (Lambert-féle szögtartó kúpvetület WGS84 ellipszoid). A navigációs pontok jelölése, tehát a háromszög a koordinátákkal, a rádiós állomásoknál pedig szélrózsa és a téglalap az adatokkal itt is megtalálható, azzal a különbséggel, hogy itt fekete színűek. A mértékléc szintén két mértékegységben, kilométerben és tengerészeti mérföldben ábrázolja az arányokat. Szintén sraffozásos határvonallal jelölik a körzetek határait, de ezen a térképen szürke színnel. A budapesti TMA területét itt is eltérő határvonallal ábrázolják: folytonos vonal, de itt satírozás nélkül. Az egyes körzetek és az országok FIR adatait megjelenítő téglalapok itt is hasonló módon vannak megjelenítve, de szintén szürke színnel. Az ország egész területén számos kisebb repülőtér található, amelyek az SID térképeken ugyanúgy vannak jelölve, mint az FRA térképek esetében, tehát egy kör, amely mögött egy kereszt van.

Hiába hasonló az en-route és az SID térkép szerkezete, számos különbséget lehet felfedezni rajtuk. Talán a legfeltűnőbb eltérés az, hogy az SID térképeken találunk vízrajzot,

belterület és domborzatszerű ábrázolást. A belterületeket erősen generalizálva, út- és utcahálózat nélkül jelenítik meg halványszürke kitéréssel. A domborzatot felületszínezéssel érzékelteti a térkép (lásd ábra 4.1). Ez a színezés erősen elnagyolt, ugyanis ezt a fajta megjelenítést csak a magassági viszonyok érzékeltetése miatt használják. A magasságokat 1000 lábanként több kategóriába osztják, amelyek színezése a következő:

- 0-1000 láb: fehér szín
- 1000-2000 láb: világosbarna
- 2000-3000 láb: narancssárga
- 3000 láb felett: sötétbarna

A magassági pontok értékét is a légiközlekedésben bevett láb mértékegységben adják meg a megszokott méter helyett.



4.1 SID és STAR térképek magassági színezése

A megközelítési eljárások útvonalai teljes mértékben megegyeznek az en-route térképen tapasztalt útvonalak jellemzőivel, azzal a különbséggel, hogy itt az útvonalak szakaszai nem két navigációs pontot, hanem kettő darab waypointot köt össze. Egyéb jellemzői változatlanok, a szakaszon elhelyezve az adott SID neve vagy nevei attól függően, hogy hány indulási procedúra használja közösen az adott útvonalat. A szakaszokon ugyancsak megtalálható az útvonalak iránya és a waypointok közti távolságok, tengeri mérföldben megadva. A TMA kilépő pontoknál fel van tüntetve az adott ponthoz tartozó SID procedúrák teljes

nyomvonalának hosszai, például az SID-31 térképen TORNO pontjánál rögtön 3 darab trackmiles szám szerepel, mögötte zárójelben, hogy melyik procedúrára vonatkozóan.

4.3 Az érkezési eljárások (STAR)

Az indulási eljárások, angolul Standard Terminal Arrival az SID-hez hasonlóan előre meghatározott útvonalak összessége, amelyeket az érkező gépeknek végig kell repülniük, a forgalom rendszerezése és egységessége végett. Természetesen a forgalom függvényében engedélyezhetik a pilótáknak az útvonalak rövidítését. Egy STAR útvonala TMA belépő-pontjától egészen egy úgynevezett initial approach fix-ig (IAF) tart. Az indulási és érkezési procedúrák térképei teljes mértékben megegyeznek, minden ugyanúgy van jelölve és megjelenítve, tehát a domborzati viszonyok színezése, a nagyobb belterületek elnagyolt ábrázolása, az útvonalak jelölése, a vízrajz, a waypointok, a körzetek határai. Talán az egyetlen különbség az, hogy a pontokat itt nem TMA kilépő, hanem TMA belépő pontoknak nevezük, és nem feltétlenül egyeznek meg a kilépő pontokkal. Újdonságnak hat, hogy a waypointokhoz ezen a térképeken, már magasság és sebesség jelölést (IAS: indicated air speed) is alkalmaznak, bár ezt nem a térképen teszik meg, hanem a térképek melletti STAR útvonalakat összefoglaló táblázatban (lásd ábra 4.2).

NAME	PROCEDURE	DESCENT	R/T FAILURE
PERIT 5A (22,2 NM)	After passing PERIT fly on track 160° (direction NARKA) and descend to FL 110. At D 12,2 DCN DME descend to 5500. Proceed on track 160° and intercept bearing 211° inbound DC NDB. Descend to 5000 after established inbound DC NDB.	When passing a fix, facility or waypoint, descent have to be initiated without delay to the lowest authorized level (depicted on the chart or by ATC) of the following segment.	If an arriving controlled aircraft experiencing R/T failure, it shall follow the STAR to 5000, fly a standard entry into the DC holding and 1 more holding pattern, after which a basic instrument approach procedure shall be initiated according to the known wind direction.
NARKA 5A (25,0 NM)	From NARKA proceed direction DC NDB on track 312°. Cross D 11,4 DCN DME between 9000 and 5000 and turn left to join the D 10,0 DCN DME arc. Proceed on the DME arc and at QDM 001 DC NDB turn right to intercept bearing 014° inbound DC NDB.		
VERIG 5A (23,0 NM)	From VERIG proceed direction DC NDB on track 335°. Cross D 11,4 DCN DME between 9000 and 5000 and turn left to join the D 10,0 DCN DME arc. Proceed on the DME arc and at QDM 001 DC NDB turn right to intercept bearing 014° inbound DC NDB.		

WAYPOINT COORDINATES AD 2-LHDC-RNAV _(GNSS, DME/DME) STAR underlay			
WAYPOINT	LATITUDE	LONGITUDE	WAYPOINT TYPE
DC001	N47 27 24.2	E021 33 46.9	FLY-BY
DC015	N47 35 51.1	E021 42 25.6	FLY-BY
DC016	N47 20 25.3	E021 43 45.6	FLY-BY
DC017	N47 19 09.5	E021 38 29.2	FLY-BY
DC018	N47 19 58.2	E021 30 08.1	FLY-BY

4.2 STAR eljárás útvonalának leírása és a waypointok koordinátái

A STAR eljárások végrehajtáshoz is megfelelő műszerezettségre van szükség, mind a repülőgépen, mind pedig a repülőtéren. Ha a repülő nincs ellátva a megfelelő felszereléssel, akkor vagy vektorokat kap, de ez bonyolult és a forgalom áramlás szempontjából igen lassú lenne, ezért a STAR mellett létrehoztak egy úgynevezett tranzíciós eljárási gyűjteményt, amik lényegében megegyeznek a STAR eljárásokkal. Magyarországon csak a debreceni repülőtéren van kiépítve STAR rendszer.

Budapesten a STAR helyett tranzíciós eljárásokat használnak, ezeket 4 darab arrival térképen ábrázolják, mindkét futópályára mindkét irányból. A tranzíciós térképek teljesen megegyeznek az SID és a STAR térképeken tapasztalt ábrázolási módszerekkel. A Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtérre jelenleg 5 TMA belépő ponton keresztül lehet eljutni. Ezek a pontok, amelyek kezdeti megközelítési pontoknak is minősülnek (IAF-Initial Approach Fix) a következők:

- RUTOL: Szlovákia területén található virtuális pont, Budapesttől északnyugatra
- ANEXA: Szintén Szlovákiában található pont, Budapesttől szintén északnyugatra, RUTOL-tól délre
- VEBOS: Budapesttől nyugatra, a Velencei-tótól északra fekvő pont
- ABONY: Abonytól északra, a repülőterétől pedig kelet-délkeletre lévő pont
- JBR: Jászberényben található, egyetlen rádiós berendezéssel rendelkező TMA belépőpont, Budapesttől keletre.

Ahogy korábban említettem, Magyarországon csak Debrecenben építették ki a STAR eljárásban használatos rendszert, ezért csak egy darab STAR térképet készítettek a debreceni repülőteréről is. Érdekesség, hogy csak a 05-ös irányba lehet STAR megközelítést végezni, egészen pontosan a DC001 pontig, a három TMA belépőponttól (NARKA; VERIG; PERIT). A DC001 pont nem a repülőtéren található, hanem attól délnyugati irányban, ezért az összes érkező repülő, amely a STAR-ok valamelyikét követi, a futópálya végső egyenesére jut.

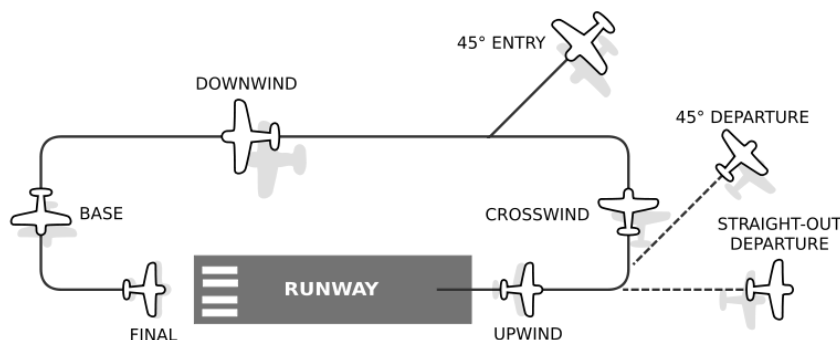
5. A megközelítési útvonalak⁴

Megközelítésnek (Approach) nevezzük azon eljárások összességét, amelyek egy bizonyos ponttól, jellemzően az IAF ponttól, egészen az aktív pálya (ahova a gép leszáll) földterési zónájáig (touchdown zone), vagy legalábbis a végső egyenesen elhelyezett FAF-ig (Final Approach Fix) tart. A megközelítésnek 2 fő típusa létezik, vizuális és műszeres. Ha a pilótának rálátása van a futópályára és aszerint korrigálja a gép pályáját, vizuális megközelítésről beszélünk, ha csak a fedélzeti műszerek segítségével követ meghatározott eljárásokat, akkor műszeres megközelítésről beszélünk. A műszeres megközelítés lehet precíziós, amikor rendelkezésre áll magassági információ, illetve nem precíziós, ha nem áll rendelkezésre magassági információ. A továbbiakban ezekre a megközelítési módszerekre szeretnék részletesebben kitérni.

5.1 Vizuális megközelítés útvonalai

Ha a pilótának van vizuális rálátása a pályára, akkor belekezdhet olyan manőver sorozatba, ami a leszállásra használt futópálya végéhez vezet a repülőgépet. Ez a manőver sorozat természetesen nem véletlenszerűen végrehajtott mozgásokat tartalmaz, hanem az úgynevezett VFR (Visual Flight Rules) forgalmi kör (traffic pattern) szerint jár el. Ez egységesen 5 szakaszból áll (úgynevezett leg-ekből):

- Departure leg: Felszállás után a pályairányon (leszállásnál nincs jelentősége)
- Crosswind leg: Rövidfal, merőleges a pályára
- Downwind leg: Hosszúfal, párhuzamos a pályával
- Base leg: Alapfal, merőleges a pályára
- Final leg: Végső egyenes



5.1 VFR forgalmi kör vázlat

⁴ Farkas Vulkán szóbeli közlése alapján

Balos vagy jobbos forgalmi kör alapján a legtöbb repülőtérre le lehet szállni. A szakaszok hossza nincsen meghatározva csupán annyi a kitétel, hogy a repülő egyik szakasz közép-vonalától sem lehet 3 mérföldnél messzebb.

Hazánkban, Nyíregyháza kivételével, minden repülőtérre készült vizuális megközelítés térkép, úgynevezett VAC (Visual Approach Chart). Ez a térkép típus nagyon eltér a többi útvonal térképtől, mert itt létfontosságú az ábrázolt terület vizuális azonosíthatósága. Jellemzően 1:75 000 a méretarányban ábrázolják a repülőtér környezetét, kivéve a budapesti VAC, ami 1:125 000 méretarányban készült. Minden vízrajzi objektum pontosan szerepel, megfelelően vannak ábrázolva a települések, az út- és vasúthálózat a lehető legrészletesebb és a fedettség is kategóriánként van megjelenítve: erdő, mező, művelés alatt álló területek, mocsaras vidék, szőlő. Nincsenek navigációs pontok ezeken a térképeken, csak a körzetek típusa és a kiterjedésük határai. Minden légitűzlekedéshez kapcsolatos információ, tehát az útvonalak, a frekvenciák, az irányok és a magasságok sötétkékekkel vannak ábrázolva. A fokháló 1 szögmásodpercekre van felosztva, a mértékléc szintén kettős léptéket jelöl (tengeri mérföld és kilométer). Minden futópályát ábrázolnak, még azt is, amelyeknek nincs beton borítása. Ebben az esetben GRASS kiírással jelölik, hogy fűre lehet leszállni. A települések névrajza halványszürkével van megjelenítve, vízrajzi nevek közül csak néhány állóvíz van jelölve, ugyanúgy világoskék színnel, akár csak maga az objektum. Érdekességként említeném meg a kéményeket, mint veszélyes magassági pontokat, amelyek csak a budapesti VAC térképen szerepelnek, Chimneys felirattal. Egyéb esetben a veszélyesen magas pontokat kék háromszöggel jelölik, a csúcsába beleírva a pont tengerszint feletti magassága, szokás szerint lábban megadva.

5.2 VOR és NDB megközelítés útvonalai

A VOR (Very High Frequency Omnidirectional Range) és az NDB (non-directional beacon) olyan adók, amelyek jeléből a pilóták következtethetnek a repülőgép helyzetére a földfelszín közelében. Az IAF-nél, meghatározott magasságon kezdődő megközelítés olyan manőverek összessége, amelyek a rádiójelek segítségével rávezetik a repülőt a végső egyenesre (Final). Önmagukban nem elég ezen adók által sugárzott jelek alapján repülni, szükség van az úgynevezett DME-re (distance measuring equipment), aminek a segítségével még a távolságokat is meg lehet határozni.

A VOR adók 108 MHz és 117.95 MHz között sugároznak, tehát rövidtávúak és folyamatosan küldik a helyzetükre vonatkozó információkat, de egyszerre csak egy irányba, ezért állandóan forognak (lásd ábra 5.2). Az adóból kapott jelek alapján számítanak radiálokat,

vagyis irányszöveget, hogy merre található a repülőgéptől az adó. Fontos megjegyezni, hogy az így kapott radiálok függetlenek attól, hogy a gép milyen irányban halad. A térképeken a VOR adókat sugaras körökkel vagy ritkább esetekben hatszögekkel ábrázolják. Jellemzően a legtöbb VOR adó mellé telepítenek távolságmérő berendezést (Distance Measuring Equipment) is, amit a térképen is jelölnek *DME* rövidítéssel



5.2 VOR állomás

Az NDB-k (non-directional beacons) olyan középhullámú rádióadók, amelyek 190 KHz és 1710 KHz között sugároznak a tér minden irányába (lásd ábra 5.3). Emiatt jóval pontatlanabbak, mint a VOR adók. A térképeken koncentrikus, pontozott körökkel jelölik, ezzel is hangsúlyozva, hogy minden irányba küld jelet. A repülőgép fedélzetén szükség van olyan berendezésre, amely veszi az NDB-ből érkező jelet és visszafejtve mutatja, hogy milyen irányban van a repülőtől. Ezt a berendezést hívják ADF-nek (automatic direction finder), aminek a helyes beállítása határozza meg az úgynevezett bearing-et, vagyis a heading-től való eltérést.

Az NDB és a VOR térképek leginkább az SID/STAR térképekhez hasonlítanak. Jellemzően 1:250 000 és 1:300 000 közötti méretarányban készítették őket, ugyancsak Lambert féle szögtartó kúpvetületben, WGS84-es ellipszoidon. A térképen nincsenek település nevek csak a waypoint-ok, a navigációs pontok és a futópálya. Szintén erősen generalizálva meg van jelenítve a vízrajz, a domborzati viszonyok és a beépített területek. Minden térképhez tartozik egy függőleges oldalmetszet, ami a repülőgépek számára követendő magasságprofilt ábrázolja. Ha hiba csúszik a leszállási procedúrába, szükség van egy előírt útvonalra, amely

használatával újra meg lehet próbálni a leszállást. Ez az úgynevezett átstartolás vagy missed approach procedure és csak az NDB, VOR és az ILS térképeken jelölik szaggatott vonallal és az irányszögével. Minden NDB és VOR térkép 2 oldalas, az elsőn található a térkép, a magasságprofil és az irányító szolgálatok frekvenciái. A másik oldalon csupán szöveges információ található az adott eljárásról, mint például a sebesség, a szintkülönbség vagy az eljárás teljes hossza.



5.3 NDB antenna

5.3 Az ILS megközelítés útvonalai

Az ILS (Instrument Landing System) műszeres leszállító rendszer, a legfejlettebb és a legpontosabb rádió navigációs rendszer, amely lehetővé teszi akár a robotpilótával végrehajtott leszállást is. Három fajta műszer szükséges az ILS rendszer működéséhez, egy a repülőgépen található, a másik kettő pedig földi telepítésű. Ez a kettő a lokalizációs radar, amely a futópálya végén található és a siklopálya adó (úgynevezett glide slope station), ami a pálya oldala mellett van. A két műszer segítségével határozzák meg az iránytávot és a siklopályát. Az előbbi adja meg az irányt a végső egyenesen (Final-en), a második pedig a repülőgép magasságáról szolgáltat információt.

Az ILS útvonalak térképei követik a hasonló eljárások térképeinek a megjelenítését, tehát az NDB, és a VOR térképekre hasonlít. Csupán apróbb különbség figyelhető meg az

ILS térképeken, ez pedig az a satírozott sáv, ami azt a területet jelöli, ahol vehetőek a lokalizátor és a siklópálya adó jelei.



5.4 Lokalizátor az arkansasi repülőtéren

Magyarországon csak a nagyobb reptereken van lehetőség ILS megközelítés végrehajtására. Budapesten mind a négy megközelítési irányról, Debrecenben, Sármelléken és Pécsen csak az egyik irányról (50°, 160° illetve 340°) készült ILS térkép.



5.5 Siklópálya adó a hannoveri repülőtéren

5.4 Az R-NAV útvonalak

Az R-NAV vagy területi navigáció (Area Navigation) olyan eljárás, amely koordinátákkal rendelkező pontok között történik, tehát GPS segítségével végrehajtott navigáció. Természetesen csak a földi adók lefedettségi területén belül. Maga a rövidítés a random navigation kifejezésből ered. Az alaptérképen ábrázolt objektumok megjelenítési módja megegyezik a korábban taglalt megközelítési térképeken látottakkal. Az egyetlen különbség az útvonalpontok helyzetében és elnevezésükben fedezhető fel, ugyanis az R-NAV útvonalon való haladáshoz teljesen más pontokat kell követni, mint a többi érkezési eljárásnál. A pontok pontos koordinátái a térkép hátoldalán találhatóak, az adott útvonal leírása után.

6. A térkép elkészítésének folyamata

A térképem elkészítése több folyamatban történt, először összegyűjtöttem a rendelkezésre álló térképeket, majd georeferáltam típusok szerint. Ezután a felesleges részeket levágtam és GeoTiff-et készítettem belőlük, amikből utána webes formátumot hoztam létre, amelyek a végleges online térképek különböző rétegeit adják. Az elkészült fájlokat végül egy webtérképen jelenítettem meg. Az elkészült webtérkép megtekinthető a <http://mercator.elte.hu/~bc9zn4/legter/> oldalon.

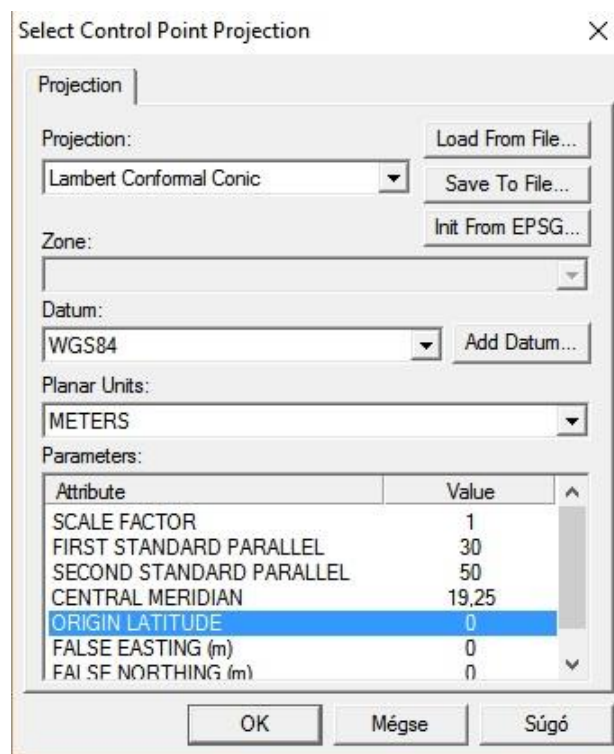
6.1 Gyűjtőmunka és georeferálás

Legelső feladatomban tekintettem, hogy összegyűjtsem a manapság használatos útvonal térképeket. Ehhez a HungaroControl könyvtárába kellett bejutnom, ami sikerült is, de sajnos azzal kellett szembesülnöm, hogy ott nem adnak ki térképeket ilyen célra, habár segítettek annyiban, hogy a régebbi térképek nyilvánosak, ezáltal elérhetőek az interneten. Hosszas kutatás után találtam rá az IVAO-ra (International Virtual Aviation Organisation). Ez egy olyan szervezet, amelynek a segítségével professzionális és hobbi pilóták virtuális, ám a valóságnak teljes mértékben megfelelő környezetben szimulálhatják a légitrafordulást, mind az irányítást, mind pedig a repülést. Eme szervezet magyar csoportjának a honlapján találtam rá a 2015-ös évben kiadott térképgyűjteményre, amely tartalmazta az összes nagyobb magyar repülőtér útvonal térképeit és magukról a repülőterekről készült térképeket is. Ez kilenc repülőteret foglal magába: a budapestit, a békéscsabait, a nyíregyházait, a pécsit, a debrecenit, a sármelléket, a pért, a fertőszentmikósit és a szegedit.

Nyíregyházáról csak egyetlen térképet találtam, ami csak a repteret és a futópályát ábrázolja, így nem használhattam fel a térképemhez. Hasonlóan a nyíregyházi repülőtérhez, a szegedi reptérhez csak egyetlen térképet találtam, a vizuális megközelítés térképét. Az összes többi repülőtérrel sikerült megszerezni az útvonal térképeket, a legtöbbet természetesen a Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtérre vonatkozóan, összesen 17 darabot. Igyekeztem a georeferálás előtt csoportosítani a térképeket aszerint, hogy milyen eljárás útvonalát jelenítik meg. Az indulási útvonalak összesen csak 7 térképen szerepelnek, míg az érkezési térképekből rengeteg van. Ennek oka, hogy a legnagyobb reptereken akár 4 fajta megközelítési útvonal létezhet.

A georeferálást a GlobalMapper 15 GIS szoftverrel végeztem el. Mivel minden térképet PDF formátumban sikerült megszerezni, ezért a megnyitáskor nem ütköztem semmi-

lyen problémába. Meglepődve tapasztaltam viszont, hogy minden térkép minimum négy rétegből állt. Külön réteg tartalmazta a légtér körzeteinek a határát, a topográfiát (települések, vízrajz, magassági pontok), a térkép keretét és magát az útvonalat is. Megnyitás után a georeferálás kezdete előtt beállítottam a rektifikációs módszert automatikusra, a mintavételezést pedig bilineáris interpolációra. Akár választhattam volna a polinomiális rektifikációs eljárást is, hiszen ezt jellemzően 4 vagy több GCP esetén alkalmazzák. Minden esetben 4 GCP pontot jelöltem meg, jellemzően a sarkok közelében, ahol a hosszúsági és a szélességi fokok jelölve voltak. Ahogy korábban említettem, egyik térképen sincsen hagyományos értelemben vett fokhálózat, hanem helyette az adott térkép szélén vannak csak jelölve a fokok, illetve a szögpercek, hiszen a jelölési egység az egy szögperc. A koordináták megadása nem jelentett problémát, mert a program felismerte, ha fokban és szögpercben adom meg a pont helyzetét, így tulajdonképpen csak le kellett olvasnom a térképről a megfelelő számokat.

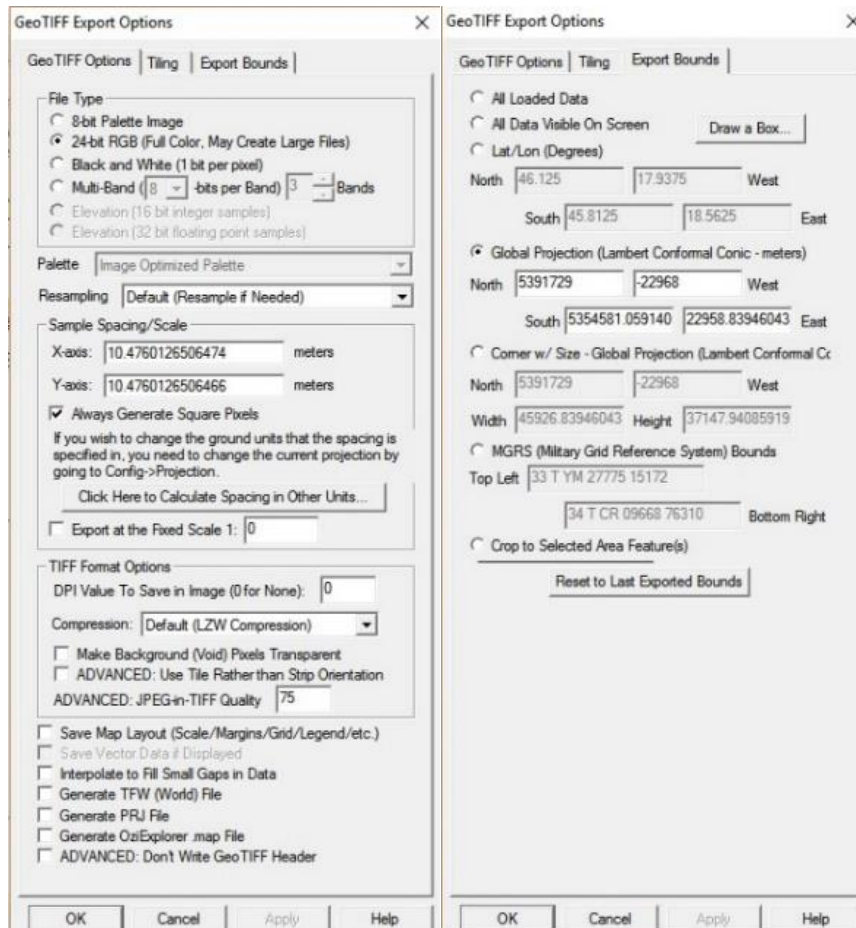


6.1 A vetületi rendszer paramétereit a ferihegyi repülőtérről vonatkozóan

A GCP pontok felvétele után be kellett állítanom a vetületi rendszert (lásd ábra 6.1), ami a korábban már többször említett Lambert féle szögtartó kúpvetület volt minden térkép esetében, ahogy a dátum is a WGS84-es ellipszoid volt. Problémát jelentett viszont a fő párhuzamos körök paramétereit, hiszen ez egyik térképen sem voltak ezek feltüntetve. Tudomásom szerint ezeket a térképeket nem hivatásos térképészek készítették, ezért úgy gondoltam, hogy

az alapbeállításokat alkalmazták, vagyis az első főparallel körre 30°-os, a másodikra pedig 50°-os értéket adtak. Természetesen nem akartam csak erre hagyatkozni, ezért megpróbáltam más értékeket adni a parallel köröknek, de egyik esetben sem kaptam hibahatáron belüli eltérést. Másik problémát az okozta, hogy a kezdő meridián ugyancsak nem volt megadva és az automatikus beállítás a greenwich-i meridiánt határozza meg kezdő meridiánnak, ami ebben az esetben a legkevésbé sem lehet valós. Első próbálkozásnak a Magyarországon általában használt gellért-hegyi középmeridiánt határoztam meg kezdőmeridiánnak. Ezt egy budapesti térképnél alkalmaztam először, ahol feltűnően pontos eredményt kaptam. Itt jegyezném meg, hogy a georeferálások helyességét a Global Mapperben megjeleníthető fokhálózat segítségével végeztem el. Egész pontosan 5 szögperces egységekben, de ahol a méretarány megkívánta akár 1 szögpercenként is. Tehát a budapesti útvonal térkép georeferálásának hibáit a GCP jelölés pontatlan elhelyezésének tulajdonítottam és hibásan ezt a meridiánt használtam a továbbiakban minden budapesti vonatkozású térképen. Akkor derült ki a hiba kritikus mivolta, amikor a győri reptér útvonal térképeit akartam georeferálni, hiszen ez már kellőképpen messze van a gellért-hegyi meridiántól, hogy az eltérés ne minimális legyen. Ekkor gondoltam arra, hogy minden útvonaltérképnek saját kezdőmeridiánja van, még pedig az adott repülőtéren található rádióadó pontos földrajzi koordinátái, amit a legtöbb útvonal térképen fel is tüntetnek. Több reptérre vonatkozóan kipróbáltam ezt a feltevélezt, tehát a repülőtér meridiánját jelölve kezdőmeridiánnak, így minden esetben pontosan illeszkedett a fokhálózat és a térkép szélein található fokjelölések. A fő parallel körök és a középmeridián ismeretében a többi georeferálás végrehajtása, már nem okozott gondot, kivéve a pécsi reptér térképét, ahol ugyanis rosszul vannak megjelenítve a szélességi fokok, mert a 45°-ot hibásan 46°-nak jelöli mindkét oldalon.

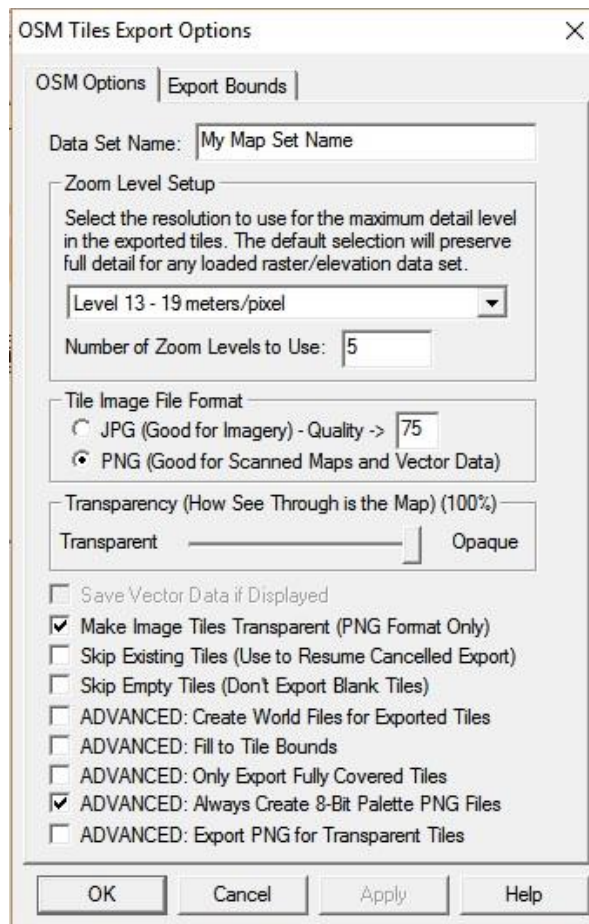
A georeferált térképeket raszteres formátumban, pontosabban GeoTIFFben kiexportáltam, azért, hogy minden pontomnak legyen koordinátája és a későbbiekben létre tudjak hozni egy webes térképállományt (lásd ábra 6.2). Ehhez csak magára a térképe volt szükségem, így csak egy előre megadott határon belüli részeket exportáltam ki. A határ pontos meghatározásához a térkép bal felső és jobb alsó sarkának a vetületi koordinátáját használtam, ami méterben van megadva, így nem kellett fokokkal dolgoznom.



6.2 GeoTIFF készítésénél használt paraméterek

6.2 Webformátum elkészítése

Az elkészült GeoTIFF állományokat ezután újra kiexportáltam, de ebben az esetben OSM (Open Street Map) térképmozaik formátumban. Az exportálás folyamán ki kellett választanom, az úgynevezett zoom level beállítását, vagyis azt a felbontást, amelyen még maximális részletességgel megjeleníthetők az exportált mozaikok, ugyanis az OSM készítésénél minden zoomolási szinten több PNG mozaik darabot készít a program és ezeket jeleníti meg (lásd ábra 6.3). Ezt Level 13-nak határoztam meg minden esetben, ami azt jelenti, hogy egy pixel 19 méter oldalhosszúságú, négyzet alapú területet, vagyis 361 négyzetmétert fed le. Ugyancsak be kellett állítani, hogy hány nagyítási szinten ábrázolja a térképeket. Jelen esetben én 5 szintet alkalmaztam. Ahhoz, hogy a térképi megjelenítést átláthatóbbá tegyem, vagyis a rétegek átláthatóbbságának érdekében, az exportálások során igyekeztem irány és megközelítési forma szerint külön választani az elkészített OSM fájlokat.



6.3 OSM mozaik készítésénél használt beállítások

Az elkészített mozaikok webes megjelenítéséhez létrehoztam egy programot JavaScriptben, amely lehetővé tette, hogy minden repülőtérré vonatkozó eljárások útvonalait egyesével meg lehessen tekinteni. A megjelenítő az OpenLayers 3 függvénykönyvtárat használja (OpenLayers,2016), a Matt Walker által készített rétegválasztó kiegészítővel (Walter Matt, 2016). A háttértérképnek kezdetben az OpenStreetMap térképét használtam és erre illesztettem rá az elkészült állományokat. Később készítettem egy második háttértérképet, ami a HUFRA jelenleg használatos formáját ábrázolja. A földrajzi helyzet viszonyításhoz megtartottam az OpenStreetMap térképét is, mert, ahogy korábban említettem semmiféle ilyen adat nem szerepel a free route airspace térképein. Mivel egy repteret több térkép is lefed, ezért létre kellett hozni egy olyan rendszert, aminek a segítségével minden térkép külön megjeleníthető és megfigyelhető. Ez egy egyszerű rétegválasztó rendszert jelent, amivel a lehető legkönnyebben lehet váltani a megjelenítendő térképek között. Sajnos nagy hibája, hogy teljes mértékben a felhasználó figyelmére hagyatkozik. Természetesen ettől függetlenül a különböző repülőterekre vonatkozó térképek megjeleníthetőek egyszerre minden további nélkül, ugyanis a program megírásánál minden repülőteret külön csoportba osztottam

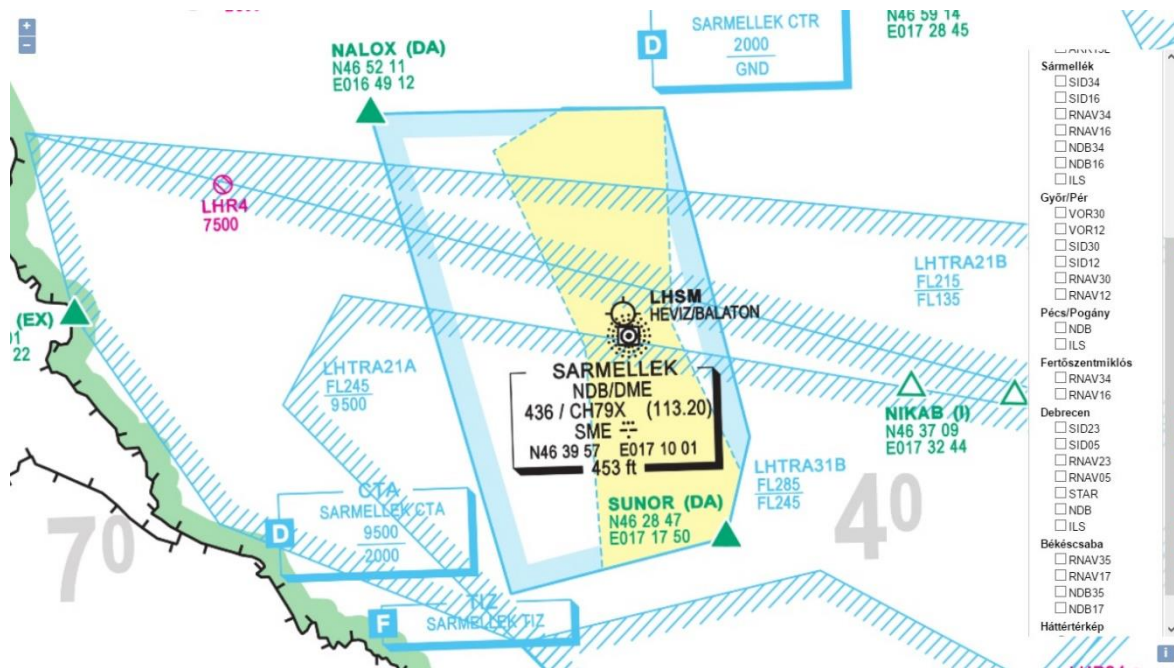
és az adott reptérre vonatkozó útvonalakat pedig mind módszer, mind pedig irány szerint külön rétegekbe osztottam (lásd ábra 6.4).

Maga a program 2 részből áll, az első részben van megadva a háttértérképre vonatkozó tulajdonságok, mint például a margók vastagsága, a háttér színe és a képernyő kitöltöttsége. A második rész tartalmazza a rétegek nevét és elérési útvonalát. Az elkészített OSM dokumentumokat és a hozzá szükséges adatokat a tanszéki szerverre töltöttem fel a saját *public_html* mappámba, hogy a tanszéki honlapról legyen elérhető. A megírt programot *index.html* néven mentettem el, azért, hogy ha valaki nem tudja fejből a teljes url címet, akkor elég legyen csak annyit beírnia, hogy <http://mercator.elte.hu/~bc9zn4/legter/> és a cím azonnal a webtérképemre mutat.

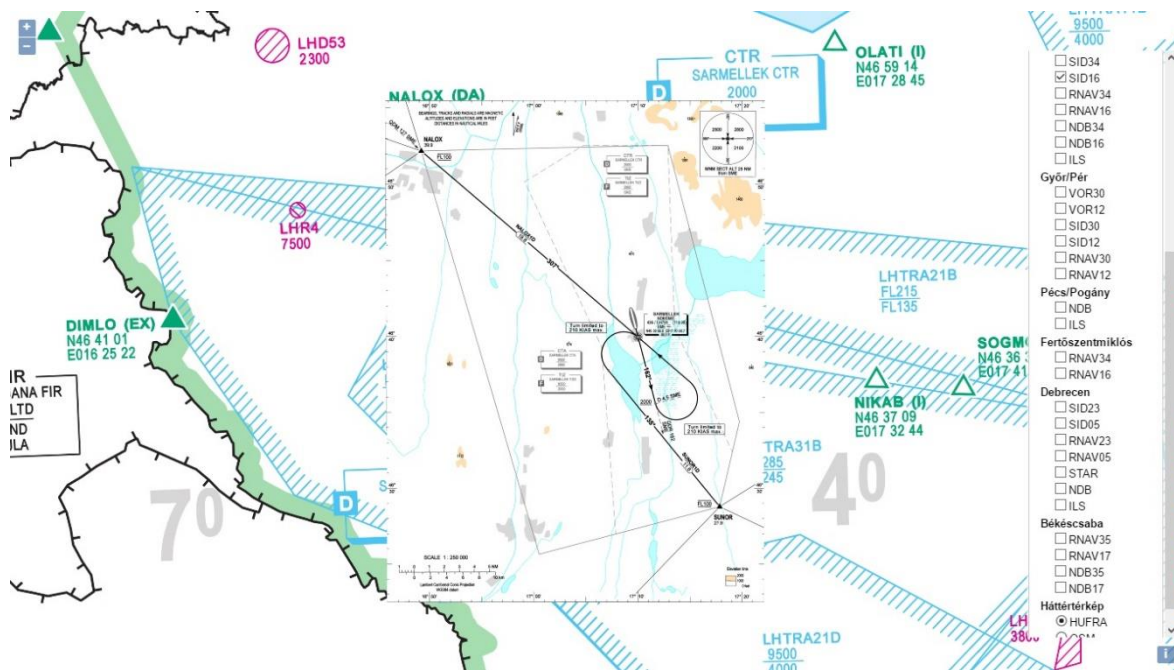
```
new ol.layer.Group({
  title: "Fertőszentmiklós",
  layers: [
    new ol.layer.Tile({
      title: 'RNAV16',
      visible: false,
      source: new ol.source.OSM({
        url: "fm/rnav/16/{z}/{x}/{y}.png"
      })
    }),
    new ol.layer.Tile({
      title: 'RNAV34',
      visible: false,
      source: new ol.source.OSM({
        url: "fm/rnav/34/{z}/{x}/{y}.png"
      })
    })
  ]
}),
```

6.4 Részlet a megírt programkódból

A fenti kódrészletben a fertőszentmiklói repülőtérre vonatkozó RNAV térképeket olvastattam be layer-ekként. Címnek mindig az adott eljárás módszerét és irányát adtam meg. Alapbeállításként egyik layer sem látható, külön kell a felhasználónak kiválasztani, hogy mit szeretne megtekinteni. Programozási ismereteimet az OpenLayers 3 használatának az útmutatójából bővíttem ki, hogy sikeresen létre tudjam hozni a térképvázatomat.



6.5 A webtérkép részlete Sármellekről útvonalak nélkül



6.6 A webtérkép részlete Sármellekről, a 16-os indulási irány eljárásaival

Összegzés

Noha mindenhol törekedtem a teljesség igényére, sajnos rengeteg olyan dolgot kellett elhagynom a dolgozatomból, ami nem kapcsolódott semmilyen formában a térképészethez. Bár vannak olyan alfejezetek is, amelyek első olvasásra nem tűnnek fontosnak a szakma szempontjából, de ha figyelmesebben megnézzük, megállapíthatjuk, hogy a légiközlekedés számos olyan ismeretet rejt magában, ami szorosan kapcsolódik a földtudományokhoz.

Úgy gondolom, hogy sikerült létrehoznom azt az interaktív webtérképet, amelynek elkészítését célként tűztem ki magam elé. Tudomásom szerint az útvonalak ilyen nemű közzétételére még nem került sor, ezért ki merem jelenteni, hogy munkám egyedülálló a témával kapcsolatban, noha bőven lehetne még hozzátenni. Többek között ábrázolni lehetne még a repülőtéri gurulási útvonalak vázlatát is, de véleményem szerint ezek az ábrák térképészeti szempontból hagynak még kívánnivalót maguk után.

Az általam használt útvonaltérképek némelyike sajnos nem a legfrissebben kiadott nyomtatvány, de hosszas összehasonlítások után arra jutottam, hogy nem történtek számottevő változások az útvonalak helyzetében és ábrázolási technikájában.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Gede Mátyásnak, végtelen türelméért, a programozással kapcsolatos tanácsaiért, hogy néha zavaros elképzeléseimet sikerült letisztáznia és nem utolsósorban azért, hogy lelkesen támogatta a témaválasztásomat.

A HungaroControl munkatársainak, Tormási Péternek, aki útvonaltervezési tapasztalatával bemutatta nekem a főbb változások okait, valamint részletesen elmagyarázta az en-route térképek jelkulcsát; és Farkas Vulkánnak, az aviatika alapjaiba való bevezetéséért és a megközelítési eljárások részletes bemutatásáért.

Továbbá szeretném megköszönni szüleimnek, Bordács Juliannának és Kovács Ferencnek, hogy kitartóan bíztattak és többször kiegészítették írásomat.

Nem utolsó sorban pedig barátaimnak, akik elláttak tanácsokkal és megosztották tapasztalataikat a szakdolgozat írásával kapcsolatban.

Irodalomjegyzék:

- Csontos János (2016): Őrangyalok. HungaroControl Zrt., Budapest;
- Schlammer Zsuzsanna (2012): A polgári légitörvény térképei Magyarországon. Szakdolgozat, ELTE, Budapest;
- GKM-HM-KvVM (2007): 26/2007. (III. 1.) GKM-HM-KvVM együttes rendelet a magyar légtér légitörvény céljára történő kijelöléséről. <http://net.jogtar.hu>;
- KöViM (2000): 16/2000. (XI. 22.) KöViM rendelet a légitörvény irányításának szabályairól. <http://net.jogtar.hu>;
- Horváth Péter (2003): Navigáció. MHAV elméleti oktatási kézikönyv. <http://www.virtualairlines.hu/train/MHAV%20-%20Navigacio.pdf>;
- Kósa Gergely (2008): IFR Navigációs alapok, <http://hu.iva.aero>;
- OpenLayers (2016): OpenLayers dokumentáció. <http://openlayers.org>;
- Walter, Matt (2016): OpenLayers 3 LayerSwitcher. <https://github.com/walkermatt/ol3-layerswitcher>;

Képijegyzék

- 1.1 ábra: http://library.hungaricana.hu/hu/view/OGYK_RT_1933/, 3164. oldal
- 1.2 ábra: http://library.hungaricana.hu/hu/view/OGYK_RT_1933/, 3165. oldal
- 1.3 ábra: Csontos János, Őrangyalok, 143. oldal
- 1.4 ábra: Aeronautical Information Publication, HungaroControl Zrt., 2016
- 2.1 ábra: http://www.galatech.hu/pg/dir/Budapest_TMA_szerkezete_pdf_abrak.htm
- 2.2 ábra: Aeronautical Information Publication, HungaroControl Zrt., 2016
- 2.4 ábra: http://code7700.com/altimeter_settings.html
- 2.5 ábra: http://code7700.com/transition_altitude_level.html
- 3.1 ábra: ENR 6-LHCC-ERC-2 UPPER AIRSPACE, 1: 1 000 000, HungaroControl Zrt.
- 3.2 ábra: ENR 6-LHCC-ERC-1 LOWER AIRSPACE, 1: 1 000 000, HungaroControl Zrt
- 3.3 ábra : ENR 6-LHCC-ERC-1 FREE ROUTE AIRSPACE, 1: 1 000 000, HungaroControl Zrt
- 4.1 ábra: AD 2-LHBP-ARR 13R-1, 1: 500 000, HungaroControl Zrt.
- 4.2 ábra: AD 2-LHDC-STAR-1, 1: 250 000, HungaroControl Zrt.
- 5.1 ábra: http://academy.vatme.net/index.php/Traffic_Patterns_for_VFR/IFR

5.2 és 5.3 ábra: <https://www.quora.com/What-is-the-actual-use-Of-Vor-and-NDB>

5.4 ábra: https://en.wikipedia.org/wiki/Instrument_landing_system_localizer

5.5 ábra: https://en.wikipedia.org/wiki/Instrument_landing_system

6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5 és 6.6 ábrák a webtérkép készítésének a folyamatához tartoznak

Térképek forrásai:

<http://www.ivao.hu>

Aeronautical Information Publication, HungaroControl Zrt. 2016

A mellékelt optikai adattároló tartalmazza :

- A kinyomtatott szakdolgozatot PDF formátumban
- A webtérképhez felhasznált eljárások térképei PDF formátumban, az *eredeti_terkepek* mappában
- A georeferált és körbevágott GeoTIFF-ek, a *georef* mappában
- Az OSM térképmozaikok, az *OSM_mozaiik* mappában
- Valamint a szakdolgozatban használt képanyagot, a képek linkjeit tartalmazó txt fájl és a JavaScript programot *index.html* néven, a *kepek* mappában

Nyilatkozat

Alulírott, Kovács Bence nyilatkozom, hogy jelen szakdolgozatom teljes egészében saját, önálló szellemi termékem. A szakdolgozatot sem részben, sem egészében semmilyen más felsőfokú oktatási vagy egyéb intézménybe nem nyújtottam be. A szakdolgozatomban felhasznált, szerzői joggal védett anyagokra vonatkozó engedély a mellékletben megtalálható.

A témavezető által benyújtásra elfogadott szakdolgozat PDF formátumban való elektronikus publikálásához a tanszéki honlapon

HOZZÁJÁRULOK

NEM JÁRULOK HOZZÁ

Budapest, 2016. május 15.

.....

a hallgató aláírása