

Urbán István

A TERRESZTRIKUS-NAVIGÁCIÓS IDŐSZÁMÍTÁS ÉS GYAKORLATI ALKALMAZÁSAI

BEVEZETÉS

A terresztrikus navigáció alkalmazásáról elmondható, hogy — kis túlzással ugyan, de — egyidős az emberiséggel.

A navigáció ezen elemi fajtájának felhasználása szinte csakis a repülés „kis-gépes” területein valósul meg napjainkban. Nem feledkezhetünk meg azonban századunkban arról a tényről, hogy a Föld időszámításának alapjait épp a terresztrikus navigáció kidolgozása helyezte szilárd tudományos alapokra.

Ezen publikáció fő célja az alapismeretek bővítése, valamint új ismeretek közlése.

AZ IDŐ ÉS FAJTÁI

Az időmérés alapja sokáig a Föld tengely körüli forgása volt. Egy nap alatt értjük azt az időtartamot, amely alatt az éggömb egy pontja egy teljes (látszólagos) körforgást végez a Föld körül, vagyis 360° utat tesz meg.

A Naphoz viszonyított forgást, vagyis időt, *szoláris* vagy *valódi időnek* nevezzük. Azonban a látszólagos Naphoz (vagyis a tényleges Naphoz, amely az égbolton látszik) viszonyított forgás nem ad egyenlő sebességű időt a földforgás és a keringés mértékének változásai miatt. A Föld az orbiton nem egyenletes sebességgel mozog, Kepler II. törvénye értelmében keringési sebessége napközben nagyobb, mint naptávolban. Ezért a valódi napok hosszúsága sem egyforma.

A földforgás mérésére használt műszerek pontosságának növekedésével nyilvánvaló lett, hogy a Föld forgássebessége nem állandók, lassan növekszik az északi félgömb tavaszának idején és csökken az ellentétes évszak (ősz) idején.

Más változásokat is észleltek, amelyek sokkal szabálytalanabbak. Ez utóbbiak a *dagályhatás* okozta lassuláson kívül léteznek még, melyeket meteorológiai, szeizmológiai és napfizikai hatásokkal magyaráznak. Ezek a változások arra indították a Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatalt, hogy inkább az *évet fogadja el az idő alapegységül*, mint a napot, így a napi szabálytalanságok ki-

küszöbölhetők. Az év egyenlő elosztásán alapuló idő: a *csillagászati naptáridő* (Ephemeris time).

Azt az időtartamot, amely alatt a Nap látszólagos mozgása során a Tavaszpontból kiindulva ide ismét visszatér *tropikus* vagy *szoláris évnék* nevezzük (Ezenkívül nevezik még ezt napéjegyenlőségi vagy természetes évnék is.)

Egy tropikus évben ugyanannyi középnappal van, mint valódi nappal. (A tropikus év időtartama: 365 nap 5 h 48 m 46 s.) Azt az időtartamot, amelyre a Földnek ahhoz van szükséges, hogy egy adott pontból kiindulva (egy csillaghoz, vagy a Naphoz) oda visszatérjen *sziderikus* vagy *csillagászati évnék* nevezzük. (Egy sziderikus év időtartama: 365 nap 6 h 09 m 09 s.)

A Föld keringésének időtartamát perihéliumtól perihéliumig *anomalisztikus évnék* nevezzük. Ennek időtartama: 365 nap 6 h 13 m 53 s.

A *naptári év* 365 nap, minden negyedik ún. szökőév, amikor a naptári év 366 nappal áll. 400 éves átlagban egy naptári év hossza: 365, 2425 középnappal.

A legutóbbi időben kifejlesztett *atomóra* pontosságában fölülte áll a csillagászati időnek.

Jelenleg nemzetközi megállapodással a másodpercet (*secundum-ot*) fogadják el az SI-rendszerben alapegységként az időmérésre, amely a cézium-133 atom alapállapotának két hiperfinom szintje közötti átmenetnek megfelelő sugárzás 9 192 631 770 periódusának időtartamaként határozták meg.

Ha a földforgást a Tavaszponthoz (Aeries: γ) viszonyítjuk, *Csillagnapról* beszélünk. A Csillagnap a Tavaszpont két egymást követő kulminációja között eltelt idő. A csillagidő a Tavaszpont óraszögével egyenlő. Általában az időt egy égitest óraszögével mérjük és idő- vagy ívmértékben fejezzük ki. A szerint, hogy az időt mely égitestre vonatkoztatjuk, beszélhetünk szoláris időről, csillagidőről, holdidőről stb. Az idő függ az észlelési hely földrajzi hosszúságától.

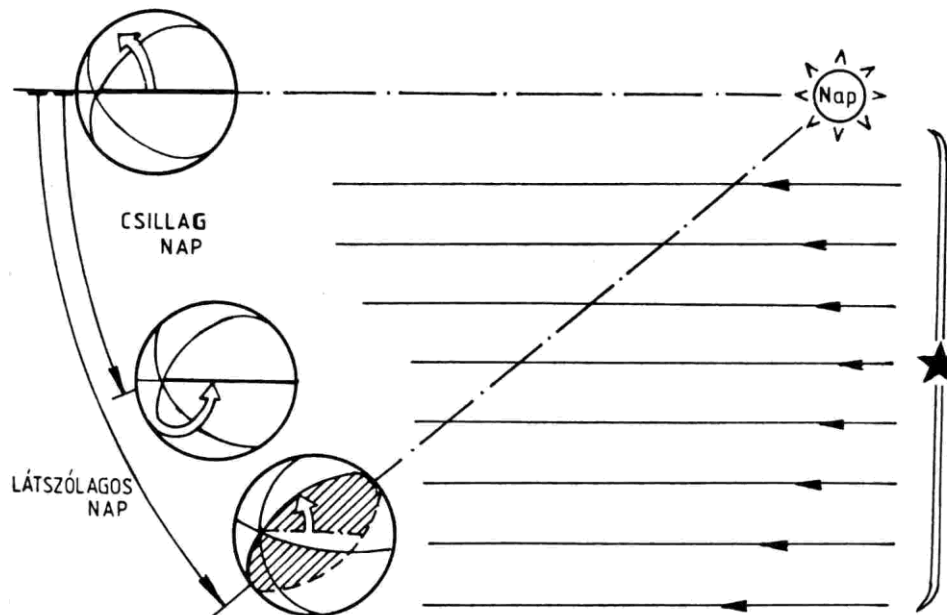
Ha a Földön a helyi meridiánt vesszük alapul, a forgást illetően akkor helyi időről beszélünk. A greenwichi vagy *egyetemes világidő* (Universal Time) a greenwichi meridiánra vonatkoztatott idő.

A napot 24 órára osztjuk, minden órában 60 perc és minden percben 60 másodperc van.

A *valódi nap* (vagy látszólagos nap — *apparent time*) a Nap két egymást követő alsó kulminációja közti időtartam. A *valódi idő* pedig nem más, mint a Nap alsó kulminációjától számított óraszöge.

Mínthogy a Föld keringése a Nap körül nem egyenletes sebességű, a látszólagos Nap mozgása az ekleiptika síkjában sem egyenletes. Hogy a Nap egyenlőtlen mozgása folytán a napok hossza között levő különbségek számításainkban ne zavarjanak, felvesszünk egy képzeletbeli Napot, amely az egyenlítőn egyenletes sebességgel mozog. E Napot *közép Napnak* nevezzük.

A középnap két egymást követő alsó kulminációja közt eltelt idő a középnap. A Középnap mindenkor óraszöge $+180^\circ =$ a középideő.



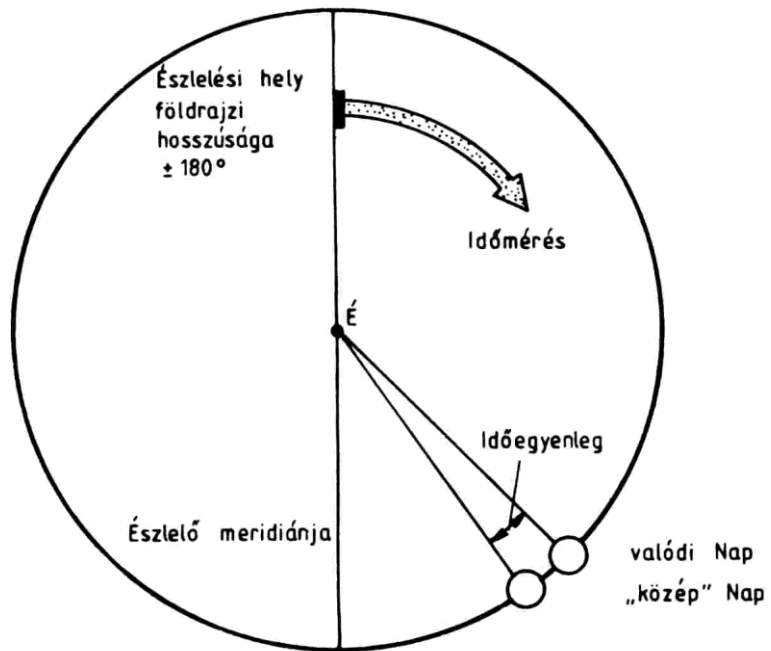
1. ábra. A csillag nap és a szoláris (látszólagos) nap közötti különbség, Valódi idő, középideő

A valódi Nap és a Közép Nap a valódi Nap váltakozó sebessége folytán négyszer találkozik egy teljes keringés ideje (egy év) alatt. Tehát a valódi idő és a középideő csak négyszer egyenlők egy évben. Máskor mindig különbség van közöttük. E különbség: az *időegyenleg* (ET). Az időegyenleg az év négy napján (III.15., VI.14., IX.1. és XII.24.) nullával egyenlő. A legnagyobb az eltérés II. 11-én (+14 m 30 s) és XI. 2-án (-16 m 20 s). Az időegyenleg előjele aszerint, hogy a valódi Nap vagy középnap halad elől, pozitív vagy negatív. A középideő eltérését a valódi időtől a 2. ábra mutatja.

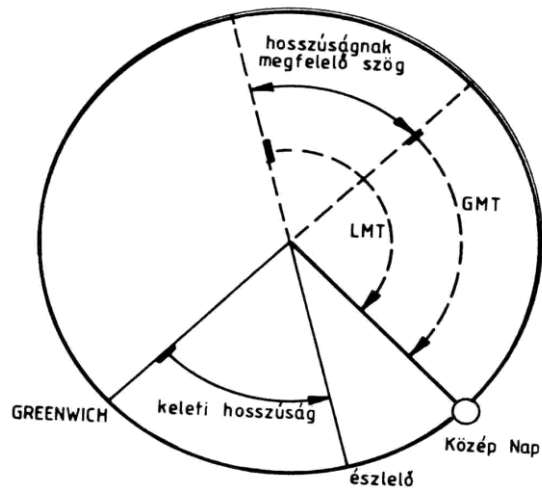
A helyi középideőt (Local Mean Time) tehát úgy kapjuk meg, ha a helyi valódi időhöz (Local Apparent Time) hozzáadjuk az időegyenleget. Képletben:

$$\text{LMT} = \text{LAT} + (\pm\text{ET}) \text{ és } \text{ET} = \text{LMT} - \text{LAT}$$

A greenwichi középideő (GMT) a greenwichi meridián helyi középideje. Ez egyben az egyetemes v. egyeztetett világidő (coordinated Universal Time - UTC) azonban ennek secundum egysége nem pontosan 3600-ad része a korábbi 24 órára osztott nap egy órájának.



2. ábra. A valódi idő és a középideő különbsége

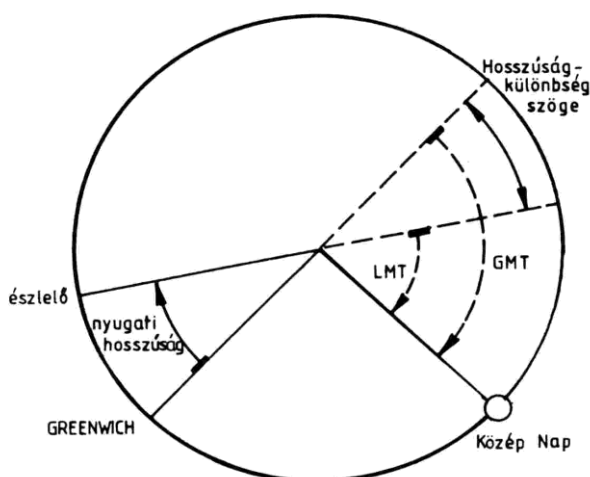


3. ábra. A greenwichi középideő (GMT) és a helyi középideő (LMT) közötti összefüggés. Észlelő greenwichtől keletre

A földrajzi hosszúság átszámítása időre

A Föld tengely körüli forgását figyelembe véve (24 óra alatt 360° -os elfordulás egy kiválasztott égi ponthoz viszonyítva) a földrajzi hosszúságkülönbséget időben (középidőben) is kifejezhetjük és viszont, két hely középidéjének különbsége a földrajzi hosszúságkülönbségre utal.

Míthogy a Föld egy óra alatt ($360:24$) 15° -ot, 1 perc alatt $15'$ -et és 1 másodperc alatt $15''$ -nyit fordul el, ebből adódik, hogy 1° -nyi tengely körüli elfordulás időtartama 4 perc. $1 \text{ nap} = 360^\circ = 24 \text{ h}$ azaz egyenlő egy teljes körfordulással.



4. ábra. A greenwichi középidő (GMT) és a helyi középidő (LMT) közötti összefüggés. Észlelő greenwichtől nyugatra

Ezek szerint bármely időtartamot, vagy időpontot kifejezhetjük az elfordulás szögével és megfordítva. Az átszámításnál a következő szabályokat kell figyelembe venni.

Ha ívmértéket (földrajzi hosszúságot) számítunk át időmértékre, 15-tel osztunk, a maradékot 60-nal szorozzuk eggyel kisebb egységben számoljuk.

Pl. $019^\circ 15' 48''$ E (a Ferihegyi repülőtér földrajzi hosszúsága) időben kifejezve Greenwich-től.

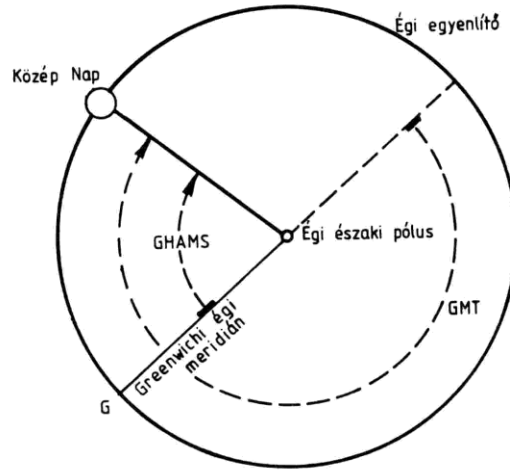
$$19^\circ : 15 = 14; 4^\circ \times 60 = 240' + 15' = 255' \text{ ismét } 15\text{-tel osztva: } 17 \text{ perc}$$

Tehát Greenwich és Ferihegy között az időkülönbség 1 h 17 perc.

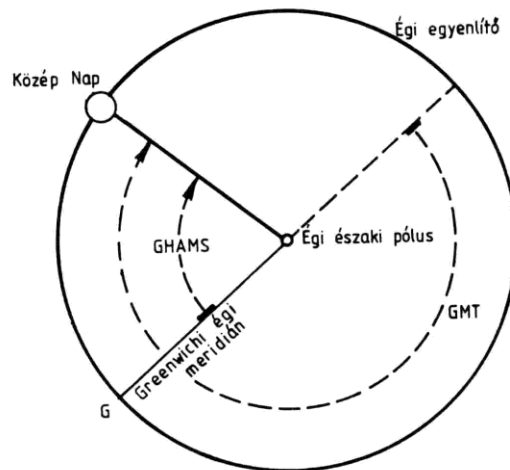
Ha időkülönbséget számítunk át ívmértékre (földrajzi hosszúság különbségre), akkor 15-tel szorzunk, majd a részeredményeket 60-nal osztva magasabb értékben hozzáadjuk. Például: 8 h 42 perc 50 s = vagyis $130^\circ 42' 30''$

$$8 \times 15 = 120^\circ; 42 \times 15 = 630' = 10^\circ 30' \text{ (marad } 30'); 50 \times 15 = 750'' : 60 = 12' 30''$$

Tehát $8\text{ h } 42\text{ perc } 50\text{ s} = 130^\circ 42' 30''$



5. ábra. A közép Nap és a középideő közötti összefüggés. Délután



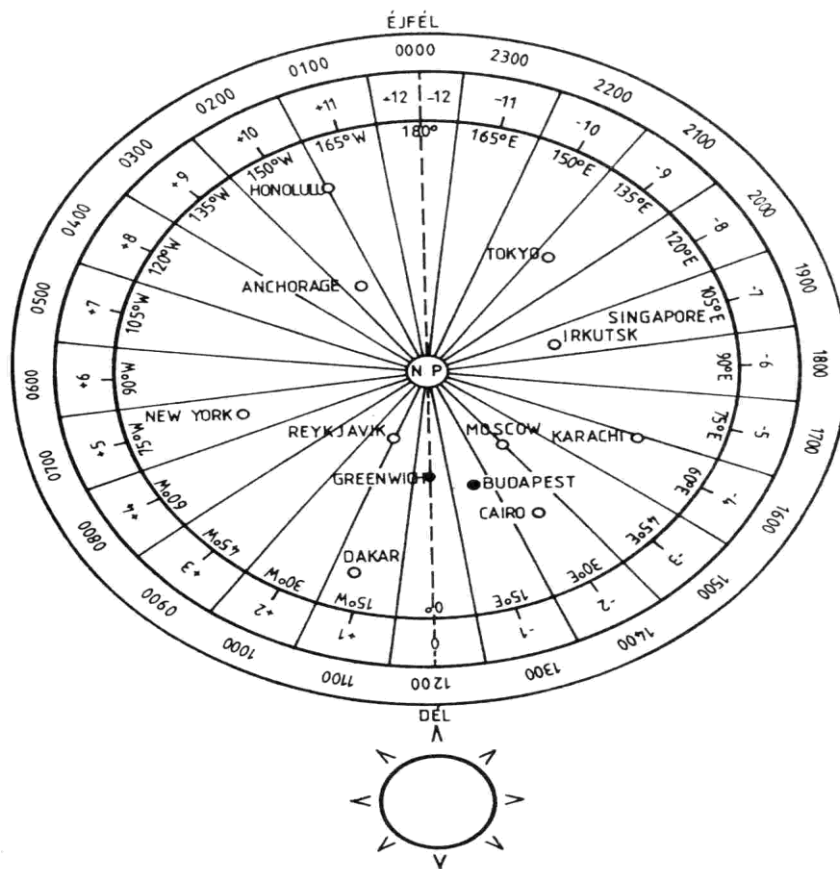
6. ábra. A közép Nap és a középideő közötti összefüggés. Délelőtt

A zónaidő, időzónák

A helyi középideő, mint láttuk, minden hosszúsági körön (délkörön) más és más. A mindennapi életben a 4 perces korrekciók helyett a Földet 1 órás *időzónákra* osztották.

Az első időzóna a greenwichi délkörtől a $7,5^\circ$ keleti és nyugati hosszúságig terjed, majd ettől keletre és nyugatra 15° -onként következnek az egyes időzónák,

melyek középső meridiánjának helyi középideje a zónaidő. Az időzónákat a 7. ábra mutatja.

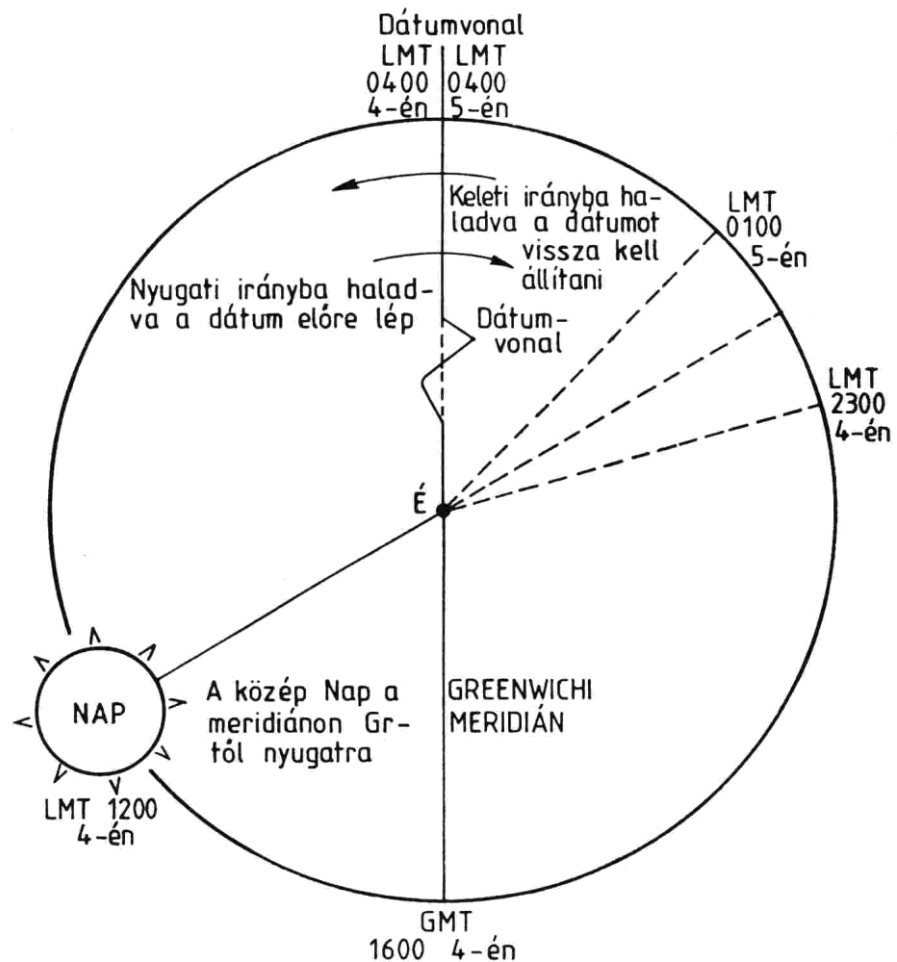


7. ábra. Időzónák-zónaidők

Az egyes időzónákat az országhatárok is módosítják. Így az egyes államok helyi ideje a zónaidőtől eltérő is lehet. Az időszámítást rendeletileg szabályozzák. Ez az ún. dekretális vagy *törvényes idő*. Pl. A volt Szovjetunió európai részén (és a kelet-európai időzónában) a moszkvai idő volt a törvényes idő. Ilyen törvényes idő pl. a *nyári időszámítás* is. A nemzetközi repüléseknél az egyes államok törvényes idejét figyelembe kell venni pl. a repülőterek szolgálati idejének megállapításakor. A repülések érkezési és indulási idejét a menetrendek a közönség számára helyi időben közlik.

Az időzónák között az időkülönbség 1 óra. A Föld forgása következtében az egyes zónaidők a greenwichi időhöz képest keleti irányban növekszenek, nyugati irányban pedig csökkennek. Vagyis a $172,5^\circ$ E és a $172,5^\circ$ W délkörök által

meghatározott időzónában az időkülönbség a greenwichi időhöz képest 12 óra. Minthogy ez a különbség a keleti hosszúságon + érték, vagyis 12 órával több a helyi középido, a nyugati hosszúságon viszont - az előjel, vagyis 12 órával kevesebb a helyi középido a greenwichi időhöz képest, az időzóna felező délkörét, a 180° hosszúsági kört nemzetközi megegyezéssel dátumhatárként határozták meg (8. ábra). A nemzetközi dátumvonalat módosítják az országhatárok és egyes szigetek földrajzi hovatartozása.



8. ábra. Dátumvonal szerepe

A dátumvonalat keleti irányban keresztezve a dátumot egy nappal vissza kell állítani, nyugati irányba haladva a dátumvonal keresztezésekor az órát 24 órával előre, vagyis a dátumot egy nappal előre kell állítani.

FELHASZNÁLT IRODALOM:

[1] GYÖRKÖSY LAJOS: Latin - magyar szótár Akadémiai Kiadó Budapest, 1982. ISBN 963

[2] Larousse enciklopédia II. kötet Akadémiai Kiadó Budapest, 1993. ISBN 963 05 6421

[3] Marjai Imre: Nagy hajóskönyv Móra Kiadó Budapest, 1981. ISBN 963 11 2486 X

[4] Cambridge enciklopédia Macenas Kiadó Budapest, 1999. ISBN 963 7425 659