

Az idő mérése

A gyakorlati életben a Nap járásához igazodunk: általában nappal dolgozunk, szórakozunk, „élünk”, éjjel pedig pihenünk. Kézenfekvőnek látszik tehát, hogy óráinkat is a Naphoz szinkronizáljuk s azt mondjuk: egy nap a Nap két egymást követő delelése közt eltelt idő. Ezt azután órákra, percekre, másodpercekre oszthatjuk a régi hagyomány szerint.

Csak hogy – mondjuk kvarcóra segítségével – meggyőződhetünk róla, hogy az így definiált nap hossza az év folyamán nem állandó. Egyrészt azért nem, mert az ekliptika (a Nap látszó évi útja) nem esik egybe az égi egyenlítővel, tehát ha a Nap az ekliptikán állandó szögsebességgel haladna is, vetülete az ekvátoron már nem. Másrészt a Föld ellipszispályáján hol gyorsabban, hol lassabban halad (a Naptól való pillanatnyi távolság függvényében), s a mozgás „tükröképe”, a Nap látszó évi mozgása sem egyenletes az ekliptikán. Emiatt az év leghosszabb és legrövidebb napja közt kb. fél órányi eltérés van. A Nap mint óra tehát nem jár egyenletesen.

Ezért bevezettek egy képzelte „középnapot”, amely az égi egyenlítőn jár körbe, mégpedig egyenletesen, és ugyanakkor van a tavaszpontban, mint a valódi Nap. (Ez nem az egyenlítői közép-Nap pontos definíciója, de számunkra ennyi elég.) Ennek a delelései közt már mindig ugyanannyi idő telik el (ha eltekintünk a Föld forgásának egyenetlenségeitől). E képzeletbeli Nap járása adja a *középidőt*. Középidőben akkor van (helyi) dél, amikor a közép-Nap delel. A középidő és a valódi napidő eltérése az ún. *időegyenlet*.

A polgári idő lényegében azonos a középidővel, csak a földforgás miatti egyenetlenségek „kiátlagolása” miatt tér el tőle csekély mértékben.

A greenwichi meridián polgári ideje a *világidő* (UT). Természetesen a helyi polgári idő különbözik ettől a Föld minden olyan pontján, amely nem a greenwichi meridiánra esik. Azonos helyi idő csak azonos meridiánon fekvő pontokban érvényes; ezért kényelmi okokból bevezették a *zónaidőt*: a Föld felszínét – figyelembe véve az országhatárokat – nagyjából hosszúsági körökkel 15° széles zónákra osztották, és minden zóna egész területén a zóna közepére érvényes polgári időt használnak. (Gyakorlati okokból néha ettől eltérő időt használnak, amelyet rendeleti úton vezetnek be. Ilyen a közismert *nyári időszámítás* is.)

Természetesen nem kötelező a Föld forgását a Naphoz viszonyítani. A csillagászatban a legtöbbször a csillagokhoz viszonyítjuk, ami egyszerűbb, viszont a hétköznapi életben nem használható időmértékhez vezet.

A csillagidő egysége a csillagnap, vagyis a tavaszpont két egymást követő delelése közt eltelt idő. Ez jó közelítéssel állandó (a Föld forgásának egyenetlenségei és a Tavaszpont mozgásának egyenetlenségei csekélyek). Szokás egy csillag két delelése közt eltelt időről beszélni, ami az előbbitől csak nagyon csekély mértékben tér el, hiszen a tavaszpont precessziója lassú. A csillagnap a szokásos módon órákra, percekre, másodpercekre osztható. A csillagidő (s) értéke definíció szerint a *tavaszpont óraszöge*. A csillagidő észlelésekkel könnyen meghatározható, bár a tavaszpont nincs „megjelölve” az égen. Az I. és II. ekvatoriális rendszerről mondottakból egyszerűen következik, hogy a csillagidő bármely pillanatban egyenlő egy tetszőleges csillag rektaszcenziója és óraszöge összegével: $s = RA + t$. Ha a csillag éppen delel, akkor a csillagidő egyenlő a csillag rektaszcenziójával, lévén óraszöge 0.

A középnap hosszabb a csillagnapnál. A Föld ugyanis egy nap alatt odébb halad a pályáján; ezért a Nap következő deleléséig kissé tovább kell fordulnia, mint egy csillag következő deleléséig. Mivel a Föld egy nap alatt nagyjából 1° -kal mozdul tova, a Földnek is ennyivel kell többet fordulnia, míg a Nap újra delelésbe ér. Ehhez pedig mintegy 4 percre van szükség. Egy középnap ezért csillagidőben kb. $24^h 3^m 56^s.555$. A középnap és a csillagnap közötti átszámítás ennek alapján aránypárral elvégezhető, de a számítások egyszerűsítése céljára táblázatok is rendelkezésre állnak.

Az időszámítás és a naptár kérdéseibe itt nem kívánunk belemélyedni. Annyit jegyünk csak meg, hogy naptárunk meglehetősen bonyolult és célszerűtlen; segítségével nem könnyű kiszámolni valamely két távoli időpont közt eltelt időt. Ennek megkönnyítésére szolgál az ún. *Julián-dátum* (JD).

A Julián-dátum egy tetszőlegesen kiválasztott naptól kezdve folyamatosan számított idő. A kezdőpontot – itt nem részletezendő okokból, de ügyelve arra, hogy jó régen legyen – i.e 4712. január 1. 12^h UT-re tették. Amikor e sorokat írom, 1998. 09. 23.-án 12^h világidőkor JD = 2 451 080. A Julián-nap azért kezdődik délben, hogy az egy éjszakához tartozó megfigyelések időadatai egy JD-hoz tartozzanak. Pontosabb időadathoz a nap törtrészeit is felhasználjuk, így pl. 1983. augusztus 18-án délután $15^h 00^m$ -kor a dátum JD = 2 445 564.1250 volt. Ezzel a módszerrel az időadatokat tetszőleges pontossággal meg lehet adni. A JD adatokat a Csillagászati Évkönyv közli.

Példa. A „Csillagászati Évkönyv 1983” 28-29. lapján szereplő táblázat szerint a Nap koordinátái abban az évben november 21-én 0^h világidőkor $RA = 15^h 43.4^m$, $D = -19^\circ 44'$ volt. Mikor és a látóhatár mely pontján kelt a Nap Budapesten ezen a napon? Budapest földrajzi koordinátái $\lambda = 19^\circ 00'$, $\varphi = 47^\circ 30'$.

Megoldás. Az I. ekvatoriális és a horizontális rendszer közti átszámítási képleteket használjuk. Napkeltekor a Nap magassága $h = 0$, ezért

$$\sin \varphi \sin D + \cos \varphi \cos D \cos t = 0, \quad \text{ebből} \quad \cos t = -\operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} D.$$

Behelyettesítve az adatokat, kapjuk, hogy

$$\cos t = 0,3915, \quad \text{tehát} \quad t = \pm 4^h 27.5^m.$$

Az égitest kelései a délponttól keletre van, ezért az óraszög negatív értékét használjuk (a pozitív a nyugvás időpontjára vonatkozik). Az óraszög és a rektaszcenzió összege a csillagidő, tehát a napkelte pillanatában

$$s = 15^{\text{h}} 43.4^{\text{m}} - 4^{\text{h}} 27.5^{\text{m}} = 11^{\text{h}} 15.9^{\text{m}}.$$

Már csak azt kell ebből kiszámítani, hogy ekkor mennyi a budapesti zónaidő. Az évkönyv szerint az adott napon UT = 0-kor Greenwichben $s = 3^{\text{h}} 57^{\text{m}} 43^{\text{s}}$; Budapest és Greenwich helyi idejének különbsége $1^{\text{h}} 16^{\text{m}} 00^{\text{s}}$; így UT = 0-kor Budapesten a csillagidő $s = 5^{\text{h}} 13^{\text{m}} 43^{\text{s}}$. Napkeltekor Budapesten a csillagidő $s = 11^{\text{h}} 15^{\text{m}} 54^{\text{s}}$, a különbség, tehát csillagidőben UT = 0 óta a budapesti napkeltéig eltelt $6^{\text{h}} 02^{\text{m}} 11^{\text{s}}$. Ez aránypárral átszámítva közép időre $6^{\text{h}} 01^{\text{m}} 11^{\text{s}}$. Ekkor kel a Nap Budapesten, világidőben. Budapest a közép-európai időt (MEZ) használja, az időeltérés 1 óra. Tehát zónaidőben a napkelte $7^{\text{h}} 01^{\text{m}} 11^{\text{s}}$ -kor volt. A Csillagászati Évkönyv szerint e napon a Nap $6^{\text{h}} 57^{\text{m}}$ -kor kelt. A különbség főként a légköri fénytörés általunk figyelembe nem vett hatásából, csekély részben pedig a Nap koordinátáinak változásából adódik. Meg kell határoznunk még a napkelte azimutját is. Az átszámítási formulákban $h = 0$ -t helyettesítve $\sin A = \cos D \sin t$, behelyettesítve és kiszámolva $\sin A = -0,8662$, tehát $A = -60^\circ$, vagy helyesebben $+300^\circ$.

Csaba György Gábor