

# Ipari napóra

A pontos időt manapság a mobiltelefonunkról olvassuk le. A hagyományos mechanikus karóra percnyi pontossággal, a kvarcóra másodpercnyi, a rádióóra 100  $\mu$ s, a mobiltelefon GPS órája 1  $\mu$ s pontossággal mutatja az időt, éjjel és nappal, az időjárás viszonyoktól függetlenül. Kinek van szüksége még napórára, melynek pontossága 15 perc?

Ha időmérés céljából nem is, nosztalgikus berendezésként, látványossággként, elgondolkodtató ábraként, díszítőelemként, a természet működésének szemléltetőjeként lehet azért szerepe a napóranak.

A napóra a Nap égen történő haladását képezi le árnyék segítségével. Elvben bármilyen árnyék használható időmérésre, ha előtte fél éven keresztül kalibráltuk. Lakásuk ablakából kinézve sokan meg tudják állapítani az árnyékok alapján, mennyi lehet az idő. A napóra ennél összetettebb: árnyékvető rúdból és skálából áll, az időt az árnyék iránya az évszaktól függetlenül mutatja. Az évszakra az árnyék hosszából következtethetünk.

Napóra készítéséhez tudnunk kell, mikor hol van a Nap az égen, és hová veti a rúd az árnyékot. Az előbbit ki kell számolni, az utóbbit meg kell rajzolni. Ahhoz, hogy az árnyék az év során adott időpontban mindig ugyanabba az irányba mutasson, az árnyékvető rúdnak a Föld tengelyével párhuzamosnak kell lennie.

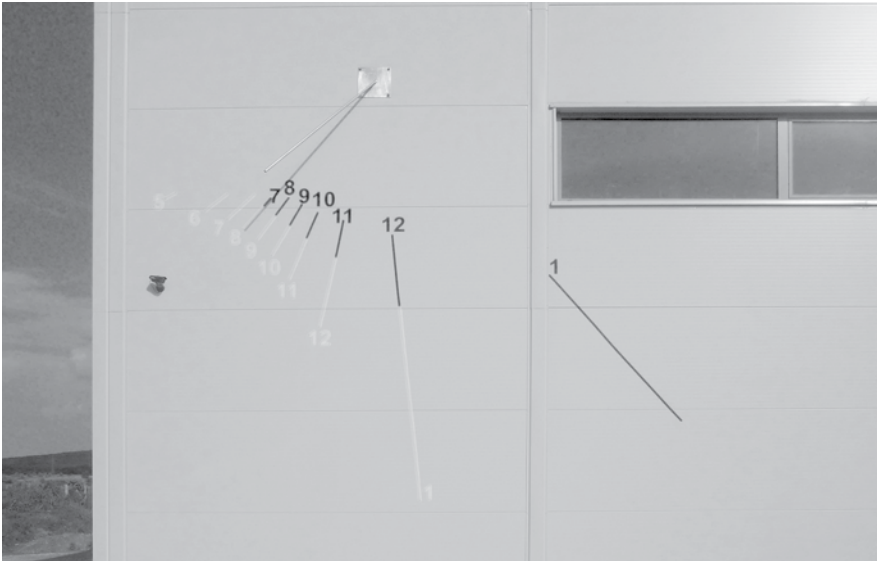
A Nap reggeltől estig látszólag a horizont fölé képzelt félgömbön halad egyenletesen. Ez a mozgás a Föld tengely körüli forgásának az eredménye, sebessége 15 fok óránként. Ha a Föld középpontjából kivetítjük az egyenlítőt a félgömbre, akkor megkapjuk az égi egyenlítőt, mely gömbi főkör, és síkja a földrajzi szélességtől függő  $90-\varphi$  fokot zár be a horizonttal a meridiánon mérve. Budapestre vonatkozóan ez 43 fok dél felé nézve. Napéjegylenlőségkor a Nap pont az égi egyenlítőn halad végig. Az év többi napján az égi egyenlítővel párhuzamos, de

afölött vagy azalatt elhelyezkedő nem-főkörön halad a Nap. Napfordulókor  $\pm 23,5$  fok az eltérés.

Ha a Föld körpályán mozogna a Nap körül, akkor a napóra egész évben pontosan járna. Az elliptikus pálya miatt azonban az év során a zónaidőhöz képest ugyanabban az időpontban hol előbbre, hol hátrább látható a Nap. Ezt a látszólagos eltérést analemmának nevezik, és általában a napóra mellé rajzolt táblázatban vagy grafikonban adják meg, esetleg a napóra rúdjának különleges alakjával kompenzálják.

Egyszerű napóra készítéséhez a Nap mozgását körpályával és egyenletes haladással (középnap) számoljuk. A Földről nézve a Nap a tavaszponttól kiindulva naponta 360/365,24 fokot mozdul el (északról nézve az óramutató járásával ellenkező irányban) az ekliptikán. Ezt – a tengelyferdeség figyelembe vételével – át kell számolni ekvatoriális, majd, a földrajzi szélesség alapján, horizontális koordináta-rendszerbe. Végül a napóra skálájának megfelelően (függőleges fal esetén a fal K–Ny iránnyal bezárt szöge szerint) kell transzformálni, hogy a Nap helyét a skála síkját alapul vevő koordináta-rendszerben láthassuk.

A következő feladat az árnyékvető rúd falhoz viszonyított irányának meghatározása, s ebből – a Nap helyzetének figyelembe vételével – az árnyék végpontjának kiszámítása. Az árnyék kezdete a rúdnak a fal síkjával történő metszése (ha a fal közel É–D irányú, akkor a rúd nem, vagy csak nagyon távol metszi a falat, ettől még készíthető napóra, de a rudat távtartóval kell rögzíteni a falhoz). Az árnyékpontokat havonként (december 21-től június 21-ig) és óránként kell kiszámolni. Csak azok a pontok érdekesek, melyeknél a horizontális koordináta-rendszerben pozitív a magasság (azaz a Nap a horizont felett van, tehát képes árnyékot vetni) és a skála koordináta-rendszerében szintén pozitív a magasság



(azaz a Nap a fal előtt van). Mindezeket a számításokat háromdimenziós vektortranszformációkkal lehet elvégezni, és eredményül egy hónap-óra táblázatot kapunk az árnyékok végpontjainak koordinátaival.

A napóra megvalósításának kulcskérdése az árnyékvető rúd rögzítése. Ahhoz, hogy párhuzamos legyen a Föld tengelyével, ismernünk kell a fal irányát (tájéolóval lemérhető, vagy a fal síkjában mindkét irányban felvett egy-egy GPS-koordináta és az északi irány által meghatározott derékszögű háromszögben a tangens alapján kiszámolható; D-re néző fal esetén a falirány 0 fok, Ny felé néző fal esetén pozitív). A rúd a fallal a meridiánsokban  $90-\varphi$  fokot zár be, a meridiánsik a fallal  $90$ -falszög fokot. Célszerű falécekből modellt készíteni: egy derékszögű háromszöget függőlegesen befogóval. Ekkor az átfogó a fenti csúccsal  $\varphi$  szöget zár be. E háromszög függőlegesen befogóját a falra helyezzük úgy, hogy a fenti csúcsa az árnyékvető rúd tövé-nél legyen. A háromszöget kiforgatjuk a fal síkjából  $90$ -falszög fokkal, és két másik léccel ebben az állapotban a falsíkhöz rögzítjük. Az átfogóra fektetett árnyékvető rudat ekkor rögzíthetjük a falban, akár bebetonozással, akár odacsavarozással.

A skála felfestésekor figyelembe kell venni a helyi és a zónaidő különbségét. Ez már a fenti számítások során megtehető: ha az óránkénti árnyékszámolásokkor a helyi időt vesszük figyelembe, az időzóna közepe és a napóra helye közötti hosszúságtérítés fokonyként 4 percet jelent. Fali napóra tetszőleges irányba néző falra készíthető, de az É felé néző falak csak a nyári félévben kapnak napfényt, kora reggel és késő délután. E falakon a rúd nem lefelé, hanem föl, a sarkcsillagra mutat. A trópusi övezetben a D-re néző fali napórákra az év egy részében nem süt a Nap, ezeken a vidékeken a horizontális napórák célszerűbbek.

A fényképen látható napóra Budakeszin látható (47,50 N 18,92 E). A falirány  $-60$  fok kelet felé, a rúd hossza 150 cm (fémlapra hegesztve és négy csavarral a falhoz rögzítve). Az óravonalak a falra lettek ragasztva. A nyári időszámítást az óravonalak színváltása adja: a napéjgyenlőségi vonal alatt a narancs szín a nyári hónapokra vonatkozik, s lent a nyári óraosztások láthatók, míg a fenti hideg kék szín a téli hónapokat mutatja, és itt a téli óraosztások vannak feltüntetve.

Karlócai Miklós