

KÉT MUZEÁLIS MŰTÁRGY ÉS EGY RÉGI TÖRVÉNY ÜRÜGYÉN – 1. RÉSZ

Molnár János
Siófok

Egy meglepetésről

A Magyar Nemzeti Múzeum gyűrű-napóráiról korábban *Gát Eszter*, majd *Radnóti Klára* írt ismertetőket [1–3]. E tanulmányok a tárgyak, illetve a gyűjteményrészek általános leírásain és egyes jellegzetességeik tagolásain túl szakszerű, alkalmi összefoglalásokat is tartalmaznak a múzeumban előforduló napórafajták főbb tulajdonságairól, használatukról. Sőt latin eredetiben és magyar fordításban még egy, az 1700–1750 között készült szerkesztési leírással, meg más, szépirodalmi idézetekkel is szolgálnak. A múzeum gyűjteményében több változatban, többféle gyűrűs napóra található. Ezek közt van az a két hasonló, érdekes darab, amikről a következőket írták a muzeológusok:

„Ltsz.: 1873.141.23. Készítés ideje: 1717, készítés helye: Augsburg(?). Átmérője 52 mm, szélessége 17 mm, vastagsága 3,5 mm.

Azimuth gyűrű-zsebnapóra, univerzális. Sárgarézből, fokskála mentén 5 fokonként állítható függesztő karikával, elfordítható lyuk-gnomon gyűrűvel. Jelzése: 1717 S P F(ecit). A gyűrű külső palástján a hónapok betűjelzéses rövidítése, a belsőn az egyes hónapoknak megfelelő dátumvonalak mentén órajelzések. A gyűrű középső sávjából az elfordítható lyuk-gnomon karika hiányzik. A gyűrű külső palástján észak-olasz és dél-német városok neve a hozzájuk tartozó, egész számra kerekített szélességi fokjelzésekkel. ...”

„Ltsz.: 1988.3. Készítés ideje: 1925–1930 között, szabadalmi leírása szerint gyártója Drágffy Sándor, érsekivadkerti földbirtokos. Sárgaréz, rögzített füllel, elfordítható lyuk-gnomon gyűrűvel, átmérője 45 mm, szélessége 15,5 mm, vastagsága 2 mm. Vétel.

Az azimuth napgyűrű a legegyszerűbb függeszthető napóra, amelyet Magyarországon (ásatási leletek szerint) már a 16. századtól kezdve használtak. Igen elterjedt típus, német területeken gyakran „Bauernring”-nek, azaz parasztgyűrűnek is nevezték. Ezért meglepő, hogy 1925. május hó 4-én egy magyar földbirtokos, Drágffy Sándor szabadalmat kért és 1930. május 1-jén meg is kapta azt 92224 sorszámmal. ... Az azimuthgyűrű a Nap horizont feletti magassági szögét méri a függőleges síkban, így lehet vele az időt meghatározni. Csak azon a földrajzi szélességi fokon mutatja a pontos időt, amelyre készítették. ... A gyűrűpalást külső részén dátumjelzés, azaz a hónapok vésett kezdőbetűi és a 969-es sorszám van. ... A gyűrű belső felületén ezen túl a SOL bevésés (jelen-

tése Nap) és a SZAB.BEJ. (szabadalmi bejegyzés) rövidítés olvasható...” (1. ábra)

Elsőként még ne az indokoltnak tűnő meglepetés okozóját, a *szabadalmazott napórát* nézzük, hanem magát a napórát, mint műfajt, mint általános kultúrtörténeti tárgyat, mint a régi korok korabeli csúcstechnológiáját és tudományát megtestesítő mérőeszközt.

Ma a napórákat látványos, de nem sok hasznot hajtó fali épületdíszként ismerjük. Van egy többé-kevésbé ferdén lógó pálca a falban, körülötte néhány sugaras vonal, esetleg cirkalmasan írt számok, jelek, latin szavak. Néha festmény vagy egyéb képzőművészeti alkotás is vonzza a tekintetet. Ha összehasonlítjuk az árnyék és a karóránk jelezte időt, azok ritkán egyeznek. Igen, ilyen a hagyományos napóra, ezek a szinte kötelező részei és tulajdonságai. Mert a napórák az elmúlt harmadfél évezred remek természettudományos alkotásai, a legelső mérőműszerek, a világ megismerési folyamatának kőbe faragott, fémbe öntött kövületei, a játékos elme találékonyságának látványos tanúságtevői, sok szép műalkotás ihletett hordozói, az idővel kapcsolatos filozófiák és tömören fogalmazott népi bölcsességek hirdetői, fizikai ismereteink változásainak „megkövesült” tanúi. És – lám – a Nemzeti Múzeum Történeti tárának jóvoltából egy napóra még egy szabadalmi – jogi – történeti vizsgálat tárgyává is lehet.

A napórák működésével, skálaszerkesztéseivel az elmúlt 30-35 évszázadban igen sokan, igen alaposan foglalkoztak, a vonatkozó irodalmi források sora szinte végtelen. A korabeli lehetőségek miatt ezek az ismertető a körzövel-vonalzóval végzendő hagyományos geometriai szerkesztések leírását tartalmazzák.

1. ábra. Két kép a Drágffy-gyűrűről a Magyar Nemzeti Múzeum Óra- és Műszergyűjteményében, *Dabasi András* felvételei [3].



Jelen írás először az Albireo Amatőrcsillagász Klub azonos nevű folyóirata részére készült, de a 2014/1 számban megjelent bevezetés után újabb szám már nem jelent meg. Köszönet a *Fizikai Szemlének*, hogy nem hagyta elveszni a mondanivalót.

Ezek a régi szerkesztések elvben ma is jól, de a gyakorlatban különféle rajztechnikai, kényelmi okok miatt már csak nehézkesen használhatók.

A babilóniai (i. e. ~1800), majd később az ógörög (i. e. 600–150) papok, csillagászok mai tudásunk szerint is meglepő pontossággal ismerték a Nap és a többi égitest Földről látszó napi-évi mozgásait. Az ilyen irányú, korai ismeretek tették lehetővé, hogy az idő mérésére napórákat és naptárakat készítsenek, illetve a napórák segítségével szerezzenek adatokat a világ megismeréséhez, leírásához. Például az i. e. 1360. július 15-i napfogyatkozás révén lehetett azonosítani a Bibliában leírt, a zsidók és az emóriak közötti, Józsué vezetésével zajló zsidó honfoglalási csata időpontját. I. e. 870 körül működik Illés próféta, ekkoriban írják a Biblia Királyok Könyveit. Ennek Kir. II. 16:10–14 és 20:9–11 verseiben említik a napórákat (nyilván utalásként is a korabeli tudományos technikai fejlettség csúcscsúcsaira). Az i. e. 700 körül írt ótestamentumi részekben szintén több helyen szerepelnek az idő mérésére szolgáló napórák, meg az időmérésre utaló részek (Zsoltárok 119:62 és 119:164, Józsué 10:12–13, Ézsaiás 38:8), akár csak az Újtestamentumban is (Máté 20:1–16).

I. e. 269-ben(?) *Beroszosz* babilóniai tudós pap megírja görög nyelven Babilónia történetét. Napórák számításaival is foglalkozik. A rómaiak az első pun háború idején (i. e. 264–241) az elfoglalt dél-itáliai Calabriából hadizsákmányként i. e. 263-ban Rómába visznek egy napórát. Az egyik legnevezetesebb ókori európai napóra Augustus császárhoz kapcsolható. Ő i. sz. 10-ben a római Mars mezőn felállította az Egyiptom feletti győzelmét hirdető hadizsákmányát, a talapzatával együtt körülbelül 30 méter magas vörös gránit obeliszket. A tér körülötte lévő, mintegy 250×400 méteres területén az obeliszk csúcsához, mint árnyékvetítő ponthoz illeszkedő óra- és hónapvonalak mutatták az időt.

I. e. 75(?) – i. sz. 15(?) közt élt a római *Marcus Pollio Vitruvius*, világot járt zsoldos hadmérnök, építész és szakíró. Tízkötetes építészeti tankönyvét (*De architectura libri decem*) 3-4 tucatnyi latin és görög elődöt (sok helyen szó szerint) idézve, és saját gondolatai, tapasztalatai alapján 33 és 14 közt írta. Ebben egy könyvet szánt a napórákkal kapcsolatos csillagászati és matematikai tudnivalók ismertetésére, megemlítve az akkor használatos, vagy korábbi napórafajtákat. A napórákhoz szükséges szerkesztési leírás meglehetősen rövid, mert a részletesebb leírást Vitruvius „azért mellőzte, nehogy túl sokat írjon és így botránkozást okozzon, s mert nem szeretné, ha mások tudását az övének tartanák”. A könyvhöz eredetileg néhány rajz is tartozott, de ezek a kéziratos másolások alkalmával el-elmaradtak, ma már ismeretlenek. A művet az ókorban és a középkorban olvasták ugyan, de kevesen. „Világsikerét” a konstanzi zsinat alkalmából fellendült „idegenforgalom” egyik eredményeként a svájci St. Gallen bencés kolostorából 1416-ban előszedett példánynak, majd 1486-tól a könyvkiadó nyomdászoknak és a fordítóknak köszönheti. *Leonar-*

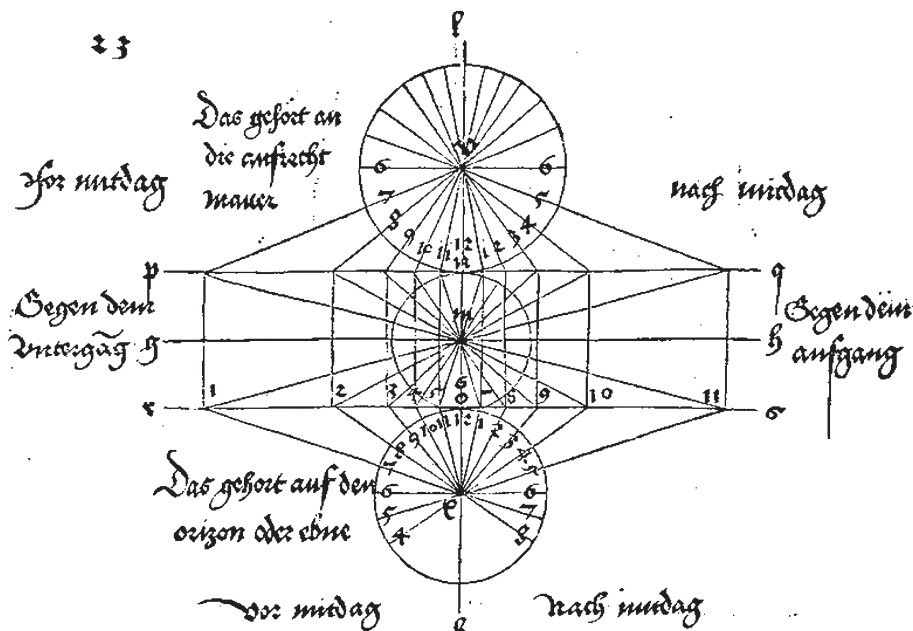
do, Dürer és más humanista művészek nemcsak tanultak Vitruviustól, hanem a hiányzó rajzokat pótlандó a nyomtatott műhöz szép és jó, új rajzokat is készítettek [4]. Főleg az ő tevékenységük nyomán alakultak ki és terjedtek el a máig fennmaradt napórák alaptípusai.

Albrecht Dürer (1471–1528) magyar apa németté lett fia, grafikusként, rézmetszőként és matematikusként egyaránt jelentőseket alkotott. A napóraskálák összefüggéseinek 1525-ből tőle származó rajzai és elegáns leírása, ma használatos középiskolás matematikai alapismeretek birtokában könnyen érthetőek. *Girolamo Cardano* (1501–1570) itáliai orvos, matematikus, filozófus, író, (akinek a vegyes harmadfokú egyenletek megoldására kidolgozott módszere időnként mai magyar gimnáziumi tananyag) napórák skálájának linearizálására készített finommechanikai szerkezete izmosabb kialakításban a gépkocsik és más gépek hajtásláncában mifelénk kardáncsukló és kardántengely néven közismert.

Johannes Kepler (1571–1630) megfigyeléseken alapuló törvényei (1609, 1618), majd *Isaac Newton* (1642–1727) és követőik munkássága nyomán lett pontosan ismert, hogy a Föld (és a többi égitest) a Nap körül miért és milyen pályán, hogyan mozog. Másként fogalmazva az, hogy a Nap (és a többi égitest) Földről látható napi és évi mozgását mi okozza, és ezt milyen képletekkel lehet *pontosan* leírni, vagy a kívánt hibakorláton belül közelíteni.

Apáczai Csere János 1653-ban a *Magyar Enciklopédiájában* azt írta, hogy a napóra nagyban segíti az emberek boldogulását (nyilván a célszerű időfelhasználás elősegítése okán). 1686-ban a budai vár visszavételekor egy holland zsoldos katona elvesztette hordozható zsebnapóráját, amit az 1970. évi ásatások során megtaláltak. Newton és mások munkássága nyomán olyan napórákkal is lehet találkozni, amelyekben nem valaminek az árnyéka, hanem egy fényfolt mutatja az időt. Hiszen egy tükör (kis tó!) által visszavert fénypont útjához is lehet – ha nem is egyszerűen – egy adott felfogó felületre illeszkedő óraskálát számítani. Ma már van borús ég alatt, sőt kereskedelmi forgalomban kapható, éjszaka, akár a pincében is működő „napóra”. Ennek tartószerkezetébe ugyanis olyan digitális elektronikus szerkezetet rejtettek, amely sötétben a pontos időt a napos időben működő árnyékvetítő skálájához illeszkedő rejtett LED-ek működtetésével mutatja.

Itt érdemes még néhány technikai, matematikai érdekességet is megemlíteni. Az első, hogy a rendszerint hosszadalmas csillagászati számítások jelentős hányadára azért van szükség, mert a különböző jellegű mérendő mennyiségeket az előfordulási helyüktől, illetve a mérési körülményektől függően más-más koordináta-rendszerben célszerű/lehet meghatározni, mint ahol azok felhasználásra kerülnek. Ahogy a napi időt is különböző módokon (helyi idő, zónaidő, 5 perc múlva, délelőtt, tegnap, jövő szerdán, két év múlva, Kr. e. 123-ban stb.) adjuk meg az alkalom célszerűsége szerint, úgy a hely vagy egyéb jellem-



2. ábra. Dürer skálaszerkesztési rajza [4].

az adott helyen az ottani vízszinteshez viszonyítva ferde helyzetű a skála síkja, de az árnyékvetőhöz viszonyítva merőleges. Ezen óraváltozat előnye, hogy a számlap osztásközei egyenletesek, 24 óra = 360°, és a besugárzási viszonyoktól függően egész évben napkeltétől napnyugtáig működik. Hátránya, hogy a számlap síkjára az árnyék az év nyári felében felülről, míg a téliben alulról vetül. Ezért célszerű a számlap síkját valahogy eltüntetni, vagy legalábbis átlátszóvá tenni. A számlap átlátszatlanságából származó használati kényelmetlenséget többféle módon lehet megkerülni. Legegyszerűbb, ha a skálasík helyett az egyenlítőt mintázó keskeny

zök megadására is többféle módszert alakítottak ki az évszázadok folyamán.

Egy másik érdekesség, hogy ókori elődeink milyen jó gyakorlati érzékkel bírtak. Manapság a síkszögek nagyságát a szarak közé húzható körív hosszának és sugarának hányadosaként értelmezzük, és így a mértékegység nélküli *radiánban* adjuk meg, vagy egységként a kör 360-ad részét tekintve *fokban* (és a törtrészeket a hagyományos 60-as számrendszerben). Használják más szögegységeket is: a geodéták a negyedkör 100-ad részét *gonnak* nevezik és a törtrészeket is a 10-es számrendszer szerint számolják; a csillagászok az ívmásodpercet és a Föld pályájának sugarát kapcsolják össze *parszek* néven távolságegységként. Antik őseink a körív nagyságaként a hozzá tartozó húr jól mérhető tartották a szög jellemzőjének, ennek megfelelően a szöget is a távolság egységével mérték. Hiszen a körív hosszát gyakorlatilag nem lehet mérni, csak értelmezni, illetve számítani! Ezért azután a mai szinuszokkal kapcsolatos tételek és táblázatok helyett húr táblázatokkal és távolságokkal dolgoztak.

Egy kevés matematika a legegyszerűbb napórákhoz

A napórákat árnyékvetőjük, illetve számlapjuk elhelyezkedése szerint célszerű csoportosítani. A legegyszerűbb „szerkezetű” napóra egy földbe szúrt, függőleges bot (a gnómón), amelynek árnyékát a vízszintes talajon lehet nyomon követni. Amilyen egyszerű ez a felépítés, olyan nehézkes a mérésre alkalmas számlap osztáspontjainak megszerkesztése.

Jól használható, egyszerű alapváltozatnak az *egyenlítői óra* tekinthető. Ennek rúd alakú árnyékvetője a Föld forgástengelyével párhuzamos, míg a skála síkja (a számlap) az Egyenlítővel párhuzamos. Ezért

körhengert helyezünk az árnyékvető mint tengely köré. Más lehetőség, ha az árnyékvető a Föld forgástengelyével párhuzamos marad, de a számlap síkja egy vízszintes asztallap, vagy egy függőleges falsík lesz. Ezekben az esetekben a napórák osztásközei már nem egyenletesek. A vízszintes asztali óra is egész évben működőképes napkeltétől napnyugtáig. A függőleges falon lévő óra „működési” ideje legjobb esetben csak napi 12 óra lehet, és ez is változik az év folyamán.

A sík skálafelületű napórák működését (skálafüggvényüket) a következő alapvető jellemzők, és a belőlük származtatható egyéb mennyiségek határozzák meg:

φ – a felállítási hely földrajzi szélessége,¹

L – az árnyékvető hossza,

α – az árnyékot felfogó sík normálisának vízszintes irányszöge (elfordulása),

γ – függőleges irányszöge (dőlése).

A napórák számításai szempontjából legfontosabb alapösszefüggések a Nap járását meghatározó – pontos vagy közelítő – képletek (levezetések nélkül) a következők:

$$\delta \approx -23,44^\circ \cdot \cos \left[\frac{360^\circ \cdot (11,75 + n)}{365} \right],$$

$$\tau = 15^\circ \cdot (t - 12),$$

$$\sin m = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos \tau,$$

$$\sin A = \frac{\cos \delta \sin \tau}{\cos m}.$$

Itt δ a Nap deklinációja ($-23,5^\circ < \delta < 23,5^\circ$), n az évi napszám (január 1.: $n = 1$), t az idő órában kifejezett számértéke ($0 < t < 24$), τ a Nap óraszöge a délkörtől

¹ Minden szöget fokban mérünk.

mérve ($-180^\circ < \tau < 180^\circ$), m a Nap magassági szöge ($0^\circ < m < 90^\circ - \varphi$), A a Nap irányszöge a délkörtől mérve ($-180^\circ < A < 180^\circ$).

Ezekből az adatokból kiszámítható valamennyi napóra árnyékvetéssel kapcsolatos összes skálajellemzője. A legtöbb napóra skálája közvetlenül a napi időt, az órákat mutatja. Ezekhez igen gyakran napokat, hónapokat mutató görbesereg is csatlakozik. Ritkán, de lehet olyan „napórákkal” találkozni, amelyek skálájáról a Nap éppen időszerű magassági szögét, illetve irányszögét és más jellemzőket (például a napkeltétől eltelt vagy napnyugtáig hátralévő időt) lehet leolvasni. Ha az árnyékfelfogó nem sík, hanem térbeli felület, akkor még más geometriai adatokra is szükség van.

Dürer skálaszerkesztési módszerének rajza a 2. ábrán látható [5]. Ennek alapján, levezetések és magyarázatok nélkül a legegyszerűbb síklapú óraváltozatokon az óravonalak egyenletei mai írásmód szerint a következők.

Asztali napórára:

$$\operatorname{tg} Z = \sin \varphi \operatorname{tg} \tau.$$

A délkörtől α szöggel elfordult függőleges falon lévő napórára:

$$\operatorname{tg}(Z - f) = \sin g \operatorname{tg}(\tau - b).$$

E képletekben

$$\operatorname{tg} f = \frac{\sin \alpha}{\operatorname{tg} \varphi},$$

$$\sin g = \cos \alpha \cos \varphi,$$

$$\operatorname{tg} b = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin \varphi}.$$

Ahol Z a skálavonal szöge a délvonaltól, τ a Nap óraszöge a délkörtől mérve, α a fal elfordulása a K–Ny iránytól, f az árnyékvető talpszöge, g az árnyékvető sablonszöge, b az árnyékvetőhöz tartozó óraszög.

Ha a fal nemcsak elfordult, hanem dőlt is, azaz mintegy általános helyzetű támfalat, háztetőt képez, a skálavonalak egyenlete hasonló az előzőekhez, de a paraméterek számítási képletei kissé bonyolultabbak [5]:

$$\operatorname{tg}(Z_\gamma - f_\gamma) = \sin g_\gamma \operatorname{tg}(\tau - b_\gamma)$$

E képletben

$$\cos f_\gamma = \frac{\sin \varphi - \sin g_\gamma \sin \gamma}{\cos g_\gamma \cos \gamma},$$

$$\sin g_\gamma = \sin \gamma \sin \varphi - \cos \alpha \cos \gamma \cos \varphi,$$

$$\sin b_\gamma = \frac{\sin \alpha \cos \gamma}{\cos g_\gamma},$$

ahol az előző jelöléseken túl Z_γ a skálavonal szöge a támfal esésvonalától, f_γ a támfalra értelmezett talpszög, g_γ a támfalra értelmezett sablonszög, b_γ a támfalra értelmezett óraszög, γ a fal dőlésszöge a függőleges síktól.

A hordozható napórák alkalmazásánál, ha a Nap irányszögének mérésén alapulnak, sarkalatos kérdés: hol van a helyi délkör síkja, azaz merre van észak? A pontos tájolás egyszerűsítése érdekében rendszerint olyan napórákat készítettek, amelyek több, különféle rendszerű alap-napórát egy szerkezetként tartalmaztak. Gyakori kiviteli alakjuk miatt a doboznapóráknak nevezett szerkezetek belső, vízszintes skálalapjához rögzítették az árnyékvető fonal egyik végét, míg a függőlegesbe állított dobozfedél ugyancsak belső skálalapja feszítette a szál felső végét. A kinyitott dobozt vízszintes síkba állítva addig és úgy kell függőlegesen tengely körül forgatni, hogy mindkét alap-napóra azonos időt mutasson. Szokásos volt az is, hogy napórát iránytűvel építettek egybe. Vannak olyan napórák, amelyek a Nap magassági szögének mérésén alapulnak, ezek működési elvéből fakad, hogy az adott helyen mindig a Nap irányába kell fordítani, tehát érdektelen a pontos északi irány helye. Ilyenek többek között a gyűrűs napórák. Erről cikkünk második részében lesz szó.

Végezetül még egy történelmi idézet

– vígaszul azoknak, akiket fásaszt a formulák követése

A szakirodalmi könyvek tudományosságukat rendszerint azzal akarják bizonyítani, hogy több bennük az idegen, főként a latin és a görög (újabban az angol) szakszó, mint a magyar. Egy-két hagyományos csillagászati, matematikai vagy egyéb szakmai alapfogalom szokásos megnevezését nyilván nem lehet (és nem is érdemes) megkerülni. Ám a legtöbb szakmai kifejezés magyar nyelven is ismert. Ha valaki ezeket nem érti, annak az anyanyelvét kell tanulmányoznia. Mert mindenki számára ma is hasznos lehet, amit *Arany János* keserű humorral vetett papírra másfél évszázada Vojtina ars poétikája és az akadémikus urak stílusában [6]. Ekként szól a bölcs ajánlás a tudományhoz, mit jónak tartanak,

*Beszédhez, amit versnek mondanak,
Mindenesetre kellenek szavak.
Te mindig olyan szót válassz, csinálj,
Amit ne értsen János, vagy Mihály;
Legjobb, ha tenmagad sem érted azt:
Így legalább soha meg nem akadsz,
Mert aminek értelmét nem tudod,
A szó, mindenhová illeni fog.*

Irodalom

1. Gát Eszter: „Karika Réz kompassus.” A Magyar Nemzeti Múzeum gyűrű-zsebnapórái. *Folia Historica* 18 (1993) 237–254.
2. Az óra- és műszergyűjtemény. in: *A 200 éves Magyar Nemzeti Múzeum gyűjteményei*. (Pintér J. szerk.) Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, 2002. 446–451.
3. *A Magyar Nemzeti Múzeum új szerzeményei*. (Pintér J. szerk.) Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, 2004.
4. Vitruvius, Pollio: *Tíz könyv az építészetéről*. Képzőművészeti Kiadó, Budapest, 1988.
5. Molnár János: *A napórákról*. Kairosz kiadó, Budapest, 2012.
6. *Arany János válogatott versei*. Ciceró Kiadó, Budapest, 2000. 83.