

# Regiomontanus és a reneszánsz műszerkészítés

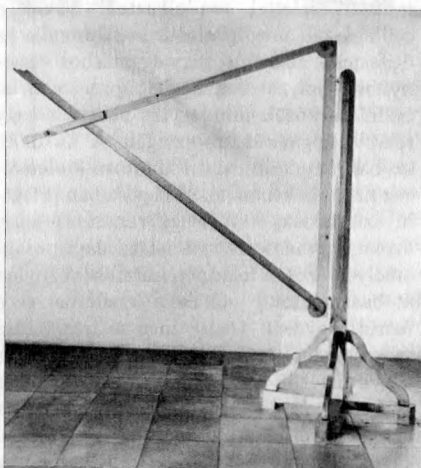
A korai reneszánsz idején a fellendülő matematikai tudományok (csillagászat, földmérés, térképészet, navigáció) új és tökéletesített mérőeszközök kidolgozására ösztönözte a tudósokat és műszerkészítő mestereket. A XV. sz. végén Európa kulturális és gazdasági központjaiban egyre több műhely létesült, elsősorban a szögmérő és időmeghatározó eszközök iparszerű (manufakturális) gyártására. A mérésen alapuló térkép-felvételek, a csillagászati megfigyelések pontosságának és az észlelések számának növekedése, a hajózás rohamos fejlődése és az időmérés fokozódó igénye egyre több és pontosabb precíziós eszközt, berendezést kívánt. Ezek előállításához már ilyen munkákra szakosodott mesterekre és megfelelően felszerelt műhelyekre volt szükség.

A középkor korábbi szakaszából fennmaradt mérőműszerek – nagyrészt csillagászati eszközök – és műszerleírások, tervek általában az eszköz tulajdonosának, ill. a leírás szerzőjének neve alatt ismertek. Kopernikusról tudjuk, hogy maga készített háromszázas szögmérőt fából. Nagyon kétséges azonban, hogy minden középkori csillagász olyan kezűvel rendelkezett, amely egy-egy asztrolábium vagy gyűrűsteke előállításához szükséges. Bizonyára ezeknek a korai szög- és időmérőknek nagy részét fémművesek, ötvösök állították elő, megfelelő leírás (és rajz), vagy kész minta alapján, a szakember utasítása szerint.

A finommechanika mesterei közül először az órákészítők jelezték rendszeresen nevüket vagy névjelüket, és helyenként céheket is alkottak. A XV. sz. végén a mérőműszerek mindinkább összetettebbé, bonyolultabbá váltak, az ilyen eszközök iránti kereslet is nőtt. Ez a mesterek specializálódását vonta maga után, akik gyártmányaik jóságát, megbízhatóságát éppen a készítő nevével garantálták.

A reneszánsz kor csillagászaik egyik legfőbb feladatuknak tekintették az ókori klassziku-

sok (Hipparkhosz, Ptolemaiosz) csillagászati adatainak ellenőrzését, és szükség esetén helyesbítését. A csillagászati mérések ekkoriban az égitestek, elsősorban a Nap, a Hold és a bolygók égi helyzetének meghatározását jelentette. Az égi koordináták pontos meghatározására a szögmérő műszerek finomítását és új, tökéletesebb műszertípusok szerkesztését tűzték ki célul.



Kopernikusz háromszázas szögmérőjének (1520) rekonstrukciója (Krakkó, Collegium Maius)

A finommechanika fejlődésének nagy lendületet adott a XVI. sz. elején az óceánt átszelő tengerhajózás, mivel a nyílt tengeren a tájékozódás (navigáció) egyik legfontosabb módszere a csillagászati helymeghatározás volt. Az időmeghatározás fokozódó igénye: a hordozható napórák (zsebnapórák) elterjedése vezetett a XVI. sz.-ban a precíziós eszközök tömegtermelésére. A nürnbergi, augsburgi, diepei, utóbb a párizsi, londoni kompaszkészítő műhelyek felvirágzásában nagy szerepe volt ezeknek a tudományos elvek alapján megszerkesztett, de a széles vásárló közönség igényeit szol-

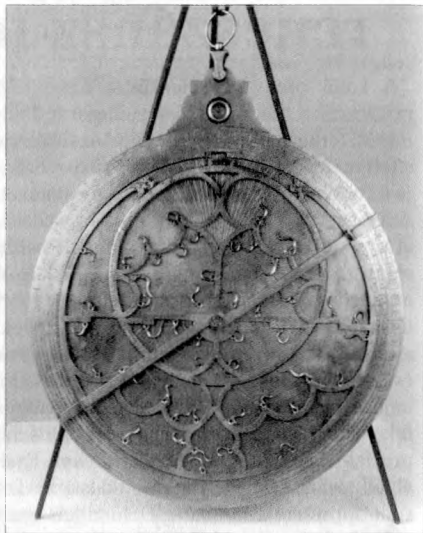
gáló időmérőeknek. A XVI. sz. közepétől egyre nagyobb vevőkört jelentettek a műszerrel dolgozó földmérők, térképészek. A birtokfelmérésektől a regionális és birodalmi térképezésig mind több és több pontosabb szögmérő eszközre volt szükség, de a bányaművelés is mindinkább megbízható felméréseket kívánt. (A tűzérési irányzók-ról nem is szólva.)

## Az antik örökség

A késői ókor és a kora középkor észlelő csillagászai aránylag szerény megfigyelő műszerkészlettel rendelkeztek. Mivel a csillagászati megfigyelések legfőbb célja az égitestek – abszolút vagy egymáshoz viszonyított – helyzetének meghatározása volt, az észlelőeszközök mindegyike abszolút vagy relatív szögmérésekre szolgált. A Kr. u. II. sz.-ban az alexandriai Kaludiosz Ptolemaiosz nagy művében, az *Almagest*-ben (Megalé szüntaxisz = A Nagy rendszer) leírja azoknak a mérőeszközöknek az alaptípusait, amelyek azután majdnem másfél évezreden át használatosak voltak: a kvadránst és a meridiángyűrűt – nála még a delelő Nap magasságának mérésére –, a gnómont és a gyűrűstékét (armilláris szférát). Az ókor öröksége az éggömb (glóbusz) amely az égi helyzeteik szerint, koordináta hálózattal együtt ábrázolja a csillagos égboltot. Az éggömb nem csak szemléltető eszköz volt, hanem mérőműszer is, amely a reá vésett fokbeosztások segítségével, megfelelően beállítva megmutatta az egyes égitestek kelését és nyugvását, delelését, pillanatnyi irányát, látóhatárhoz viszonyított helyzetét.

A Kr. u. VIII. sz. után a mohamedán tudósok továbbfejlesztették a ptolemaioszi hagyományt, finomították és tökéletesítették az ókori eszközöket. Egyik legjelentősebb gyakorlati eredményük az asztrólabium, a távcső előtti kor legjelentősebb, sokoldalú műszerének kidolgozása volt. Az asztrólabium egyrészt alkalmas az égitestek lát-szögös helyzetének mérésére, másrészt az égbolt pillanatnyi képének, a horizonthoz, ill. a Naphoz viszonyított pozíciójának meg-

állapítására, és a mért adatok átszámolására, különféle rendszerekbe.



Regiomontanus típusú asztrólabium, Dorn mester budai gyártmánya, 1486 (Krakkó, Collegium Maius)

Ugyancsak arab eredmény a hordozható szögmérő kvadránsok tökéletesítése, pl. a valódi (napórai) idő meghatározása céljából. A csillagászati eszközökhöz számíthatjuk a napórákat is, hiszen helyes megszerkesztésük geometriai és asztronómiai ismereteket kívánt.

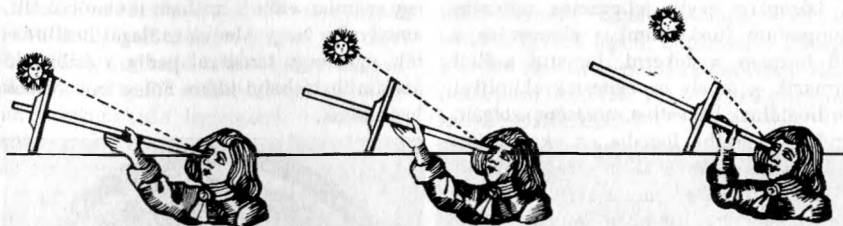
## A reneszánsz újdonságai

Az európai kora középkor legfőbb csillagászati tevékenységei, a naptárszámítás és a Hold fényváltozásának követése szerény műszerigényt jelentett. A legtöbbször alkalmazott eszközök az armilláris szférák és a kézi kvadránsok voltak. A nap felosztására csak az ókori napóráknál kezdetlegesebb árnyékórákat alkalmazták. (605-ben Sabinus pápa elrendelte, hogy minden egyházi épületre helyezzenek el függőleges számlapú napórát.) Az ismeretek csak a X. sz. után, kezdetben arab művek nyomán bővültek. Nem tagadható, hogy ebben közrejátszott az ún. orvos-asztrológia elterjedése, amely

a betegségek diagnózisát és kimenetelét próbálta a csillagok állásából megállapítani. A csillagászat nagy fellendülése azonban a XV. sz. derekán, az antik szerzők (elsősorban Ptolemaiosz) görög nyelvű műveinek latin fordításai nyomán bontakozott ki.

Kr. e. III. sz.-ban kb.  $1^\circ$ , a középkori iszlám észlelők mérései kb.  $0,5^\circ$  pontosságúak.

A középkor új csillagászati eszközei között időrendben a legkorábbi és legjelentősebb a Jákob botja, amelynek alap gondolata az ókorba (Arkhimédészhez) nyúlik vissza, de



A Nap magasságának mérése Jákob-bottal (XVI. sz.-i spanyol navigációs kézikönyvből)

Az ókori bolygóablázatok használatakor hamarosan kitudott, hogy a kiszámított és a valóban megfigyelhető pillanatnyi helyzetek közt gyakran igen nagy eltérés mutatkozik. Az eltérések egyik oka az ókori megfigyelések (és számítások) hibáinak felhalmozódása volt az azóta eltelt másfél évezred során. Szükség volt tehát a Nap, a Hold és a pusztán szemmel látható bolygók égi helyzetének rendszeres mérésére és a táblázatok kijavítására. A késő középkor és a reneszánsz csillagászai azonban nem csak tökéletesítették az ókori mérőeszközöket, hanem új műszertípusokat is alkottak.

Az ókortól szinte a XIX. sz.-ig a csillagászati mérések legfőbb célja az égitestek, elsősorban a bolygók égi koordinátáinak meghatározása volt. A fényesebb csillagok szinte csak viszonyítási pontokként, méréspontokként játszottak szerepet. Az égi pozíciómeghatározás alapsíkja sokáig az ekliptika – a Nap évi látszó útjának síkja – volt. Az észlelőműszerek lényegében valamilyen módon szögek, ill. ívek meghatározására voltak alkalmasak.

Csupán a teljesség kedvéért jegyezzük meg, hogy a távcső alkalmazásáig irányzásra különféle célzóberendezéseket, ún. dioptrákat, irányzókat alkalmaztak. Az egyszerű, szemmel történő beállítás természetesen eleve korlátozta a mérési pontosságot. Hiparkhosz katalógusának átlagos hibája a

első leírása Levi ben Gerson (Leo Judacus de Balneolis) francia-zsidó tudóstól származik, 1321-ből. A reneszánsz korban elterjedt alakját Johannes Regiomontanus adta meg, 1472-ben. Az egyszerű eszköz égitestek szögtávolságának (egymáshoz viszonyított helyzetének) meghatározására alkalmas, és – mivel kézben tartva is könnyen használható – a tengerészek egészen a XVIII. sz.-ig szívesen használták. Az eszköz lényegében egy egyenesen beosztott hosszabb irányzólelecből áll. A célzóléccel beirányítva az egyik égitestet a keresztléccel addig tologatjuk, míg annak csúcsa a másik égitestet nem takarja, akkor a beosztáson (megfelelő átszámítással) leolvasható a két égitest szögtávolsága.

Magyarországi vonatkozásai miatt is érdekes számunkra két másik, középkori műszer: a quadratum geometricum, vagyis a mérőkvadrát és triquetum, (trikvétum) azaz háromszáras szögmérő. (Mindkét eszköz nevének magyarítása Fleck Alajos geodéta leleménye.) Ezeknek is jellemzője, hogy – hasonlóan a Jákob-bothoz – skálájuk nem köríven, szögbeosztás mentén, hanem egyenes vonalon (lineárisan) olvasható le. A mérőkvadrát voltaképpen a negyedkörív alakú kvadráns továbbfejlesztése. A műszer alakja négyzetes, innen ered az elnevezés is. A trikvétum – háromszáras szögmérő – alap gondolatát már Ptolemaiosz leírta.

Az arab csillagászok, majd a XIV. sz.-ban a párizsi Jean de Ligniegraveres tökéletesítették, Johannes Regiomontanus pedig fémről készíttetett egy példányt. Ennek leírását, regula Ptolomei elnevezéssel Hunyadi Mátyás királynak ajánlotta.

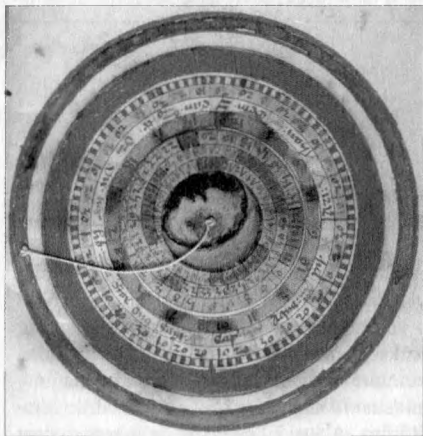
A középkor egyik jellegzetes műszere a torquetum (torkvétum) – elnevezése a latin torqueo = tekerni, forgatni szóból származik –, amely az égitestek ekliptikai koordinátáinak közvetlen mérésére szolgált; a műszer magába foglalja az ekvatoriális állvány szerkezetét is. Első említése Nasir ad-Din, (1201–1274) perzsa csillagász kéziratában található. 1284-ben Franco de Paris írta le, egy fejlettebb változatát Nicolaus Cusanus használta 1444-ben. Az 1460-as években Regiomontanus tökéletesítette, és egy fémről készült példányát – a használati útmutatóval együtt – Mátyás királynak ajánlotta.

Fontos újdonság a középkori Európában az iránytű (kompassz). Kínában a VI–IX. sz. között kezdték gyakorlati céllal – tájolásra – felhasználni a mágnesűt, Európában 1260 táján bukkant fel. Különös módon a földmérők, térképészek, csillagászok csak két évszázaddal később, a XV. sz. közepén figyeltek fel erre az eszköze. Úgy tűnik, hogy az osztrák Georg Peuerbach, majd tanítványai, Regiomontanus és Hans Dorn szerelték fel műszereiket az égtájbeállítás megkönnyítése céljából iránytűvel. Talán az ő nevükhöz fűződik az a felismerés, hogy a mágnesűt iránya kisebb-nagyobb mértékben eltér a földrajzi (csillagászati) észak-dél iránytól: az 1460-as években észlelték már a mágneses deklináció (elhajlás) jelenségét.

Az iránytű alkalmazása nagymértékben hozzájárult a hordozható, ún. zsebnapórák elterjedéséhez is az 1460–70-es évektől. Bár a hordozható napórák egyes típusai kompassz nélkül is használhatók, a XV. sz. végétől igen népszerűvé váltak azok az árnyékórák – többnyire összecukható doboz formában –, amelyeknek égi pólusra irányuló árnyékvetőjét iránytű segítségével kell észak felé beállítani.

A XVI. sz. elején jelent meg egy másik

egyszerű időmérő eszköz, amely éjszaka a Nagy Medve (Göncöl) vagy a Cassiopeia csillagainak meridiánhoz viszonyított helyzete alapján jelezte – eléggé pontatlanul – a helyi időt. A nocturlabium, horologium vagy stellarium nevű eszköz lényegében egy számlap előtt forgatható mutatóból áll, amellyel a Nagy Medve csillagai beállíthatók, egy forgó tárcsával pedig a csillagidő átszámítható helyi időre. Főleg tengerészek használták.



Kézzel rajzolt holdfázis-számoló tárcsa Szalkailászló esztergomi érsek diákkori jegyzeteiben, 1491-ből. (Esztergom, Főszékesegyházi könyvtár)

A középkori műszerek készítőjeként többnyire a tervező csillagászt nevezik meg. De aligha lehetett minden asztronómusnak olyan készsége (és műhelye), hogy maga gyártsa eszközeit. Legtöbbször talán ügyes ötvösökkel dolgoztattak. A XVI. sz. elején azonban a csillagászati és térképészeti műszerek készítése már egyre inkább iparszerűvé vált. Nevezetes volt a nürnbergi, majd az augsburgi ún. kompasszkészítők céhének munkája.

## Magyarországi műszerek és műszerkészítők

Bár a magyarországi csillagászatról már a XIII. sz.-tól vannak adataink, az asztronómia

(és asztrológia) fellendülését a Hunyadi-korszak: a korareneszánsz hozta. Ebben a fellendülésben a magyar reneszánsz három kiemelkedő egyéniségének, Mátyás királynak, Vitéz János (1408–1472) nagyváradi püspöknek, majd esztergomi érseknek, és a humanista költőnek, Janus Pannoniusnak (1434–1472) volt döntő szerepe. Ők hívták a királyi udvarba a kor ismert lengyel, német, olasz tudós embereit. Ha a hazánkban tevékenykedő legjelesebb reneszánsz csillagászok nem is voltak a magyar föld szülöttei, munkásságukkal megindították a magyarországi csillagászat fejlődését, és hírnevük hosszú időre példát, hivatkozási lehetőséget adott a magyar csillagászoknak.

A XV. sz. első felében azonban még nem volt hazánkban olyan matematikus, aki csillagászati eszközöket tervezhetett, még kevésbé olyan mesterember (ötvös, fémműves), aki ilyen műszerek készítésére vállalkozhatott volna. Erre utal Janus Pannonius 1460 táján írt levele a raguzai Giovanni Gazulóhoz. Arra kéri Gazulót, hogy a könyvében leírt csillagászati műszereket készíttesse el számára Raguzában: „Egyébként kérve kérünk benneteket, gondoskodjatok róla, hogy Ptolmaeus gyűrűit, s a többi eszközt ott a mi költségünkre elkészítsék és megcsinálják; mert itt Magyarországon nincs senki hozzáértő mesterember.” Fél évszázaddal később azonban már arról értesülünk, hogy a budai ötvösök képesek pontos műszereket készíteni. E sorokból az is kiderül, hogy Janus Pannonius maga is próbált észleléseket végezni.

Biztosabb adatunk van egy másik eszközről, amelyet Georg Peuerbach (1423–1461), a bécsi egyetem magisztere 1460-ban küldött – leírással együtt – Vitéz János nagyváradi püspöknek. Peuerbach legfőbb célja az volt, hogy az Almageszt latin fordításának hibáit kiigazítsa, adatait ellenőrizze. A torkvétumról könyvet is írt. Vitéz Jánossal személyes kapcsolatban állt, és tisztelete jeléül egy nagy, kb. 2 méter oldalhosszúságú, fából készült mérőkvadrátot küldött számára. A quadratum geometricum álló és fekvő oldala 1200 egységre volt felosztva, és a skála-

leolvasást táblázat segítségével közvetlenül szögfokokra lehetett átszámítani.

Peuerbach legkiválóbb tanítványa, Johannes de Regio Monte, vagyis Regiomontanus (családi nevén Johann Müller, 1436–1476) nem csak mesterének elméleti munkáját tökéletesítette, hanem a műszertervezés terén is tovább lépett. Gyakorlati segítséget jelentett számára egy másik tanítvány, Hans (Johannes) Dorn (kb. 1425–1509 k.) dominikánus műszerkészítő.

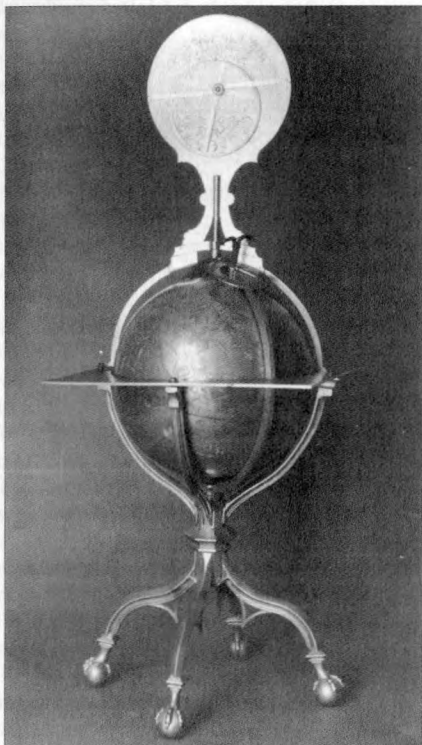


Dorn mester Regiomontanus típusú torkvétuma (1490). Valószínűleg ilyen műszert készített Mátyás király számára is (Krakkó, Collegium Maius)

Rövid bécsi kitérővel 1467 tavaszán érkezett Vitéz János hívására Magyarországra. Négyesztendei magyarországi működése alatt (1471 tavaszáig) gyakran tartózkodott Vitéz János, akkor már esztergomi érsek palotájában, és többek között egy nagy torkvétumot is készített pártfogója számára, és ahhoz részletes útmutató leírást is összeállított. Működéséről képet ad a Krakkóban őrzött nagy torkvétum, amelyet Hans Dorn magiszter készített budai műhelyében, az 1480-as években.

A szászországi származású Hans Dorn domonkosrendi szerzetes, matematikus, műszerkészítő valószínűleg Regiomontanus biztatására telepedett le Magyarországon.

A hagyomány szerint a budai domonkos kolostorban rendezte be műhelyét, ahol valószínűleg több segéddel is dolgozott. Mátyás király 1478-ban megbízta, hogy utazzon Nürnbergbe, Regiomontanus hagyatékának megszerzésére. Mátyás király halála után (1490) – vagy talán már 1486 után – visszatért a bécsi rendházba. Egy 1491. évi keltezésű nap- és csillagórája már bécsi feliratot hordoz.



Hans Dorn csillag-irányzóval felszerelt éggömbje, Buda, 1480 (Krakkó, Collegium Maius)

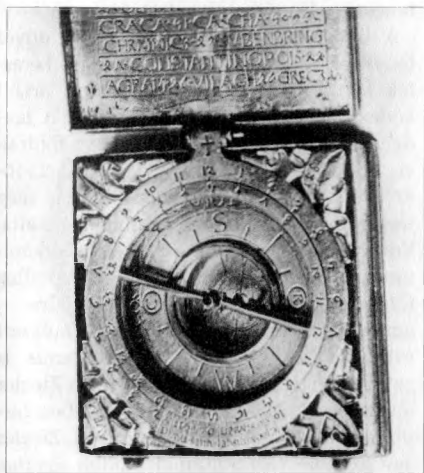
Dorn mester aránylag sok műszert készíthetett Bécsben és Budán – ezért is vélhető, hogy tanítványokkal, segédekkel dolgozott –, mivel máig is aránylag szép számú eszköze maradt fenn. Ezek között legnevezetesebb az a három műszer, amelyet ma a krakkói egyetem múzeuma őriz. Ezeket, bizonyára Mátyás király költségén, a lengyel születésű

Martin Ilkusch (Marcin Bylica z Olkusz, kb. 1433–1493) budai plébánosnak, az uralkodó udvari asztrológusának készítette. Erre utal Ilkusch címere, amelyet az éggömb vízszintes lemezébe véstek.

Az egyik eszköz egy 1480-ban készült éggömb – a legkorábbi ránk maradt reneszánsz églóbuszok egyike – amelyre egy kis asztrolábium is illeszthető. Az egész glóbusz 134 cm magas, a bronz éggömb átmérője 34 cm. Az éggömbön a csillagok igen finoman, fényességük jelzésével vannak feltüntetve. A glóbusz egy függőlegesen álló, ún. meridiángyűrűben forgatható, amely a négy-szögletes, többféle beosztást hordozó vízszintes naptárkeretbe illeszthető, és abban elfordítható. Az elforgatással az éggömb északi pólusa minden földrajzi helyen az égbolt északi pólusára (a megfelelő földrajzi szélességre) beállítható. A meridiángyűrűn azonban egy függőleges nyúlvány is tologatható, amelyre egy asztrolábium tartója illeszthető, és körbe forgatható. Az asztrolábium talpáról két, fokbeosztásos negyedkörív nyúlik le, a glóbusz mentén. A 24 cm átmérőjű asztrolábium egyik oldalán 4x90 fokos beosztás, és forgatható irányzó (dioptra) található. Ezzel a felszereléssel az asztrolábium-feltétes éggömb egy csillagászati mérőműszerré válik, amely többek közt alkalmas arra, hogy egy ismeretlen koordinátájú égitest helyzetét közvetlenül bejelöljék az éggömbön. A Dorn-Bylica-glóbusz valójában egy mechanikus számológép. Hasonló jellegű csillagirányzót Stephanus Rosinus is készített 1500 körül, a Dorn-féle műszer tehát az első ilyen eszköz. A vízszintes naptárlemezen még egy kis csapó-napóra is található, iránytűvel ellátva, Buda földrajzi szélességére érvényes árnyékvetővel. A kompaszdoboz aljára Dorn bevészte a mágneses iránytű mutatta észak eltérését a földrajzi északi iránytól, vagyis megjelölte az akkor érvényes mágneses deklinációt.

A másik nagyméretű műszer a bronz torkvétum (1490 körül), amely a 20° és 60° közötti földrajzi szélességeken használható. Az ekvátorkorong (órákör) átmérője 37 cm, az ekliptikai szélesség mérőkör 38 cm

átmérőjű. A műszer hasonló lehet ahhoz, amit Regiomontanus készített az esztergomi érseknek. A berendezés talpára egy aránylag nagyméretű, vízszintes számlapú iránytűs napóra van beépítve, Buda földrajzi helyzetére. A mágneses eltérés itt is bevéselt vonallal van jelölve ( $10^\circ$  keletre). Szerkezete azonos azzal a fa-torkvétummal, amelyet Apianus ábrázolt 1540-ben kiadott művében.



Az „Ave Maria napóra” belseje, alul a számlap és az iránytű, fent a földrajzi helyek jegyzéke. Dorn mester budai gyártmánya, 1481 (Oxford, Tudománytörténeti Múzeum)

A harmadik eszköz a 45 cm átmérőjű, bronz asztrolábium 1487-ből. A műszer befejezetlen, az égi koordinátahálózat a  $48^\circ$  és  $51^\circ$  földrajzi szélességeken használható (vagyis Budán és Krakkóban). Dorn mester összesen 48 csillag helyét ábrázolta az asztrolábiumon, ami szokatlanul nagy szám az ilyen műszereknél, de a jelentős méret indokolja. Felirata: MARTINI PLEBANI (utalás Martin Ilkuschra). Egy kis iránytű (deklinációjelzéssel) itt is megtalálható.

Ezeket az eszközöket Regiomontanus halála után (1476) készítették, de kétségtelen, hogy az ő tervei alapján. A műszerek legfontosabb részlete, a skálák fokbeosztása 1 fokos, a leolvasás kb.  $1/4$ – $1/2^\circ$  pontosságú. Maga a beosztás azonban ennél pontatlanabb, néhol

puszta szemmel is felismerhető. Mivel a Dorn-műszerek a korai reneszánsz legjobb alkotásai voltak, osztáshibáikat ismerve megbecsülhetjük a korabeli átlagos mérési pontosságot: kb.  $1/2^\circ$ . A három műszert Martin Ilkusch 1490-ben ajándékozta egykori főiskolájának, a krakkói Jagelló Egyetemnek. Közülük egymagában a glóbuszt 10 aranyra értékelték!

Hans Dorn nevét hordozza az a napórával összeépített csillagóra (nocturlábium), amely a British Museumban található. Felirata: HANS DORN PREDIGRORDEN AUF VIENN 1491. Ennek az eszköznek alapján azonosítható további másik négy, ún. doboznapóra. A kb. 6 cm élhosszúságú, kettéhajtható aranyozott bronzdoboz belseje egy harmadik lemezt rejt: a napóra számlapját, amely minden helyen a megfelelő földrajzi szélesség szöge szerint állítható be. A doboznapórák belsejébe a fontosabb európai helységek földrajzi szélességét is bevészték. A leg részletesebb az oxfordi Tudománytörténeti Múzeumban őrzött, Dorn mester által készített példány jegyzéke: 75 helynevet és szélességadatot tartalmaz, ezek közül 6 magyarországi földrajzi hely. Jellemző a napóra-dobozok egyik sarkába felvéselt AVE MARIA felirat, amely alapján Ave Maria napóráknak is nevezik (1481). A mágneses eltérést is feltüntette az iránytűn.

Csupán megemlítjük, hogy a szakirodalom részben Dorn nevéhez kapcsol egy sorozat kis méretű, U vagy patkó alakú napórákat (egy példány ezekből Pécsen található). Ernst Zinner, nem egészen következetesen, a legkorábbiakat Peuerbach, a későbbieket Regiomontanus, a legutolsónak datáltakat Dorn készítményének véli. E sorok írója szerint talán egy példány valóban XV. századbeli, míg a többi utánzat, hamisítvány.

Hans Dorn vitathatatlanul úttörő volt a műszerkészítés terén: a legkorábbi specia- lisan csillagászati és rokon eszközök gyártására szakosodott finommechanikusként tarthatjuk számon. Nagyjából ekkoriban – kissé talán később – találkozunk Prágában és Krakkóban hasonló célú műhelyek csíráival. Túlzás nélkül állíthatjuk, hogy a



A reneszánsz új típusú időmérője, a nocturlabium, az éjszakai időmeghatározásra, XVIII. sz. (Országos Műszaki Múzeum)

modern precíziós finommechanika a Bécs–Buda–Krakkó–Prága négyszögben, vagyis Közép-Európában alakult ki. A XV/XVI. sz. fordulójának gazdasági, szociális és katonai helyzete azonban nem kedvezett ebben a térségben a fejlődésnek. Magyarországon már a török hódítás előtti években, az ország kincstárának kiürülésével megszűnt a még nem eléggé önállósult műszermanufaktúra anyagi háttere.

## A követők

Nincsen közvetlen adatunk Dorn tanítványairól vagy segédeiről. Egy feljegyzés azonban arra utal, hogy – legalábbis Mátyás király életében – voltak folytatói munkájának. Egy bizonyos Mattheus de Ungaria nevű domonkos rendi szerzetes 1488-ban engedélyt kapott a rendfőnöktől – aki egyébként Dornnak is elöljárója volt –, hogy Rómába menjen, hogy ott „a mechanikai [műszerész] művészetét gyarapítsa”.

A későbbi évtizedekből az ország több részéről is tudunk órásokról, akik nyilván másféle precíziós műszert is készíthettek. Mégsem alakulhatott ki nagyobb szabású finommechanikai ipar, mivel a gyorsabban fejlődő nyugat-európai manufaktúrákkal nem versenyezhettek a kisebb megrendelőikkel dolgozó hazai iparosok.

Az azonban tény, hogy pl. Budán, a XV/XVI. sz. fordulóján voltak ötvösök, akik értettek csillagászati, földmérő és hasonló eszközök készítéséhez.

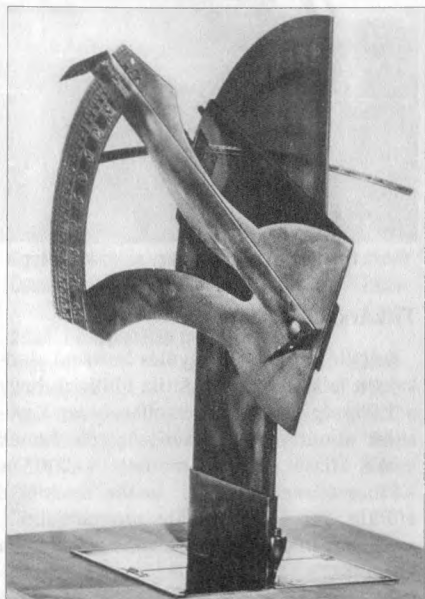
A XVI. sz. elején Nürnbergben, majd Augsburgban felvirágzik a precíziós műszerkészítő ipar, a század közepén Angliában, Hollandiában és Franciaországban is egyre több műhely létesül bányászati, tűzérési, földmérési és csillagászati, ill. tengerészeti műszerek gyártására.

A budai Corvinát még a királyi udvar fényének kihunyta után is gyakran keresték fel külföldi humanisták az ott őrzött kódex-ritkaságok tanulmányozására. A landaui Jakob Ziegler (1470 k.–1549) a földrajzi, csillagászati munkákon kívül az 1510-es években Regiomontanusnak akkor még meglevő műszerleírásait tanulmányozhatta. Erre utal, hogy tervezett egy meteoroszkópiumnak nevezett mérőeszközt – valószínűleg földrajzi helymeghatározások céljaira –, amelyhez hasonló nevű és jellegű műszert évtizedekkel korábban Regiomontanus is említett. Figyelmet érdemel azonban Ziegler levelezése 1518-ban az akkor Egerben tartózkodó olasz Celio Calcagninivel. Ziegler egy fa meteoroszkópiumot küldött Egerbe, majd szó esett arról, hogy a budai mesterek fémből egy pontosabbat készíthetnének.

A XV/XVI. sz. fordulóján Nürnbergben megalakul a körzőkészítők (kompasskészítők) céhe, amelynek egyik fő terméke a hordozható zsebnapóra. Különösen nevezetesek voltak a nürnbergi elefántcsont napórák. A század elején ezek a napórák Magyarországra is eljutottak. A budavári, diósgyőri, tatai és pogányzentpéteri feltárások során több olyan, kisméretű elefántcsont napóra is napfényre került, amelyek nürnbergi gyártmányok lehettek, az 1500–1540-es évek közt. A diósgyőri vár átátása során azonban néhány csontnapóra is előkerült, amelyek kivitelük és anyaguk (nagyállat-csont) nem nürnbergi, hanem helybeli készítménynek látszik. Valóban más leletek bizonyítják, hogy a Diósgyőr melletti pálos kolostorban készítették csont tárgyakat (pl. fésűket), ezek között talán doboznapórákat is.



Egy másik érdekes tárgy Erdélyből, a nagyszebeni szászok köréből került ki. A hordozható könyv alakú gépora kinyitható hátlapjába napóra, holdóra-tárcsa és iránytű van beépítve. A szép munka (ma az Iparművészeti Múzeumban található, l. sz. 62. 1419), amely 1576-ban készült, Martinus Fenich ötvös és Michael Wolff órásmester munkája. Hasonló óra a bécsi Kunsthistorisches Museum gyűjteményében található.



Pühler Kristóf Gallusnak nevezett műszere, földrajzi hosszúság mérésére. Az 1560 körüli tervrekonstrukciója (Fleck Alajos útmutatásai nyomán)

A háborús viszonyok, és talán a származása miatt is németföldön dolgozott a Sopron megyei Siklósról (ma Sieglés, Ausztria) származó Pühler Kristóf (kb. 1500–1583 után). A bécsi egyetemen tanult, jó barátságban volt Philipp Apianusszal, a műszertervező Petrus Apianus fiával. Idős korában a passau St. Nikla kolostorban élt, és itt írta meg földméréstani kézikönyvét, 1558–61. között. Ez a műve, amely talán az első középszintű földméréstani és csillagászati-geometriai kézikönyv, a maga idején eléggé elterjedt lehetett. Ebben két műszert

ismertet, amelyet saját találmányának mond. Az egyiket torkvétumnak nevezi, bár az a Regiomontanus-féle eszköz egyszerűsített, gyakorlatias változata. A másikat, amely a Hold és valamelyik csillag deleléskülönbségének mérésére szolgál, alakja után galusként (kakas) említi. Mai szemmel mind az általa ismertetett módszerek, mind pedig eszközeinek elve korához képest modernnek mondható.



Napórának használható kézi kvadráns. Debreceni „amatőr műszerész” gyártmánya 1778-ból (Magyar Nemzeti Múzeum)

Összegezve azt a ma még nagyon hézagos képet, amelyet az eddig feltárt dokumentumok és megismert tárgyak a magyarországi reneszánsz csillagászati eszközeiről mutatnak, láthatjuk, hogy az 1460-as évektől a műszerellátottság és műszergyártás egyaránt fellendült. A felívelést egyrészt az európai gazdasági élet súlypontjának áthelyeződése (az Atlanti-óceán megnyílása Amerika felé), másrészt Magyarország politikai, katonai hanyatlása törte meg. Ennek ellenére a pusztításoktól megkímélt országrészekben továbbra is találunk eseteket kezdeményezésekre – és műszerek használatára is –, és a korábbi felvirágzás tette lehetővé, hogy ne szakadjunk el a nyugat-európai kulturális fejlődéstől.

Bartha Lajos