

IDŐSZÁMÍTÁS

Belucz Bernadett

Csillagászati Tanszék, Eötvös Lóránd Tudományegyetem
Magyar Napfizikai Alapítvány, Gyula



KRONOLÓGIA

KRONOLÓGIA ALAPFOGALMAI

- ▶ Az idő alap-mértékegységeinek meghatározása többnyire **csillagászati megfigyelésekhez** kötődött.
- ▶ A korai, idővel kapcsolatos megfigyelések a társadalmakban fontos helyet foglaltak el.
- ▶ Minden élelemtermeléssel foglalkozó kultúra - legyen az állattenyésztő vagy földművelő - számon tartotta az idő múlását.
- ▶ Ennek módja azonban földrajzi régióként, kultúránként és időben is nagyban változó. Három csillagászati jelenség adja a mértékegységek alapjait, amelyből öt alapvető időegységet képeztek.

KRONOLÓGIA ALAPFOGALMAI

- ▶ **szoláris év:** a **Föld Nap körüli keringésének ideje**. A szoláris év hossza 365 nap, 5 óra, 48 perc és 46 másodperc.
- ▶ **tropikus év:** az év mai meghatározása, azon idő, mely alatt a **Nap delelési pontja egy adott földrajzi helyen kétszer egymás után az égbolt ugyanazon helyére tér vissza**.
- ▶ **holdév: 12 holdhónap**. A holdév hossza 354 nap, 8 óra, 48 perc, 36 másodperc.

KRONOLÓGIA ALAPFOGALMAI

- ▶ **holdhónap:** a **Hold Föld körüli keringésének ideje**. A holdhónap hossza 29 nap, 12 óra, 44 perc és 3 másodperc.
- ▶ **nap:** a **Föld saját tengelye körüli forgása**, a legalapvetőbb és legtriviálisabb időintervallum. Ennek ellenére mégis kétféle van belőle, a csillagnap és a Nap-nap, vagy valódi nap. Az előző egy **csillag két egymást követő delelése**, az utóbbi a **Nap két egymást követő delelése** között telik el. A szoláris nap valamivel rövidebb a valódi napnál a Föld mozgása következtében.

ÉVEK ÉS HÓNAPOK

- ▶ **Anomalisztikus év:** Az az idő, amely alatt a **Föld a perihéliumból perihéliumba jut**. Minthogy ez a pont minden évben $11,5''$ -et előre vándorol, az anomalisztikus év valamivel hosszabb a sziderikus évnél.

$$T_a = 365^d, 25964134 + 0^d, 00000304 T = 365^d 6^h 13^m 53^s \quad (1)$$

- ▶ **Sziderikus év:** Az az időtartam, mialatt a **Föld az állócsillagokhoz képest megkerüli a Napot**.

$$T_{szid} = 365^d, 256363051 + 0^d, 00000011 T = 365^d 6^h 9^m 9^s \quad (2)$$

- ▶ **Tropikus év:** Az az időtartam, amely alatt a **Nap az ekliptika mentén megtett, látszó évi útja során a tavaszpontból kiindulva oda visszaérkezik**.

$$T_t = 365^d, 242189669781 - 0^d, 00000616 T = 365^d 5^h 48^m 46^s \quad (3)$$

ÉVEK ÉS HÓNAPOK

- ▶ **Anomalisztikus hónap:** Az az időtartam, amely alatt a **Hold a perigeumból oda visszajut.**

$$t_a = 27^d,554549878 - 0^d,00000001039 T = 27^d 13^h 18^m 33.1^s \quad (4)$$

- ▶ **Drakonikus hónap:** A **Hold felszálló csomóponttól a felszálló csomópontig** megtett útjához szükséges idő.

$$t_d = 27^d,212220817 + 0^d,000000003833 T = 27^d 5^h 5^m 39.5^s \quad (5)$$

- ▶ **Tropikus hónap:** Az az időtartam, amely alatt a **Hold a tavaszpontból kiindulva oda visszaérkezik.**

$$t_t = 27^d,321582241 + 0^d,000000001506 T = 27^d 7^h 43^m 4.7^s \quad (6)$$

ÉVEK ÉS HÓNAPOK

- ▶ **Szinodikus hónap:** Az az idő, ami alatt a **Hold egy fázistól ugyanabba a fázisba kerül.**

$$t_{szin} = 29^d, 530588853 + 0^d, 000000002162 T = 29^d 12^h 44^m 2.9^s \quad (7)$$

- ▶ **Sziderikus hónap:** Az az időtartam, ami alatt a **Hold az állócsillagokhoz képest ugyanabba a pontba tér vissza.**

$$t_{szid} = 27^d, 321661547 + 0^d, 000000001857 T = 27^d 7^h 43^m 11^s \quad (8)$$

IDŐSZÁMÍTÁS IDŐRENDSZEREK

IDŐSZÁMÍTÁS - IDŐRENDSZEREK ÁTTEKINTÉSE

- ▶ idő mérése \Rightarrow természetben előforduló szabályosan ismétlődő folyamat \Rightarrow csillagászati jelenségekhez kapcsolhatók

ÉRÁK ÉS EPOCHÁK

- ▶ Az epocha egy meghatározott időpont, amihez a naptárhasználó népek az időszámításukat igazítják.
- ▶ Ettől a kezdőponttól számlált időadatok összessége az éra.
- ▶ pl. görög olimpia (i. e. 776), Róma alapítása (i. e. 753), Krisztus születése vagy Mohamed Mekkából való menekülése (622)
- ▶ a legegyszerűbben használható éra a XVI. század végén alkotott **Julián-dátum**
- ▶ epochája i. e. 4713. január elseje, déli 12 óra világidő ⇒ ennél korábbi, pontosan datálható esemény sohasem válik ismertté
- ▶ látszólag állandó helyzetű égi objektumok koordinátái a koordináta-rendszer(ek) időbeli változása miatt ⇒ adott időpontra vonatkoznak ⇒ epocha

INERCIAIDŐ

- ▶ **Newton első törvénye** \Rightarrow teljesen magára hagyott test, melyre külső erő nem hat, egyenlő időközönként egyenlő utakat tesz meg \Rightarrow elvileg időmérés \Rightarrow inerciaidő \Rightarrow nem létezik ilyen test \Rightarrow más idő-definíciókat kell keresni, amely **megközelíti az inerciaidőt, ugyanakkor nem térnek el jelentősen a mindennapi életben megszokott időszámítástól**

CSILLAGIDŐ

- ▶ nappalok és az éjszakák változása \Rightarrow a Föld tengelykörüli forgása \Rightarrow **inerciaidőben mérve szabálytalan**
- ▶ Föld egyenletesen forog \Rightarrow csillagidőt (s) kell használnunk
- ▶ **Egy tetszőleges csillag óraszöge a Föld egy tengelykörüli forgása alatt 24^h -val változik \Rightarrow egy tetszőleges, az állócsillagokhoz rögzített égi pont óraszögének mérése \Rightarrow tavaszpont.**
- ▶ A csillagidő tehát a tavaszpont óraszöge.
- ▶ ismert rektaszcenziójú csillagok óraszögének mérése

CSILLAGIDŐ

- ▶ Tetszőleges égitestre igaz az alábbi összefüggés:

$$s = \alpha + t. \quad (9)$$

- ▶ **csillagidő a delelő csillag rektaszcenziója**
- ▶ Amikor a megfigyelő meridiánján a Tavaszpont éppen delel, akkor ott a csillagidő 0^h .
- ▶ A tavaszpont két egymást követő delelése között eltelt időtartam a **csillagnap**.
- ▶ A csillagidő **helyi idő**, mivel függ a megfigyelő meridiánjától, ezért a földfelszín különböző hosszúsági körein más és más.

CSILLAGIDŐ

- ▶ A **tavaszi napéjegyenlőség** esetében a Nap éppen a Tavaszpontban tartózkodik, ez azt jelenti, hogy a Nap delelésekor a csillagidő éppen 0^h !
- ▶ nyári napforduló időpontjában a Nap delelésekor a csillagidő 6^h , az őszi napéjegyenlőségkor 12^h , míg a téli napforduló esetében 18^h -kor delelne a Nap!
- ▶ A **csillagnap** $0,008^s$ -cel **kevesebb** a Föld forgási periódusánál amiatt, hogy a tavaszpont a Föld tengelyének lassú elmozdulása miatt (precesszió) mozog az álló csillagok mozdulatlan háttéréhez képest.

VALÓDI SZOLÁRIS IDŐ

- ▶ a **Nap deleléséhez, mozgásához igazodik**
- ▶ a Nap mindig pontosan 12^h -kor delel, akkor a valódi szoláris időt (m_{Sol}) kell bevezetni
- ▶ Ez definíció szerint a **napkorong középpontjának óraszöge** $+ 12^h$. Ha a Nap delel, akkor óraszöge nulla, azaz a valódi szoláris idő éppen 12^h ,

$$m_{Sol} = t_{Sol} + 12^h. \quad (10)$$

- ▶ A valódi szoláris idő is **helyi idő**, mert függ a megfigyelő meridiánjától, azaz a földfelszínen elfoglalt helyzetétől. A valódi szoláris idő egysége a **valódi nap**, mely a napkorong középpontjának két egymást követő delelése között eltelt időtartam.
- ▶ a **valódi napok hossza az év folyamán változik** \Rightarrow a Nap pályamenti keringési sebessége nem állandó

FIKTÍV EGYENLÍTŐI KÖZÉPNAP

- ▶ ha a Naphoz igazodunk + idő csillagidőben is egyenletesen teljen \Rightarrow képzeletbeli égitestet kell definiálnunk \Rightarrow **Fiktív Ekliptikai Középnap** egy olyan képzeletbeli égitest, mely csillagidőben mérve egyenletesen halad az ekliptikán, az ekliptika befutásához ugyanannyi időre van szüksége, mint a valódi Napnak, és vele minden évben napközelen találkozik.
- ▶ óraszöge nem változik egyenletesen \Rightarrow **Fiktív Egyenlítői Középnap** egy olyan hipotetikus égitest, mely egyenletesen halad az égi egyenlítőn, azt ugyanannyi idő alatt futja be, mint a Fiktív Ekliptikai Középnap, és vele a tavaszpontban találkozik.

FIKTÍV EGYENLÍTŐI KÖZÉPNAP

- ▶ Fiktív Egyenlítői Középnap rektaszcenziója a következő formulával adható meg:

$$\alpha_u = 24110.^s54841 + 8640184,^s812866 T_u + 0,^s093104 T_u^2 \quad (11)$$

ahol T_u a 2000. jan. 1^d12^h világidőtől eltelt Julián Évszázadokat jelenti.

- ▶ Ma definíció szerint a Fiktív Egyenlítői Középnap alatt azt az egyenlítőn tartózkodó fiktív pontot nevezzük, amelynek rektaszcenzióját ez a formula adja meg.

VILÁGIDŐ

- ▶ A világidő (UT) a **Fiktív Egyenlítői Középnapnak a greenwichi meridiánon mért óraszöge + 12h**, azaz

$$UT = t_u + 12^h. \quad (12)$$

- ▶ Mint minden égitestre, a Fiktív Egyenlítői Középnapra is igaz az alábbi összefüggés:

$$s = \alpha_u + t_u. \quad (13)$$

- ▶ ezt beírva a világidő definíciójába kapjuk, hogy:

$$UT = s - \alpha_u + 12^h. \quad (14)$$

VILÁGIDŐ

- ▶ Mivel a **Fiktív Egyenlítői Középnapi rektaszcenziója** (α_u) csillagidőben (s) egyenletesen változik, a világidő is egyenletesen változik csillagidőben mérve. A világidő tehát olyan idő, mely a Föld Nap körüli keringésén, valamint a Föld tengelykörüli forgásán alapul.
- ▶ A világidő az **inerciaidőhöz viszonyítva nem múlik egyenletesen**, hiszen a csillagidőn keresztül tartalmazza a Föld tengelykörüli forgásában meglévő szabálytalan ingadozásokat.
- ▶ a világidő és a Fiktív Egyenlítői Középnapi különbség jelenleg még nem haladja meg a 0.1^s -t

KÖZÉP SZOLÁRIS IDŐ

- ▶ A közép szoláris időt régebben a Fiktív Egyenlítői Középnapnak a megfigyelő meridiánjától mért t_u óraszögével definiálták:

$$m = t_u + 12^h. \quad (15)$$

- ▶ Jelenleg a közép szoláris idő definíciója:

$$m = UT + l. \quad (16)$$

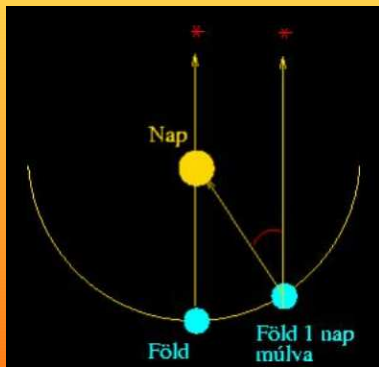
ahol l a **megfigyelő földrajzi hosszúsága**, melyet órába kell átszámítanunk. (+ Greenwich-től K, - Greenwich-től Ny)

- ▶ A közép szoláris idő **helyi idő**, mert a különböző földrajzi hosszúságokon más és más.
- ▶ Egysége a **középnap**, mely UT világidőben 0^h és 24^h között eltelt időtartam. Ez az időtartam gyakorlatilag megegyezik a Fiktív Egyenlítői Középnap két egymást követő delelése között eltelt idővel.

A KÖZÉPNAP ÉS A CSILLAGNAP KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉS

- ▶ Ahhoz, hogy a különböző időrendszerek közötti átszámításokat elvégezzük, ismernünk kell a **csillagidő** és a **világidő (vagy közép szoláris idő)** közötti kapcsolatot.
- ▶ A csillagidő a Föld tengelykörüli forgásán alapul. **Egy csillagnap az az időtartam, mely egy tetszőleges állócsillag két egymást követő delelése között eltelik.**
- ▶ **Egy középnap az az időtartam, mely a Fiktív Egyenlítői Középnap két egymást követő delelése között eltelik.**

A KÖZÉPNAP ÉS A CSILLAGNAP KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉS



A csillagnap és a középnap közötti összefüggés. Látható, hogy egy csillag két egymást követő delelése rövidebb időtartam, mint a Fiktív Egyenlítői Középnapi két egymást követő delelése.

A KÖZÉPNAP ÉS A CSILLAGNAP KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉS

- ▶ Az ábrán látható módon deleljen most **egyszerre egy csillag és a Fiktív Egyenlítői Középnap**. Nézzük meg, hogy mi történik csillagnap eltelte után!
- ▶ Az ábrán látható, hogy a vizsgált **csillag delelése hamarabb következik be**, mint a Fiktív Egyenlítői Középnap delelése, ugyanis a **Föld pályamenti helyzete megváltozott**, és emiatt megváltozott a Nap rektaszcenziója is.
- ▶ Ahhoz, hogy a Fiktív Egyenlítői Középnap is deleljen, a Földnek 360° -nál többet kell a tengelye körül elfordulni.
- ▶ Ez azt jelenti, hogy a csillagnap rövidebb, mint a középnap.
- ▶ A többletelfordulás szöge (az ábrán látható piros színű ív) a 24 órának annyiad része, ahány középnap van egy évben

A KÖZÉPNAP ÉS A CSILLAGNAP KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉS

$$\Delta\alpha_u = \frac{24^h}{365.2422} = 236,5553676^s = 3^m56,55536^s \quad (17)$$

Így egy középnap alatt a csillagidő Δs változása:

$$\Delta s = 24^h + \frac{24^h}{365,24220} = 24^h3^m56,55536^s \quad (18)$$

Egy csillagnap alatt a középszoláris idő megváltozása:

$$m = 23^h56^m4,09054^s \quad (19)$$

miközben az $s = 24^h$.

EFEMERISZ IDŐ

- ▶ A világidő tartalmazza a Föld tengelykörüli forgásában meglévő előre megjósolhatatlan szabálytalanságokat. Így a csillagászati jelenségek bekövetkezésének időpontját világidőben nem lehet pontosan megadni.
- ▶ Ahhoz, hogy kiküszöböljük a Föld tengelykörüli forgásában fellépő egyenetlenségeket, olyan időrendszert kell definiálni, mely az égitestek mozgástörvényein alapul.
- ▶ Ha a naprendszerbeli égitesteket vizsgáljuk, a mozgásuk által definiált idő, azaz az **efemerisz idő** (ET) közelíti meg legjobban az inerciaidőt.

EFEMERISZ IDŐ

- ▶ Az efemerisz idő egysége az az időtartam, mely a **Nap két tavaszpontáthaladása közben** telt el az 1900. év során (azaz: az 1900. tropikus év hossza).
- ▶ Az efemerisz idő másik egysége az **efemerisz másodperc**, mely az 1900. tropikus év $1/31556925,9747$ - ad része.
- ▶ Az efemerisz idő egy kezdeti időponttól számítva efemerisz másodpercben adja meg a különböző időpontokat. Az efemerisz időt 1900. január 0. 12^h világidőtől mérik. Kapcsolata a világidővel: $ET = UT + \Delta T$.

EFEMERISZ IDŐ

- ▶ Egy égi jelenség pontos bekövetkezési időpontját efemerisz időben **csak utólag lehet megadni.**
- ▶ A ΔT **korrekciós tag számszerű értékét táblázatokban** lehet kikeresni, a táblázatban nem szereplő időpontokra ΔT értékét a meglévő adatok segítségével lehet becsülni (extrapolálni).
- ▶ A csillagászati események bekövetkeztének időpontját a Nemzetközi Csillagászati Unió (IAU) 1952. évi határozata alapján efemerisz időben adták meg.
- ▶ 1984-től erre a célra a földi dinamikus időt (TDT) használjuk, mely gyakorlatilag megegyezik az efemerisz idővel.

ATOMIDŐ ÉS A FÖLDI DINAMIKUS IDŐ

- ▶ A Nemzetközi Súly és Mértékügyi Hivatal 1967-ben elfogadta az **atomórák által mért atomidő (AT)** bevezetését.
- ▶ Az atomidő egysége az **atommásodperc**, mely definíció szerint a „ ^{133}Cs (133-as tömegszámú cézium izotóp) 2S elektronállapotának két hiperfinom állapota közötti elektronátmenetkor keletkező elektromágneses sugárzás egy periódusának 9192631770-szerese”
- ▶ Érdekes kérdés, hogy miként viszonyul egymáshoz az atomidő valamint az efemerisz idő?

ATOMIDŐ ÉS A FÖLDI DINAMIKUS IDŐ

- ▶ Az eddigi mérések azt mutatják, hogy a **két időrendszer különbsége gyakorlatilag állandó**, az egy év alatti eltérés kisebb, mint 10^{-12} . Ez azt jelenti, hogy két egymástól igen különböző jelenségeken alapuló időrendszer gyakorlatilag ugyanazt az időt szolgáltatja, ezért a **csillagászatban** az efemerisz idő helyett **az atomidő is használható**.
- ▶ Az atomidő az 1918. január 0-án 0^h világidőtől mért atommásopercek, illetve ezek többszöröseinek számát adja meg. A gyakorlatban az atomidőt igen **nagy pontosságú atomórák** segítségével mérik.

ATOMIDŐ ÉS A FÖLDI DINAMIKUS IDŐ

- ▶ Az atomidő és az efemerisz idő közötti különbség:

$$ET - AT = 32,184^s. \quad (20)$$

- ▶ A néhány másodperces különbség onnan adódik, hogy 1900. január 0. 12h és 1918. január 0-án 0h világidőben mért időpontok közötti időtartamot efemerisz időben illetve világidőben mérve ennyi különbség adódott.
- ▶ 1984. január 1-től a csillagászatban használatos idő a **földi dinamikus idő** (*TDT*), mivel az atomidő és az efemerisz idő közötti különbség időben állandó:

$$TDT = AT + 32,184^s, \quad (21)$$

mely gyakorlatilag megegyezik az efemerisz idővel.

KOORDINÁLT VILÁGIDŐ

- ▶ Az atomidő vagy a földi dinamikus idő már nem tartalmazza a Föld tengelykörüli forgásában fellépő szabálytalanságokat. Mindkét időrendszer alkalmas az idő nagy pontosságú mérésére, de kizárólagos használatuk során elcsúszhatunk a világidőhöz képest, mely a Nap járásán, valamint a Föld tengelykörüli forgásán alapul.
- ▶ Az atomidő és a világidő közötti elcsúszást úgy lehet kiküszöbölni, hogy az időt továbbra is atommásodpercekben mérik, de az idő értékét évente egyszer (vagy kétszer, ha szükséges) a világidőhöz igazítják.

KOORDINÁLT VILÁGIDŐ

- ▶ A fenti célnak megfelelő idő a **koordinált világidő (UTC)**, mely **1972. január 1-én $0^h0^m10^s$ atomidőtől atommásodperc egységekben méri az időt.**
- ▶ A koordinált világidő kezdetekor a különbség az atomidő és a koordinált világidő között: $AT - UTC = 10^s$.
- ▶ Valahányszor a koordinált világidő a világidőtől $0,7^s$ -el eltér, **UTC időben egy 1^s -es korrekciót hajtanak végre** december 31. és január 1. között, vagy ha az eltérés újra fennáll, akkor az 1^s -es korrekciót végrehajtják június 30. és július 1. között is.
- ▶ Az **atomidő és a koordinált világidő közötti különbséget táblázatokban adják meg.** A részletek közlése nélkül megállapítható, hogy a fenti különbség évente átlagosan $1s$ -el nő. Ez azt jelenti, hogy a Föld tengelykörüli forgása kissé lassul

ZÓNAIDŐ

- ▶ hogy a **koordinált világidőn** alapuló időrendszert **használni** lehessen, a **Föld felszínét hosszúsági körökkel összesen 24 darab 15° szélességű zónára osztották.**
- ▶ A nulladik zóna a $-7,5^\circ$ és $7,5^\circ$ hosszúsági körök, az első keleti zóna a $7,5^\circ$ és $22,5^\circ$ hosszúsági körök, az első nyugati zóna a $-7,5^\circ$ és $-22,5^\circ$ között stb. helyezkedik el.
- ▶ A zónahatárok nem pontosan követik a hosszúsági köröket, hanem igazodnak az országhatárokhoz. Az egyes zónákon belül használatos zónaidő (Z):

$$Z = UTC \pm k^k, \quad (22)$$

ahol k , a k . zóna.

ZÓNAIDŐ

- ▶ Az előjel **pozitív ha a zóna keleti, nyugati zóna esetében az előjel negatív.**
- ▶ Magyarország az első keleti zónában van, így a zónaidő:
 $Z = UTC + 1^h$. Ezt a zónaidőt közép európai zónaidőnek is nevezik.
- ▶ hogy a zónahatárok miatti átlapások ellentmondását feloldjuk, bevezették a **dátumválasztó** vonalat közel a 180° hosszúsági körhöz. Ha a dátumválasztó vonalat keletről nyugatra lépjük át, akkor naptárunkat egy nappal előre, ellenkező esetben pedig naptárunkat egy nappal vissza kell lapoznunk.

GYAKORLATI RÉSZE

❖ Csillagidő:

A csillagidő megegyezik a tavaszpont óraszögével.

$$\mathbf{s} = \alpha + \mathbf{t}$$

Az éppen delelő csillag rektaszценziója megegyezik a pillanatnyi csillagidővel. $\mathbf{s} = \alpha$, ha $\mathbf{t} = \mathbf{0}^h$.

Egy csillagnap a tavaszpont két egymást követő delelése között eltelt időtartam.

$$\mathbf{s} = \mathbf{UT} + |\mathbf{s}_{\text{korr}}| + \mathbf{s}_{\text{G}}^0 + \mathbf{s}_{\lambda}$$

- ❖ **Szoláris idő:** A valódi szoláris idő a Nap középpontjának óraszöge +12 óra.

$$m_{\odot} = t_{\odot} + 12^h$$

Mivel $s = \alpha + t \rightarrow$

$$s = m_{\odot} + \alpha - 12^h$$

Valódi Napnak a valódi Nap két egymást követő delelése közti időtartamot nevezzük.

❖ Középszoláris idő:

Fiktív ekliptikai közép-Napnak nevezzük azt az égi pontot, amely egyenletes szögsebességgel megy körbe az ekliptikán, annak befutásához ugyanannyi időre van szüksége, mint a valódi Napnak, és a valódi Nappal a perihéliumpontban egyezik meg.

Fiktív egyenlítői közép-Napnak nevezzük azt az égi pontot, amely egyenletes szögsebességgel megy körbe az égi egyenlítőn, annak befutásához ugyanannyi időre van szüksége, mint a fiktív ekliptikai közép-Napnak az ekliptika befutásához, és a fiktív ekliptikai közép-Nappal a tavaszpontban egyezik meg.

❖ Középszoláris idő:

A középszoláris idő (m) a fiktív egyenlítői közép-Nap óraszöge + 12 óra.

$$m = t + 12^h$$

Középnapinak nevezzük azt az időtartamot, amit a fiktív egyenlítői közép-Nap két egymást követő delelése közt eltelik. Egy évben **365.2422** középnapi van.

A középszoláris idő és a valódi szoláris idő közti különbséget időegyenlítésnek nevezzük: $E = m - m_{\odot}$

- ❖ **Összefüggés a közepszoláris idő és a csillagidő között:**

$$s = m + \alpha - 12^h$$

A csillagidő egy középnapra eső megváltozása:

$$\Delta s = 24^h 3^m 56^s.$$

Egy csillagnap alatt a közepszoláris idő megváltozása:

$$\Delta m = 23^h 56^m 4^s.$$

- ❖ **Világidő, zónaidő:** Világidő a 0 hosszúsági (greenwichi) körhöz tartozó közép-szoláris idő. (UT)
Zónaidő:

$$Z = UT \pm k \cdot \text{zone}$$

$$Z_{Bp} = UT + 1^h$$