

A csillagászat története 1.



A félév tervezett menete

- Szeptember 12: Archeoasztronómia
- Szeptember 19: Folyammenti ókori civilizációk csillagászata 1: Babilon, Egyiptom
- Szeptember 26: Folyammenti ókori civilizációk csillagászata 2: India, Kína, egyébek
- Október 3: Az ógörög csillagászat 1: Korai kozmológiai elképzelések
- Október 10: Az ógörög csillagászat 2: Platón Akadémiája, Eudoxosz, Arisztotelész
- Október 17: Az ógörög csillagászat 3: Nemsztenderd elképzelések, Arisztarkhosz mérései
- November 7: Az ógörög csillagászat 4: Ptolemaiosz rendszere
- November 14: Az iszlám középkor csillagászata
- November 21: Csillagászat a középkori Európában
- November 28: Reneszánsz csillagászat
- December 5: Kopernikusz 1: A kopernikuszi rendszer általános jellemzői
- December 12: Kopernikusz 2: A kopernikuszi rendszer részletei

Archeoaszttronómia

A csillagászat története 1
2014. szeptember 12.



A csillagászat az egyik legősibb tudomány

- A közvetlen, tiszta megfigyelésen alapul
 - nem kell hozzá labor, kísérlet... (de megfigyelő eszközök nem ártanak)
 - régen közvetlenebb kapcsolat az égi jelenségekkel, mint ma (fényszennyezés)
- Az égitestek járása a természet leghatalmasabb jelenségköre
 - praktikus jelentőség: idő mérése, naptárok, civilizációk szervezése
 - szakrális jelentőség: a világ rendje, kiszámíthatóság
 - tervszerű akarat, isteni kormányozás, az élet ciklusai és ritmusa, stb.
 - könnyen matematizálható → ma ezt várjuk el a tudománytól
- Persze a „tudomány” szó használata kissé anakronizmus
 - a modern kor előtt nem létezett a tudomány eszméje, intézményrendszere
 - sem a szakma: művelői babilóniai papok és mágusok, görög filozófusok, mohamedán hercegek, középkori szerzetesek, reneszánsz nemesek és klerikusok...
 - régen összefonódott ma tudománytalannak tartott gyakorlatokkal: asztrológia, mágia, jövendőmondás, mitológia és teológia

Az égbolt szerepe az ősi kultúrákban

- *megszemélyesített* égbolt: égitestek, csillagképek → szellemek, hősök, mitikus lények, démonok, istenek...
- az égbolt magyarázata *narratívákba*, történetekké rendeződik (lásd: ciklusok, ritmusok)
- az égi történések szabályozzák, *kormányozzák* a földi világ eseményeit
- *magyarázó szerepe* van a kozmikus, fizikai, társadalmi és morális világ rendje kapcsán
- az égbolt alapvető szerepet játszik a *világegész* (kozmosz) történetében (keletkezés, világvége, korszakok, globális események)
- E felfogás nyoma nagyon sokáig fennmarad (bolygónevek, napok nevei, csillagképek, asztrológia, stb.)



Osztyák sámándob,
Nyugat-Szibéria:
a Nap és Hold között a
soklábú világtengely
(halottak és a sámán útja a
világok közt), körülötte a
madarak a Tejutat
jelképezik.

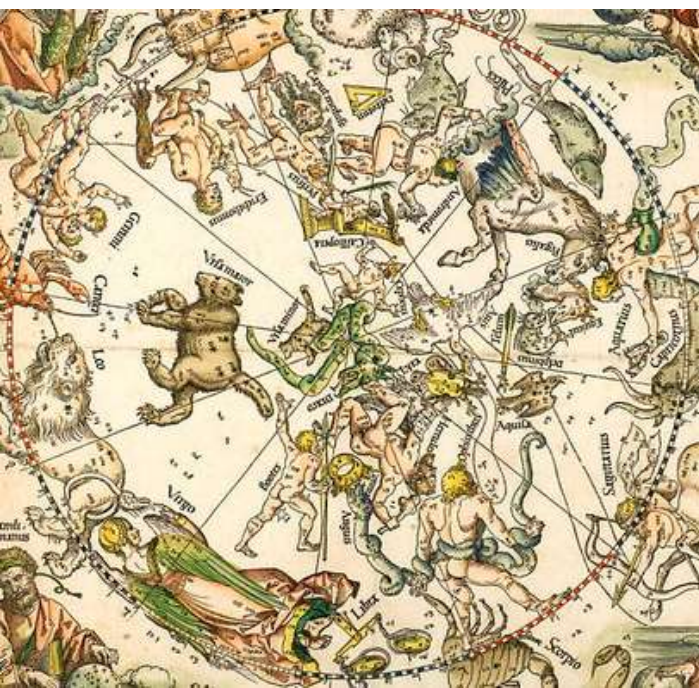
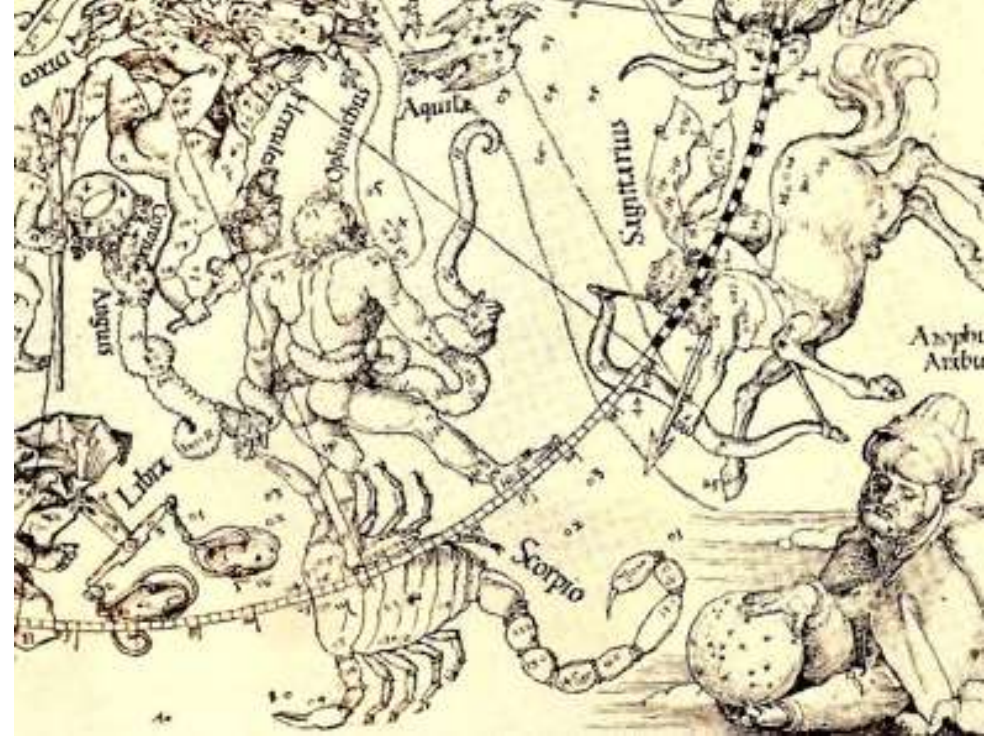
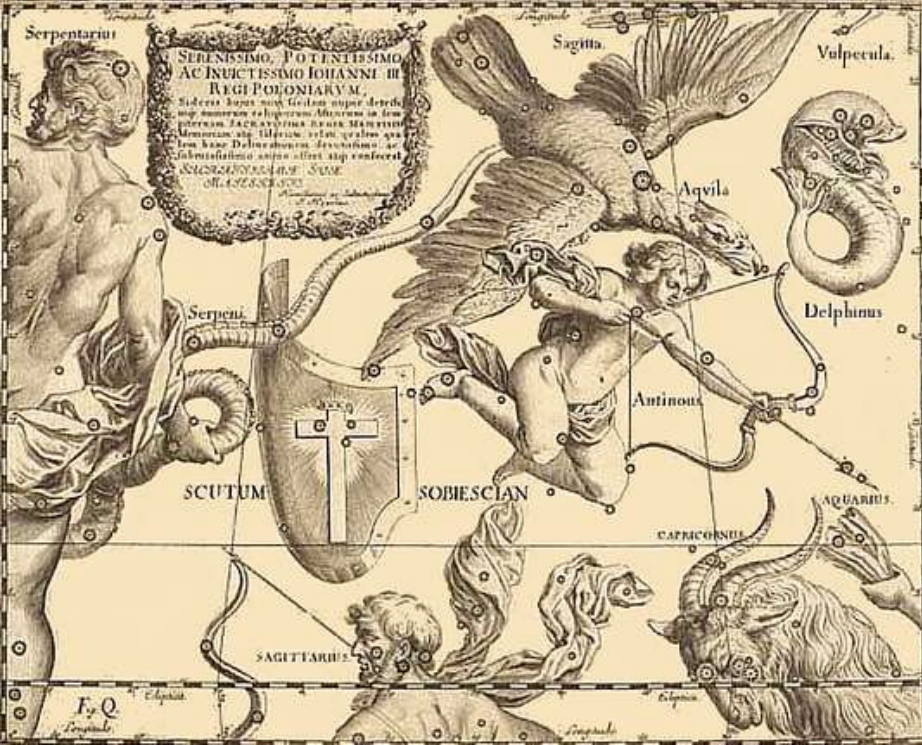
Finnugor nyelvekben a
Tejút neve általában kb.
madárvándorlást jelent
→ az őszi tejút mentén
(Hattyú) indultak a
madarak délnek.



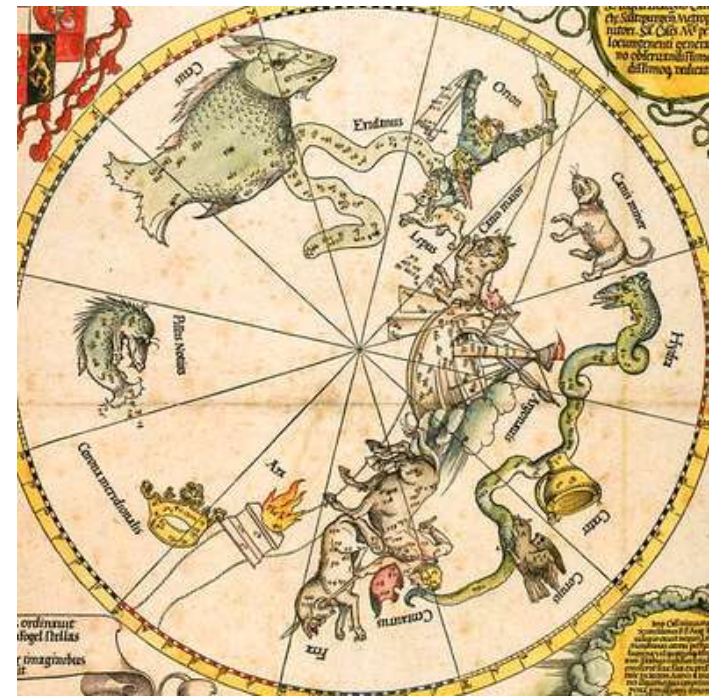
I. Széthi fáraó (i.e. 1323-1279) sírjának mennyezete: balra Ízisz (= Sirius), előtte Osiris az Orion csillagképben, majd a többi csillagkép sorra megnevezve



Héliosz, a napisten fogatát hajtja az égen. Görög kratér (keverőedény), i.e. 435.



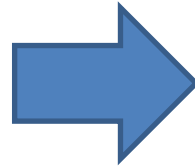
Albrecht Dürer
(1471-1528)
csillagtérképei



Az archeoasztronómia tárgya

- A fogalom jelentése

arkhé (görög): kezdet, eredet
asztron (görög): csillag
nomosz (görög): törvény



archeológia: régészet
asztronómia: csillagászat

- Az ősi kultúrák csillagászati gyakorlatának és égi jelenségekkel kapcsolatos ismereteinek, mitológiáinak, vallási és világnézeti hiedelmeinek vizsgálata
- Azzal foglalkozik, hogy a múlt emberai hogyan érezték és hogyan használták az égi jelenségeket, és milyen szerepet játszott az égbolt a kultúrájukban
→ a régmúlt csillagászatára nem (csak) tudományként tekintenek
- Művelői inkább kötik az antropológiához, mint a történelemtudományhoz (és így speciális pozíciót tölt be a tudománytörténet rendszerében)

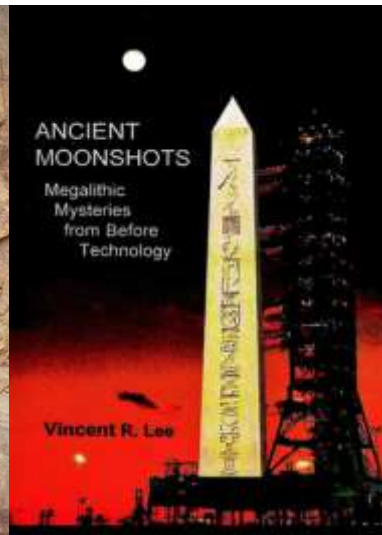
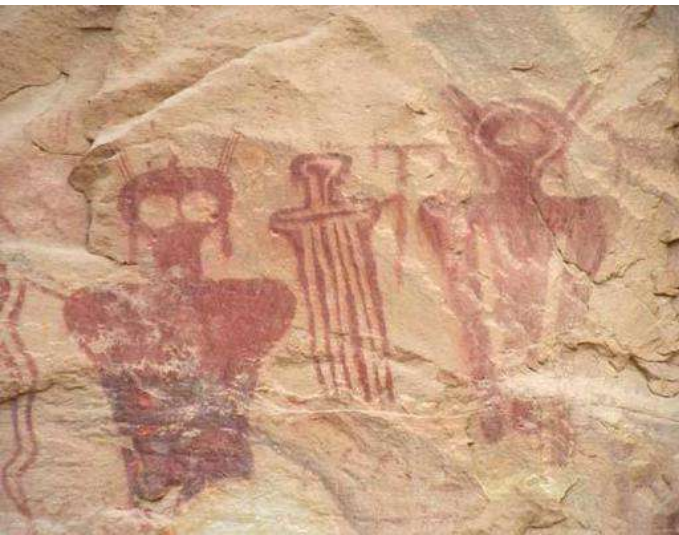
Az archeoasztronómia forrásai

- Sírok, épületek, állókövek *tájolása, elrendezése*
→ Milyen irányokat jelöltek ki: égtájak, nevezetes pontok, kelési-nyugvási helyek.
Kell hozzá: statisztikai elemzések + az ősi égbolt és terep ismerete
- *Műtárgyak vizsgálata*
→ Szimbólumok, ábrázolások
Jó hozzá: rokon kultúrák szimbólumainak, ábráinak ismerete, összehasonlítások
- *Néprajzi leírások az adott kultúráról*
Pl. hódítók beszámolóit Dél- és Közép-Amerikai kultúrákról
- *Szövegek, feliratok*
Korlátozott szerep: míg a csillagászat történetét főleg szövegekre támaszkodik, ez itt jóval ritkábban lehetséges (minél ősbibb a kultúra, annál kevésbé)

Megjegyzés: az ún. *zöld archeoasztronómia* főként az elrendezéseket vizsgálja, és kevésbé támaszkodik antropológiai ismeretekre, addig a *barna a.a.* inkább fordítva. Nagyon sokszínű a terület, sok különböző megközelítéssel.

Az archeoasztronómia bizonytalan terület

- Többféle szakterület keresztmetszete, heves kompetenciaviták terepe (pl. csillagászok ↔ régészek)
- Nagyon kevés „adatra” nagyon sok értelmezést kell ráhúzni, az elméletek erősen „aluldetermináltak” a tapasztalat által
- A szakma határai nem élesek, komoly szerepet játszanak az amatőrök, a felkészült hobbitudóstól a vakmerő külsősökig



Bizonytalan kezdetek? – pattintott kőkor vége 1.

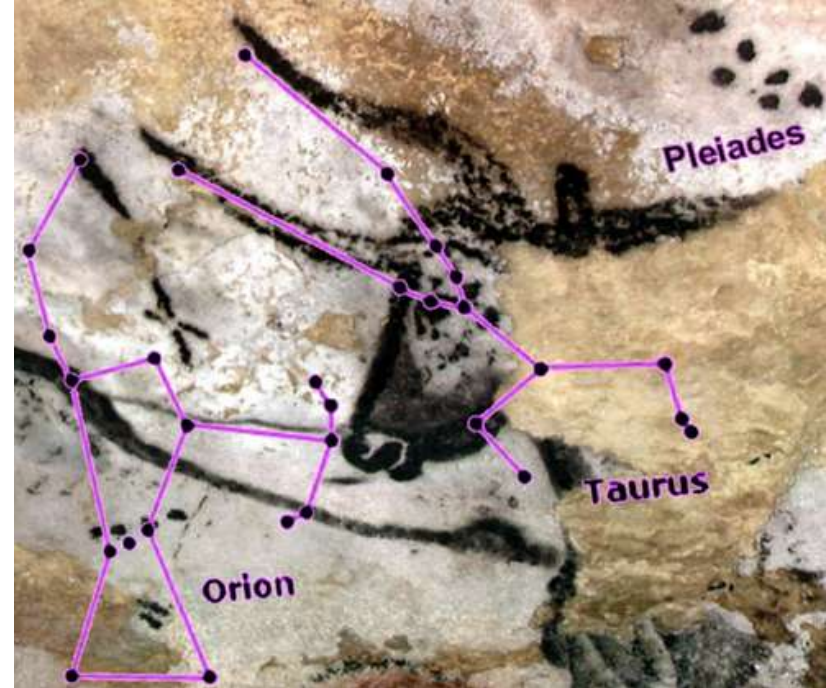
(Felső-paleolitikum, 35e-10e éve)

- Több temetkezési helyen kimutatható a holttestek tudatos tájolása
- Pl. Nílus mentén 12e-10e éve (mai Szudán): 58 csontváz → a többség fejjel K-nek, arccal D-nek fekszik
- korábbról is példák kevesebb halottal (K-Európából)
- többnyire K vagy Ny az irány → kelő vagy nyugvó Nap túlvilági jelentőséggel bírt?
- azért kifejezett csillagászatnak ez még elég kevés



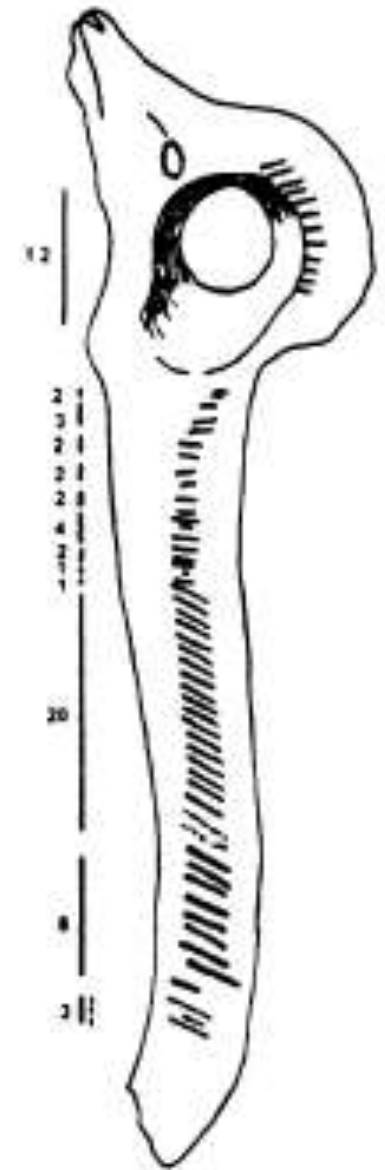
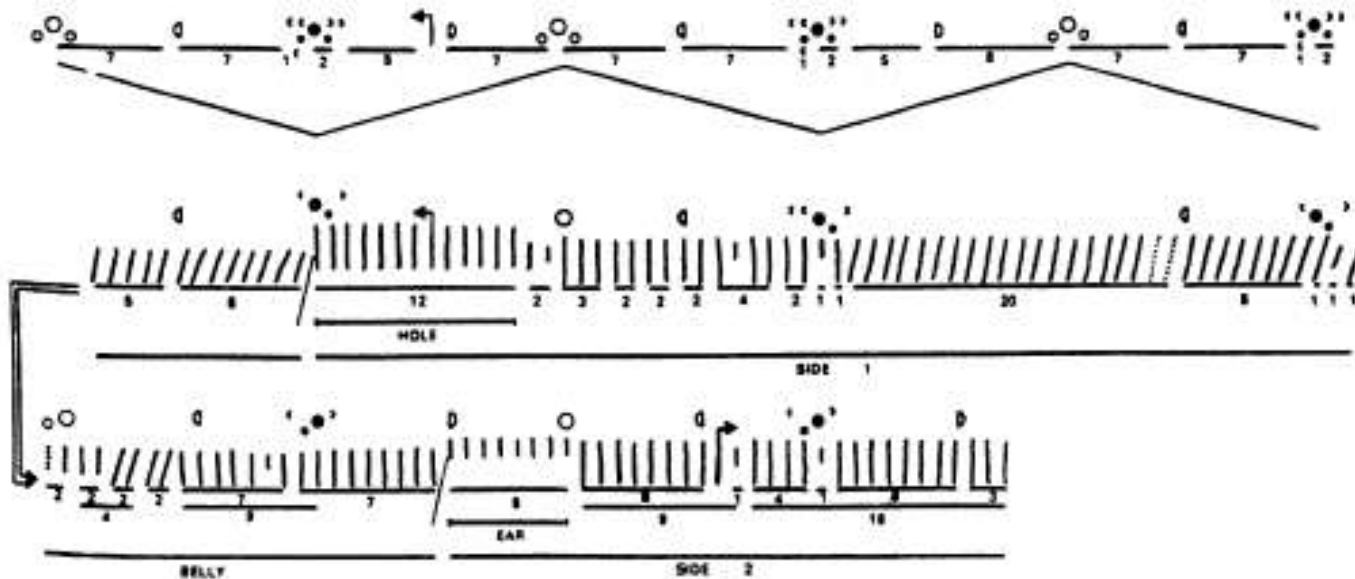
Bizonytalanan kezdetek ... 2.

- Esetleg barlangrajzok?
- Pl. Lascaux-barlang (Franciao.), 17e éve
- Ötletek vannak, de nem túl meggyőzőek
- Az őskőkori barlangrajzokon nem szokott egyértelmű utalás lenni bármilyen égi jelenségre vagy égitestre



Bizonytalan kezdetek ... 3.

- Esetleges holnaptárak (12e-10e éves)?
- Csonteszköz párhuzamos rovátkákkal (Spanyolország), melyek egy hipotézis szerint megfeleltethetők holdciklusoknak
- Nem tűnik nagyon megalapozottnak (valószínűleg nem is emberi eredetű, szándékos karcolások)



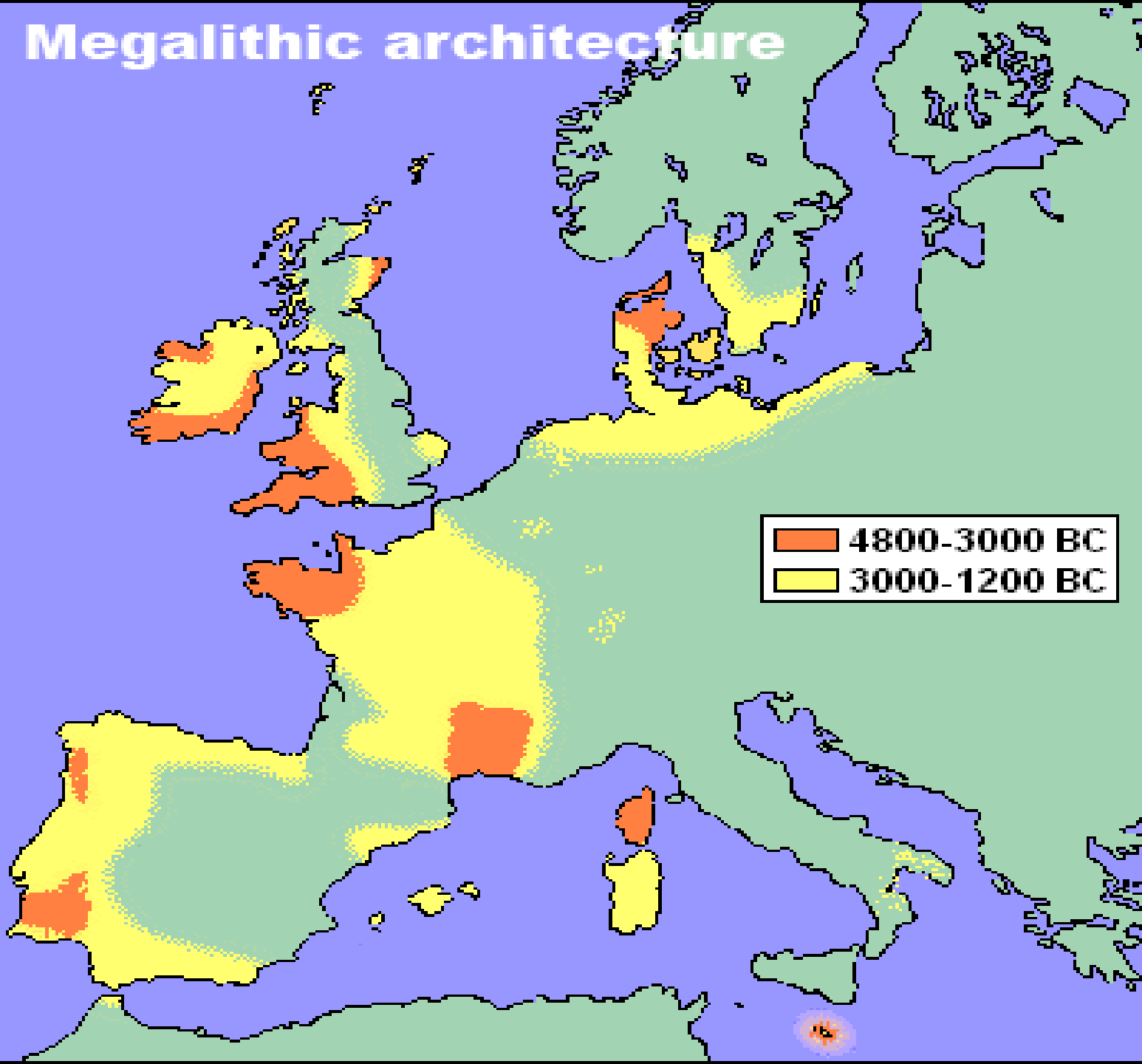
Biztos kezdetek: újkőkorszak

(neolitikum, i.e. 7000 →)

- A csillagászati érdeklődésre utaló legelső meggyőző jelek kb. egykorúak a jégkorszak végét követő letelepedés, élelmiszertermelés és civilizálódás korszakával
- Mezőgazdaság → az évszakok előrejelzése létfontosságú
- Megjelennek a *megalitok/monolitok*: nagy állókövek, melyek elrendezésének segítségével nyomon lehet követni a napéjegyenlőségeket, napfordulókat
- A világ számos táján, feltehetőleg függetlenül kezdték építeni őket
- A bronzkorban is jelentősek még



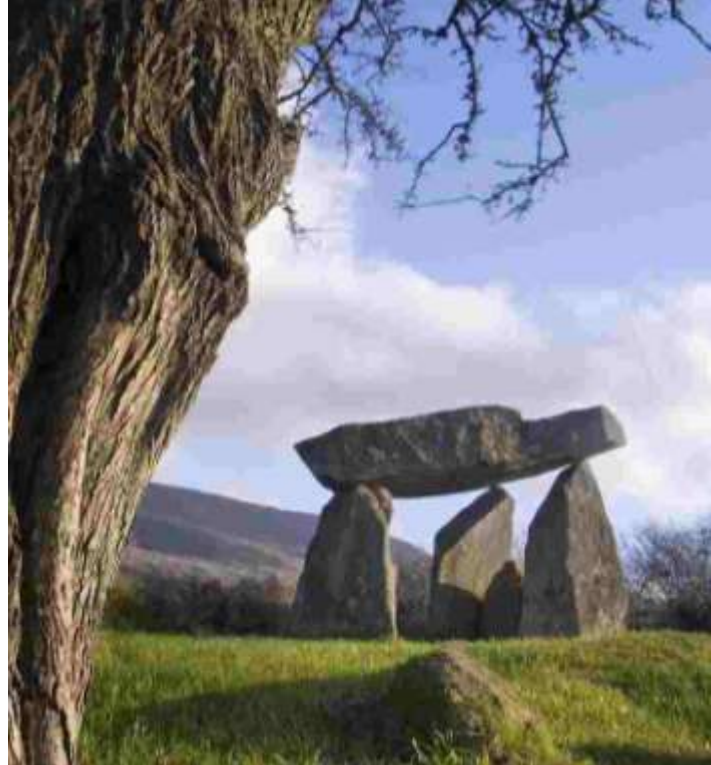
Megalithic architecture



Megalitok Európában

Alapvető típusok

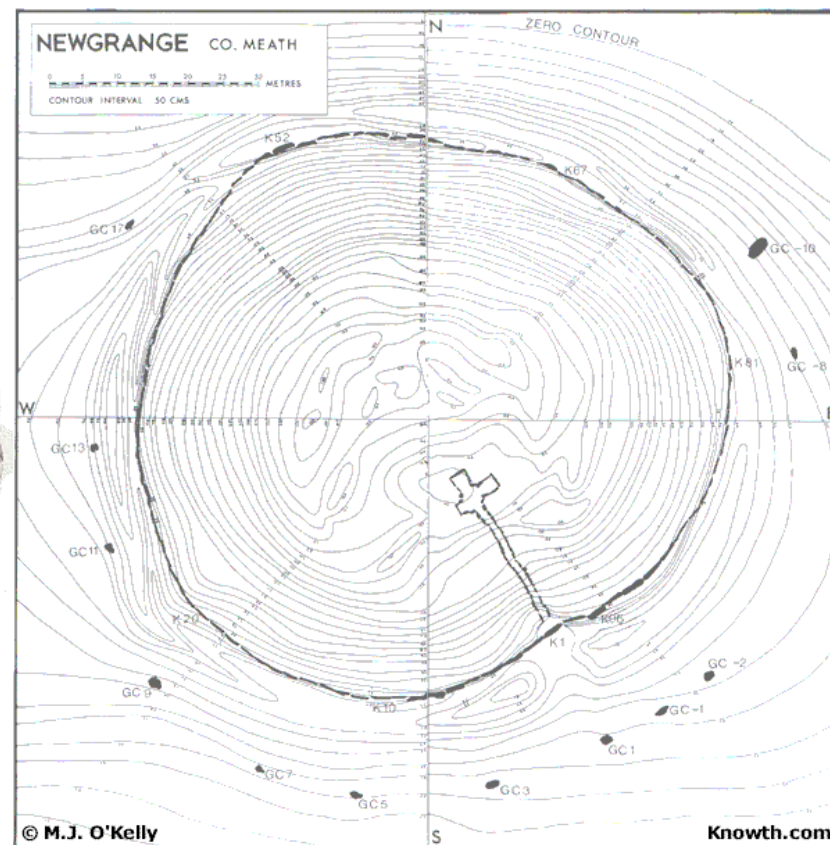
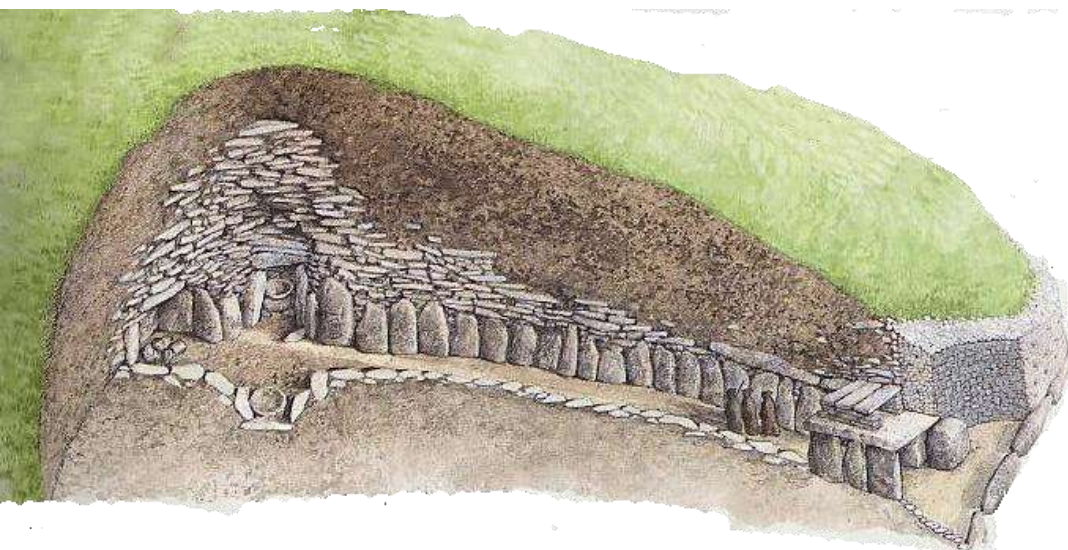
- Dolmen: 3 vagy több függőleges kő, rajtuk vízszintes kővel.
 - temetkezési helyek
- Menhir: önálló függőleges kő
 - gyakran vonalba vagy körbe rendezve
- Tumulus: kő-, föld- és fűhalom (halomsír)



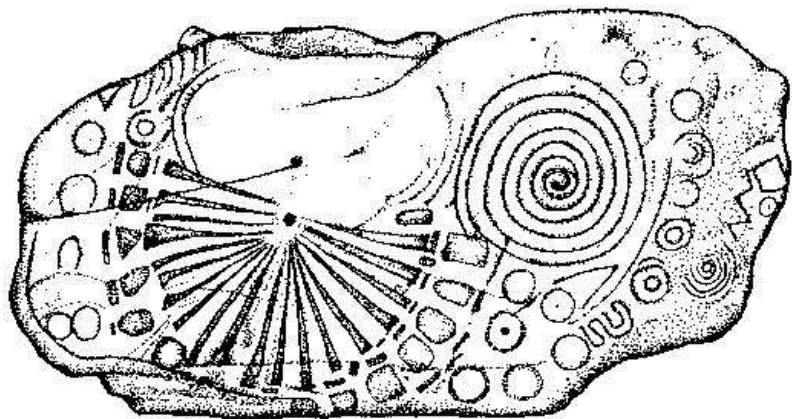
Newgrange



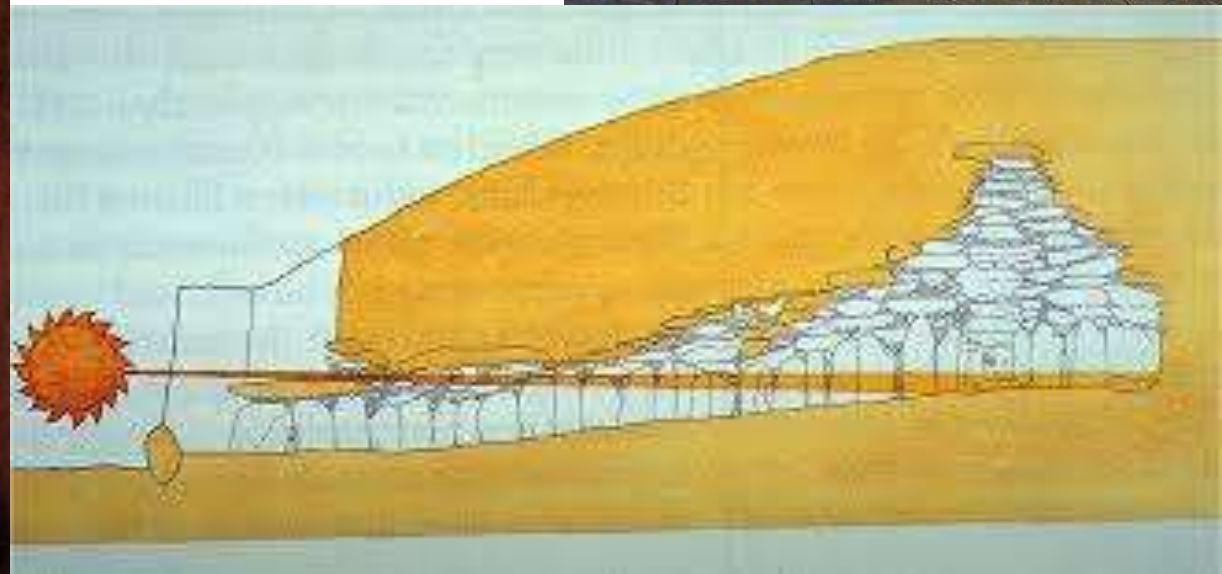
- i.e. 3200 körül
- 76 m széles, 12 m magas, 4500 m² terület
- föld és kövek váltakozó rétegeiből áll, körbe 1,5 magas kőfal
- benne 19 m hosszú folyosó, terembe vezet



- Egyrészt művészettörténeti jelentőség: absztrakt kőfaragások



- Másrészt csillagászati jelentőség:
 - a téli napforduló reggelén éppen besüt a nap (17 percig, ma napkelte után 4 perccel, akkoriban éppen napkeltétől)
 - nem a bejáraton: külön utat építettek neki



Hasonló tumulus-ok Írországban



Knowth

- i.e. 2500-2000
- 2 km-re Newgrange-től
- 1 nagy és 17 kicsi domb
- a nagy 2 járata éppen K és Ny felé mutat (napéjegyenlőségi irány)

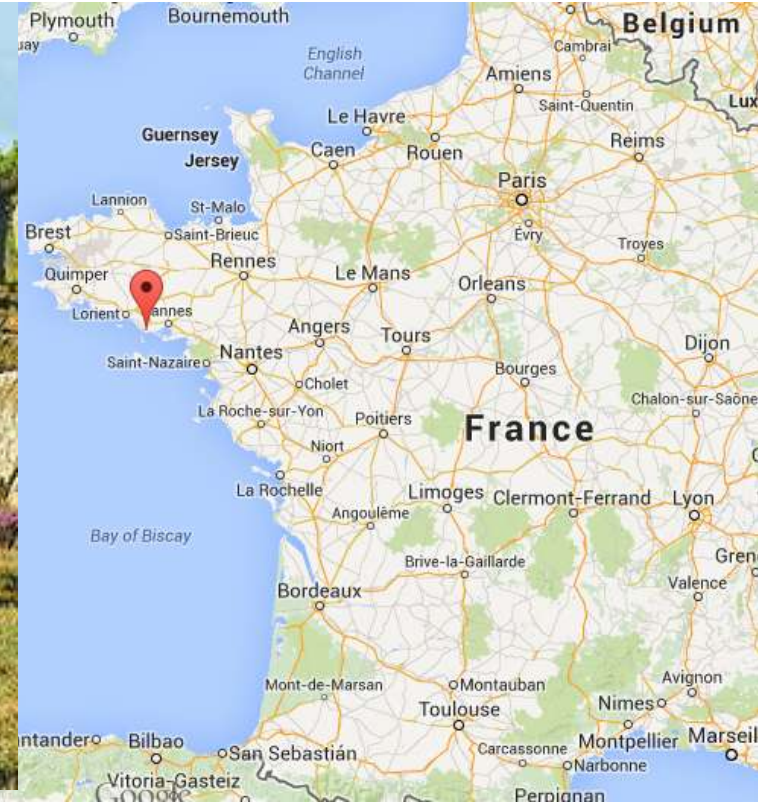
Dowth

- i.e. 2500-2000
- ugyanaz a környék
- a 2. legnagyobb domb Newgrange után
- itt is a téli napforduló környékén süt be a Nap (de itt este)

Loughcrew

- i.e. 3500-3300
- kicsit arrébb
- a napéjegyenlőségi napkelte fénye éppen besüt az egyik járatba

Carnac



- i.e. 4500-2000 (főleg 3300 körül)
- több ezer menhir lehetett, ma kb. 3000 van az eredeti helyén
- vannak dolmenek és tumulusok is



Kerlescan kőmező

- 13 sor kő
- 800 m hosszan
- irányuk: tavaszi napéjegyenlőség iránya
- (a végében egy kőkör)

Kermario kőmező

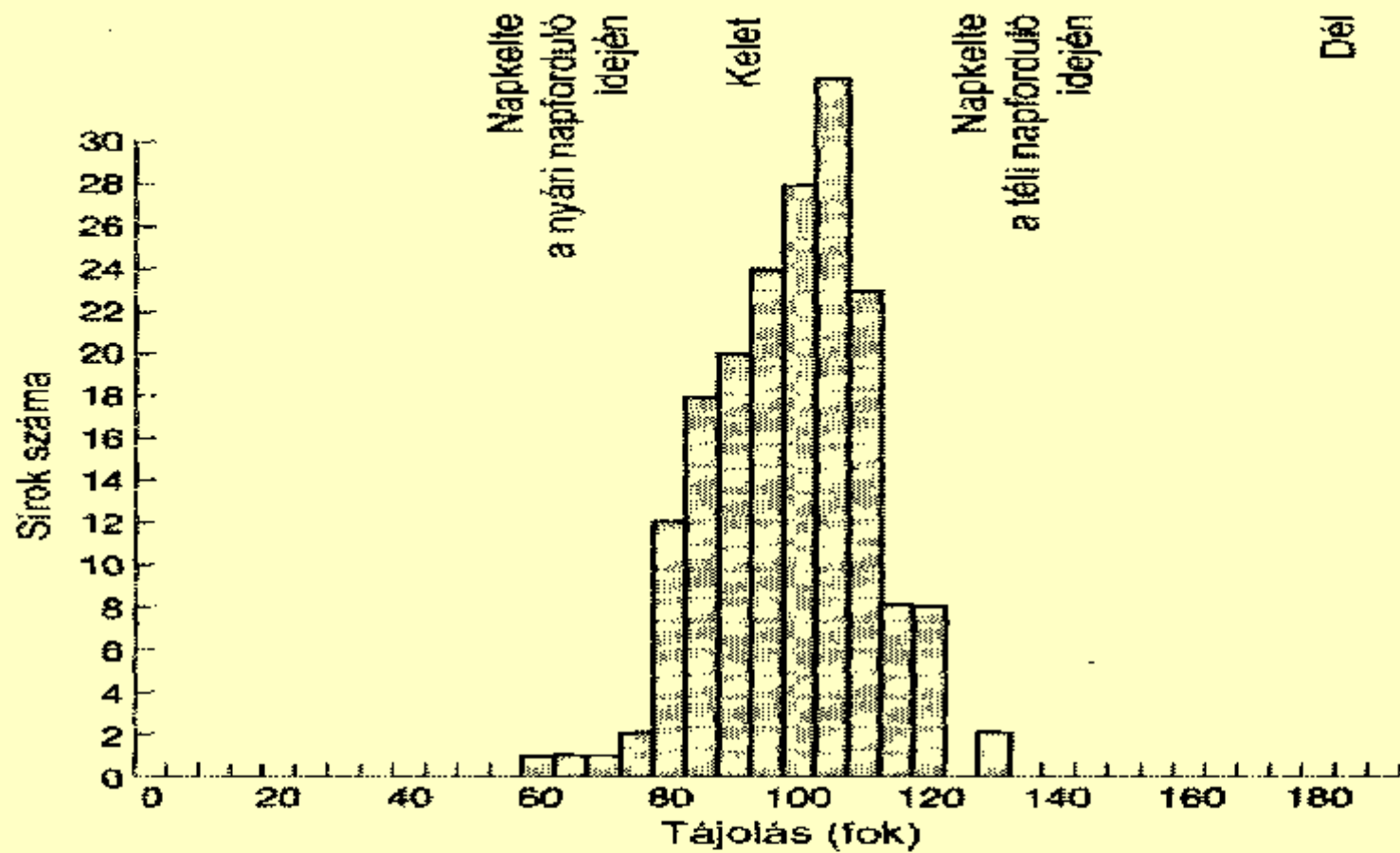
- 10 sor kő legyező alakban
- kb. 1300 m hosszan
- irányuk: nyári napforduló napfelkeltéjének iránya (az utolsó soré)

La Ménez kőmező

- 11 sor kő
- 1200 m x 100 m terület
- irányuk: közbeeső napkelte-irány (május 6, augusztus 8)

- Mindhárom kőmezőn (+ kb. 4 kisebbben is):
 - nagyjából K-Ny irányú tájolás, a pontosabb irányok jelentősek lehetnek az évszak szempontjából (de mennyire pontosak?)
 - Ny felé a kövek egyre magasabbak
 - a Ny-i végén kissé magasabb a talaj, és zárt kőkör (vagy annak nyoma) található
- Tudományos jelentőség tulajdonítása:
 - 1887, H. de Cleuziou: kapcsolat az irányok és a nap jeles kelési szögei közt
 - 1970-es évek, Alexander Thom: rengeteg statisztikai elemzés (itt, Stonehenge-ben és más helyszíneken): ezek ősi naptárszámító eszközök, mint egy „milliméterpapír” → jelentős vitákat kavart
 - Pierre Méreaux, napjaink: ezek szeizmikus detektorok: a dolmenek ledőlnek, ha földrengés készülődik (törésvonalak mentén vannak)

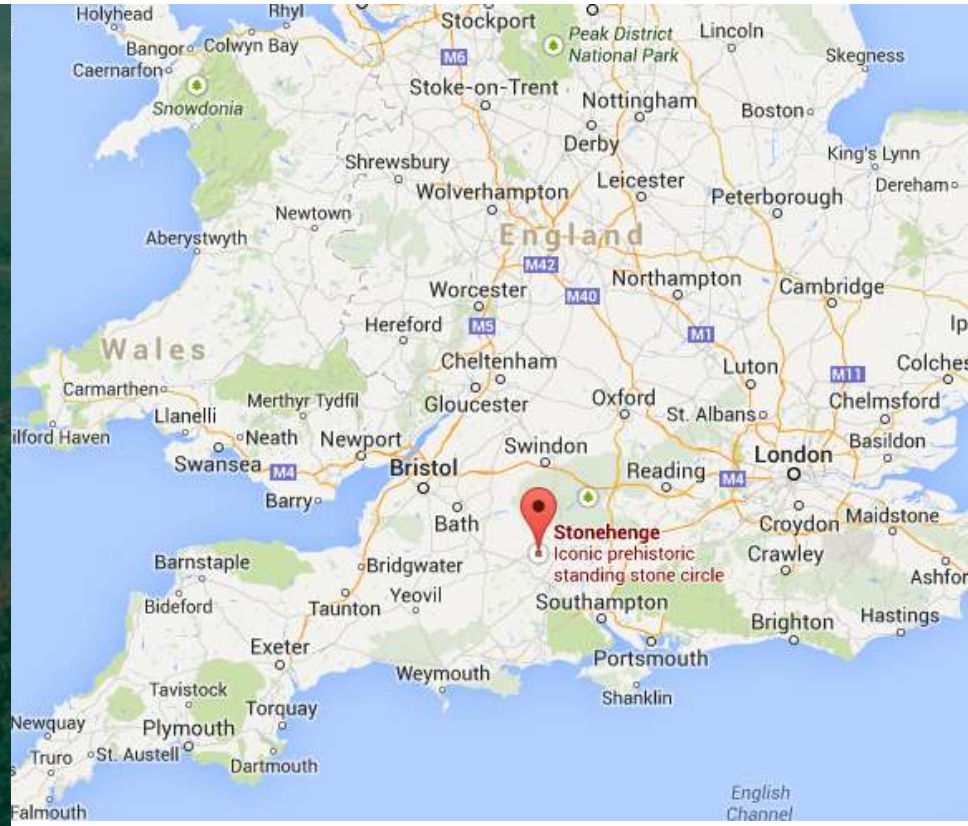


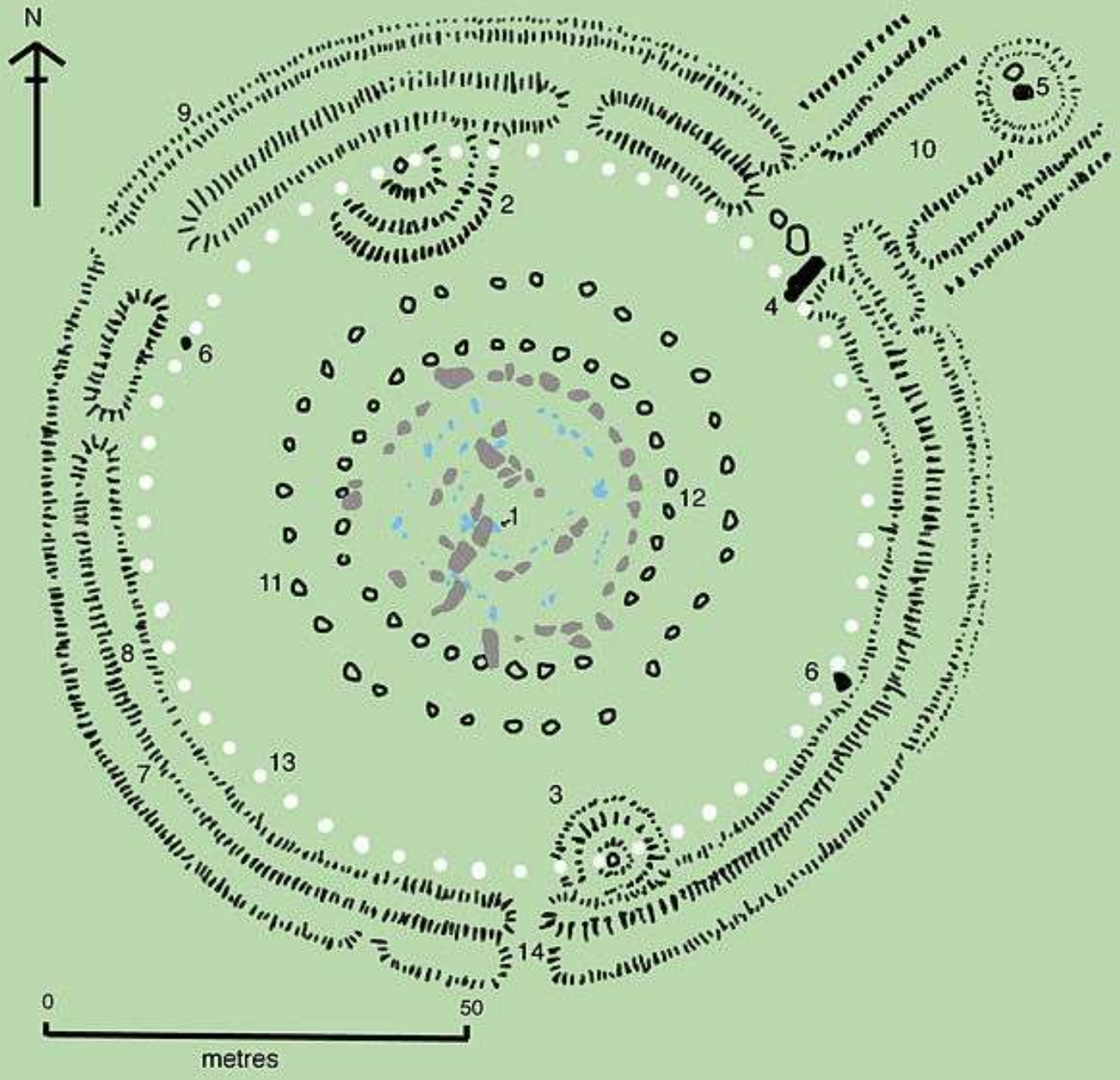


1. A hisztogram 177, egyenként 7 kölapból összeállított sírkamra tájolását mutatja Portugália középső részén és Spanyolország szomszédos térségeiben. Ha a horizont magasságát is figyelembe vesszük, kiderül, hogy az évnek legalább egy napján mindegyik sír a napkelte irányába néz. Többnyire őszi napról van szó, hiszen az építőknek ebben az évszakban volt idejük arra, hogy ilyen munkával foglalatostkodjanak. Ez összhangban áll azzal a szokással, hogy az új sírt mindig az aznapi napkelte irányába tájolták. Angliában és néhány más országban később a keresztény templomok irányát is eszerint határozták meg

Dolmenek tájolása

Stonehenge





A Stonehenge alaprajza

Építési fázisok

1. i.e. 8000-től temetkezési hely – 4 v 5 ásott oszloptartó lyuk, K-Ny vonalon (még jórészt erdős a terület)
2. Stonehenge 1, i.e. 3100 körül
 - kb. 100 m átmérőjű, 6 m széles, 1,5-2 m mély körkörös árok
 - 2 állókő az ÉK-i bejáratnál (ma egy áll, az „áldozókő”)
 - a töltés mentén 56 lyuk, ún. Aubrey-gödrök (mik lehettek benne???)
 - feltehetőleg tavaszi és őszi ünnepek, akár 4000 ember gyűlik össze
3. Stonehenge 2, i.e. 3000 körül
 - valami faszerkezet épül rá, de ennek nyomai igen halványak
 - az Aubrey-gödrökbe elhamvasztottak maradványait teszik
4. Stonehenge 3 I, i.e. 2600 körül
 - áttérnek a kő használatára a fa helyett („kék kő” → vulkanikus)
 - kb. 4 tonnás, 2 m magas oszlopok sok különböző kőzettípusból
 - az eredeti lyukak már csak halványan vannak meg (a térképen a kék foltok)

4. Stonehenge 3 II, i.e. 2600-2400
 - 33 m átmérőjű kőkör 30 hatalmas (4 m, 25 t) állókőből (térkép: szürke)
 - tetejükön 30 áthidaló kő (mészkö, mint az állókövek)
 - belül 5 különálló dolmen patkó alakban, É-ra nyitott
5. Stonehenge 3 III, i.e. 2400-2280
 - a kék kövek közül sokat újr felhasználnak, összefüggő szerkezet (?)
6. Stonehenge 3 IV, i.e. 2280-1930
 - ekkor volt a legnagyobb, sok követ újra felállítottak
 - áthidaló köveket nem helyeznek el, csak állóköveket
 - kevésbé precíz, mint korábban, hamar szétesik
7. Stonehenge 3 V, i.e. 1930-1600
 - kibontanak egy kőkört, és patkó alakúra formálják
8. i.e. 1600 után: beköszönt a vaskorszak, és elveszíti jelentőségét

Ma: kb. egy környi mészkő, benne egy környi „kék kő”, benne mészkő-patkó, benne kék kő-patkó + itt-ott nagyobb jelentős kövek

Elméletek Stonehenge funkciójáról

- Templom
 - ehhez azért kicsit túl régi: messze nem léteztek még templomok akkor
- Rituális temető
 - lásd: sok csontváz, hamvasztott maradvány, faragványok, stb.
- Gyógyászati központ
 - sok deformált csontváz található, némelyik egészen távoli vidékekről is
 - a kövek némelyike kongó hangot ad, és az gyógyító hatású
- Ősök imádatának helyszíne (proto-templom)
- Kulturális egyesülés szimbóluma (béke és egység)
- Csillagászati obszervatórium
 - a kövek elrendezése gyakran mutat a napforduló pontjaira a horizonton
 - néhány a Hold kelési és nyugvási pontjaira mutat speciális napokon
 - mások az alapégtájakat határozzák meg

Értelmezési fázisok: csillagászat felé

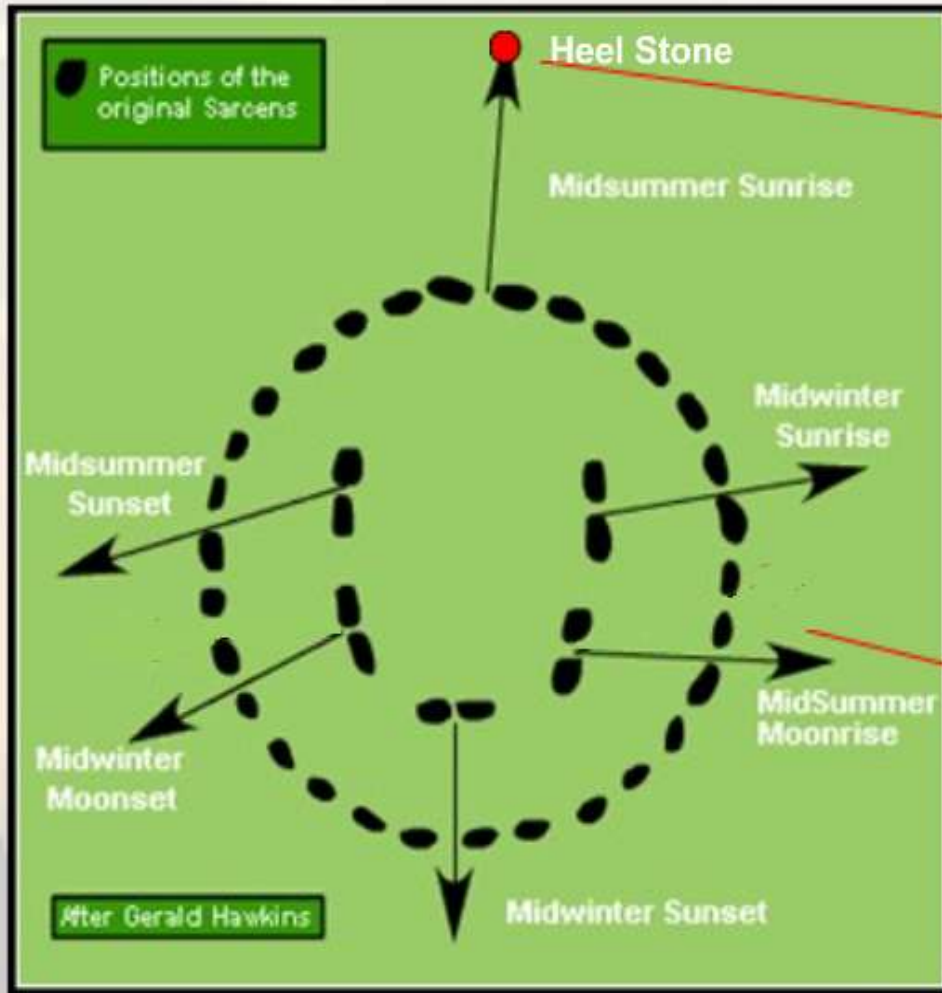
- Középkor: Merlin vagy az ördög hozta létre, vagy római templom
- 1640, John Aubrey: druidák építették rituálék céljára
- 18. sz-tól: a csillagászati szerepét felismerik, megfigyelőhelynek tekintik
- 19. sz.: bronzkori leletek → régebbi a druidáknál (keltáknál)
- 19-20. sz.: régészeti ásatások, az egyes részletek felderítése
- 1961-65, Gerald S. Hawkins: csillagászként vizsgálja, rengeteget mér, számítógéppel számít (240 lehetséges irány csillagászati szerepét számítja ki, ebből 10 találata van a Napra és 14 a Holdra, de a bolygókra egy sincs)
 - fogatkozás-előrejelző konstrukció
 - ⇒ óriási ellenállásra talál a régészek között
- 1972, Fred Hoyle: lemodellezi Hawkins elméleteit és igazat ad neki (könyve magyarul: *A Stonehenge-től a modern kozmológiáig*)
- Ponori Thewrewk Aurél: elfogadja Hawkins számításait, és további magyarázatokat állít fel: az 56 Aubrey-gödör a számítások alapja

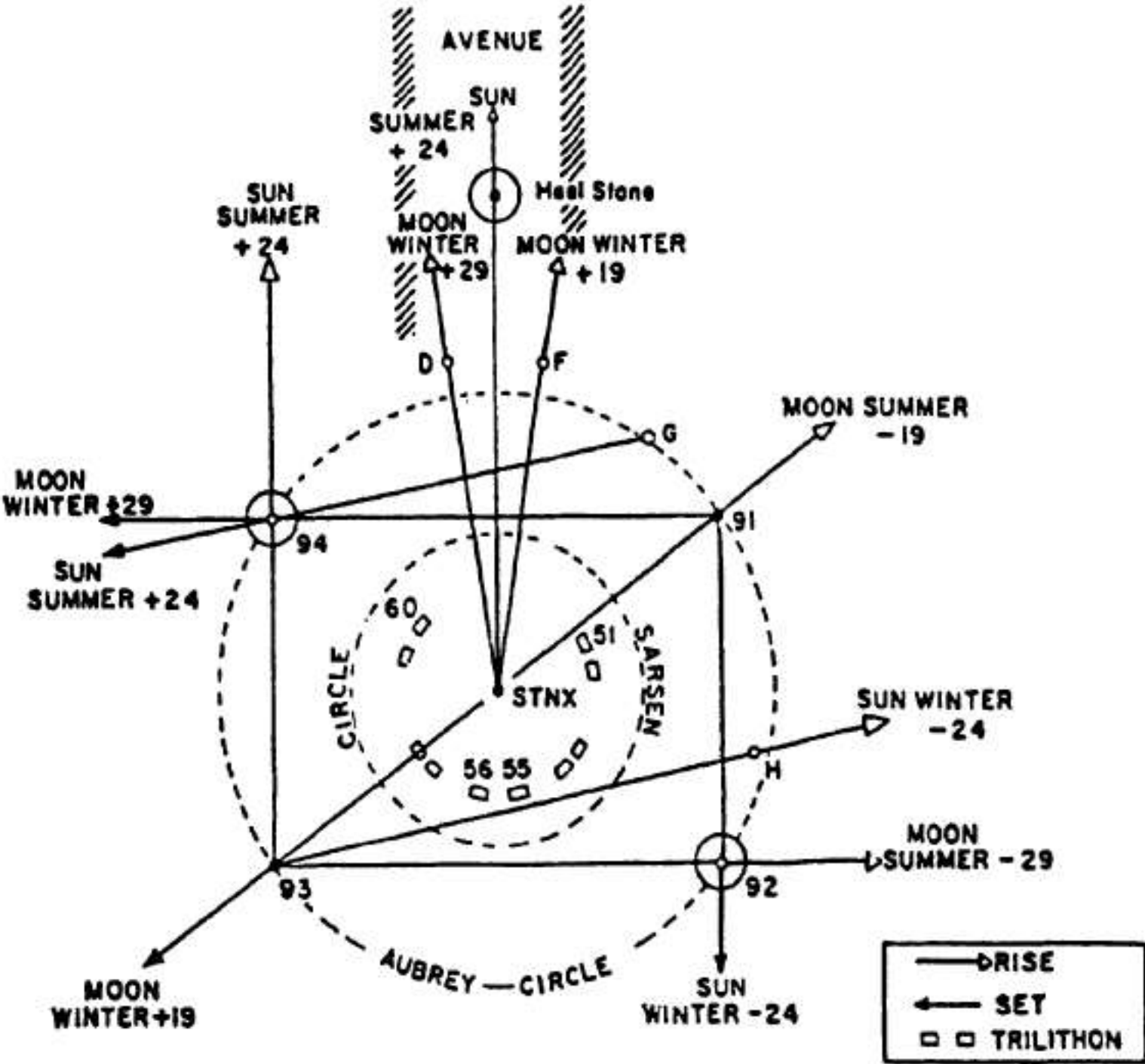
A csillagászok álláspontja

„Stonehenge I. téglalapjának rövid oldalai északon a nyári napfordulói napfelkelte irányába mutatnak, délen pedig a téli napfordulói napnyugta irányába (a napfelkeltének és napnyugtának az észak-déli irányhoz viszonyított szimmetriája következtében). A hosszú oldalak a holdkeltének a 18,61 éves ciklus során adódó legdélibb pontja felé mutatnak, valamint a holdnyugta legészakibb pontja felé (ismét csak az észak-déli irányhoz viszonyított szimmetria következtében). Egy téglalapra csak akkor jellemzők ezek a tulajdonságok, ha Stonehenge földrajzi szélességi fokán szerkesztik meg. Ha Stonehenge-t alig néhányszor tíz mérföldnyire északabbra vagy délebbre hozzák létre, ez a kettős tulajdonság elvész. Képtelenségnek tartottam, hogy ezt semmibe vegyem mint pusztá véletlent.”

(Fred Hoyle)

Stonehenge alignments



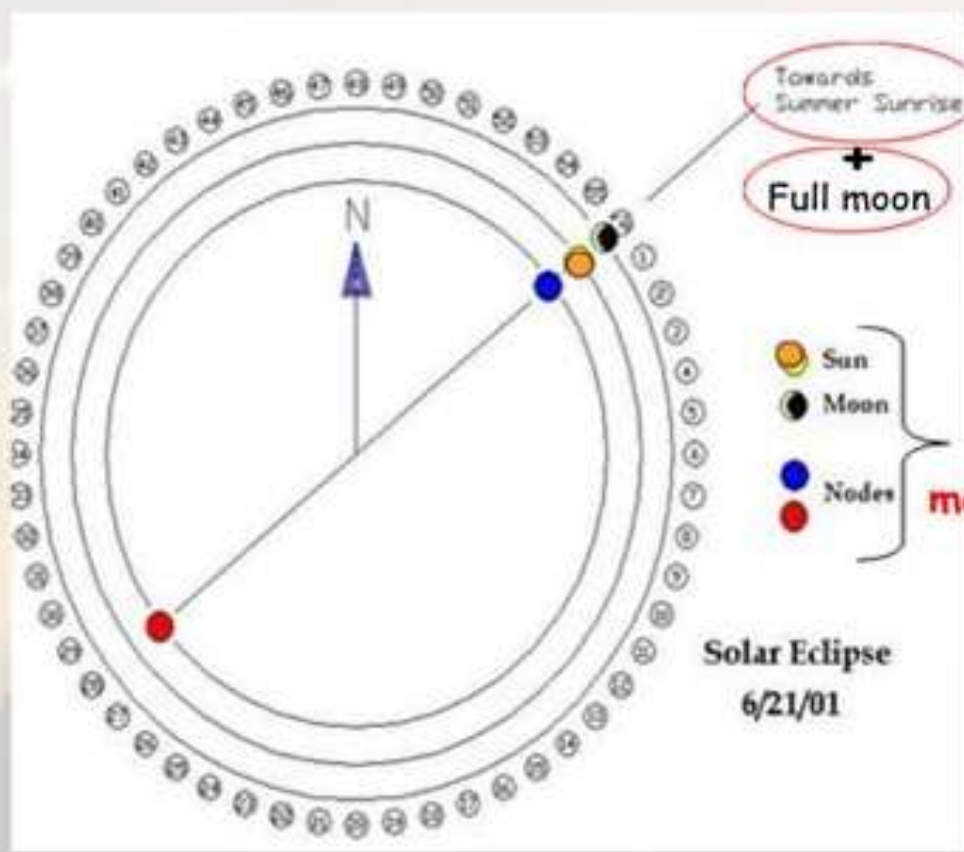


Kicsit pontosabban

Az 56 Aubrey-gödör lehetséges szerepe...

Stonehenge: an eclipse predictor

only when, not where



56 a perfect number!

$$56/2=28$$

Moon's orbit is 27.322 days
Moon marker - twice a day
and skip one each cycle

$$56*6.5=364$$

Earth's orbit is 365.25 days
Sun marker - every 6.5 days
and during solstices half more

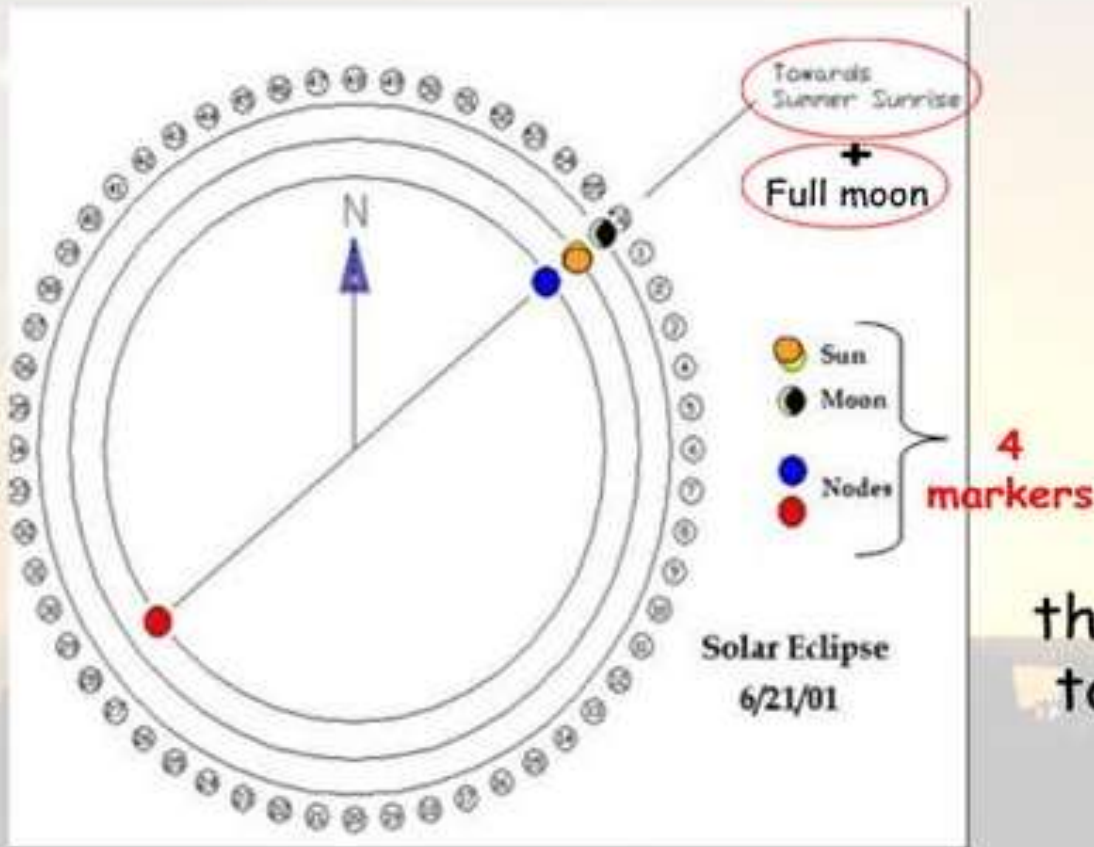
$$56/3=18.66$$

Orbit of Nodes is 18.61 y
Node markers - every four months

... a fogyatkozások előrejelzése

Stonehenge: an eclipse predictor

only when, not where



Solar eclipse:
Moon, Sun and a node
in the same position

Lunar eclipse:
the Sun and a node opposite
to the Moon and the other
node

Problémák a csillagászati értelmezésekkel

- A nagyon sok lehetséges elrendezésből sok véletlenül is kijöhet
- Általában gyenge régészeti alapok: pl. olyan kövek által meghatározott irányoknak tulajdonítanak jelentőséget, amelyek különböző korokban (konstrukciós fázisokban) kerültek oda
- Túl nagy hangsúly az Aubrey-gödrökre: ezeket a jelek szerint hamar betemették és hamvakat temettek ide, tehát nem szolgálhattak „számlapként”
- „Határmunkálatok” a csillagászat és régészet határmezsgyéjén: kié a terület, ki a legitim szakértő?

További példák 1: A Goseck-kör

- Németország, i.e. 4900-4600
- Koncentrikus árok- és palánk-körök, rajta három kapu
- Egy kapu É-ra, a másik kettő a téli napforduló napkeltéje és napnyugtája felé mutat



További példák 2: Nabta Playa

- Egyiptom, kb. i.e. 5000 (?)
- Látszólagos rokonság az európai kőkörökkel
- Elég kevés tudható az építőkről
- Vannak javaslatok itt is, hogy naptár-számításra használták, de ezek a javaslatok erősen vitatottak



További példák 3: Mnajdra

- Málta, i.e. IV. évezred
- A legelső templom tájolása csillagászati: napéjegyenlőségkor a kelő nap pont besüt a bejáraton a főtengely mentén
- Napfordulókkor a Nap a bejárat melletti tömbök élét világítja meg



További néhány példa?

- Saksaywaman: Peru
15. sz. vagy korábban
- Göbekli Tepe, Törökország
i.e. 10-8 ezer???
- Húsvét-szigetek 😊
1250-1500



Utolsó példa

- Nem épület, hanem műtárgy: a Nebrai korong
- Németo., kb. i.e. 1600
- A legrégebbi konkrét ég-ábrázolásként van számontartva
- 32 cm széles, 2,3 kg tömegű bronzkorong
- A Napot (?), a Holdat és a csillagokat ábrázolja (és a Fiastyúkot)
- Az ív a szélén (mindkét szélén volt) 82-83 fokos (központi szögű), ez annyi, mint a napfordulók napkeltéi közti szög (a készítés földrajzi szélességén)
- Valószínűleg a legkorábbi ismert csillagászati műszer
- Esetleg hasonlóságok babiloni csillagászattal: Ha a Hold és a Fiastyúk így látszik, iktass be egy 13. holdhónapot a 12 holdhónapos évbe!



Összefoglalás

- Amiben egyetértés van a kutatók között:
 - A nagy civilizációk történelmi korszaka előtti emberek is érdeklődtek a csillagászat iránt
 - Óriási építményeik csillagászati ismeretek alapján lettek felépítve
 - Ezek részben gyakorlati célokat szolgáltak (évszakok beköszöntésének megállapítása), részben rituális funkcióval bírtak
- Amiben nincs egyetértés:
 - Pontosan milyen részletes volt az a csillagászati tudás
 - Folytathattak-e kitartó és összefüggő megfigyeléseket írásbeliség híján
 - Mikor jelenik meg először a csillagászati érdeklődés gyakorlati szinten