

# Uměli stavitelé Stonehenge předpovídat zatmění Slunce?

*P. Kalenda, Ústav Struktury a Mechaniky hornin AV ČR, V Holešovičkách 41, Praha 8, pkalenda @irsm.cas.cz*

*E. Kalendová, VŠB-TU Ostrava, 17.listopadu 15/2172, Ostrava-Poruba*

## Abstrakt

V článku se zabýváme pravděpodobným účelem Great Cursus v areálu Stonehenge.

Analýzou efemerid Slunce a Měsíce jsme dospěli k závěru, že s pomocí omezujících linií Great Cursus bylo možno určit vzájemnou polohu Země, Měsíce a Slunce, které jsou typické pro počátek období saros. V době počátku sarosu, kdy je sklon orbity Měsíce nejmenší vůči rovníku Země, vychází (a před 5500 lety také vycházel) Měsíc v prodloužení Great Cursus ve své první a poslední čtvrti. Bylo tak možno předpovídat zatmění Měsíce a pravděpodobně i Slunce a to 7 resp. 21 dní předem. Z tohoto pohledu se jeví samotná megalitická stavba Stonehenge, která vznikla o 500 let později, pouze jako počítadlo cyklu saros, kultovní místo a nadstavba Great Cursus.

## 1. Úvod

V roce 2010 zjistili archeologové, že na obou koncích Great Cursus v areálu Stonehenge (Lat. N. 51° 10' 42", Lon. W. 1° 49' 29") 13 km severně od městečka Salisbury (viz obr. 1 a 2), postaveném v ranném neolitu mezi lety 3630 a 3375 BC (Pearson et al. 2008, Archeology 2011), tedy cca 500 let před samotným Stonehenge (viz obr. 2 a 3), se nalézají velké jámy, které dávají spolu s Heel-stone (kamenem stojícím cca 75 m od Stonehenge) přímky na polohu Slunce při východu a západu Slunce v době letního slunovratu (BBC 2011, Birmingham Post 2011). Směr k východu Slunce při letním slunovratu je od samotného Stonehenge lemován rovnoběžnými rýhami o délce cca 600 m a nazývá se Avenue. Oltář uprostřed Stonehenge byl vybudován později než Heel-stone a než jámy v Great Cursus.

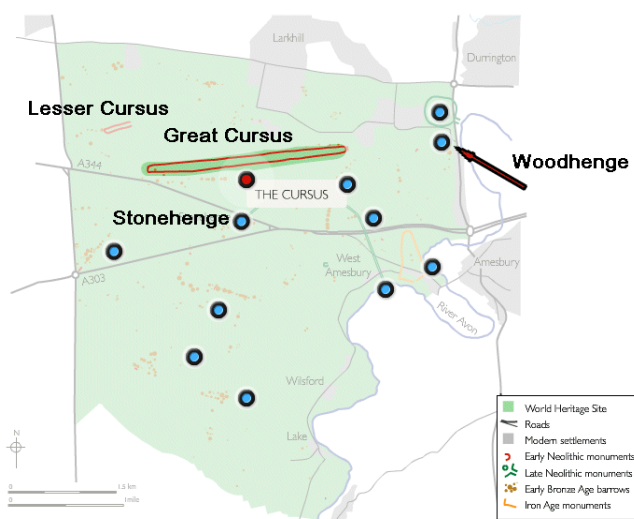


*Obr. 1 Východní konec Cursus – pohled na západ*

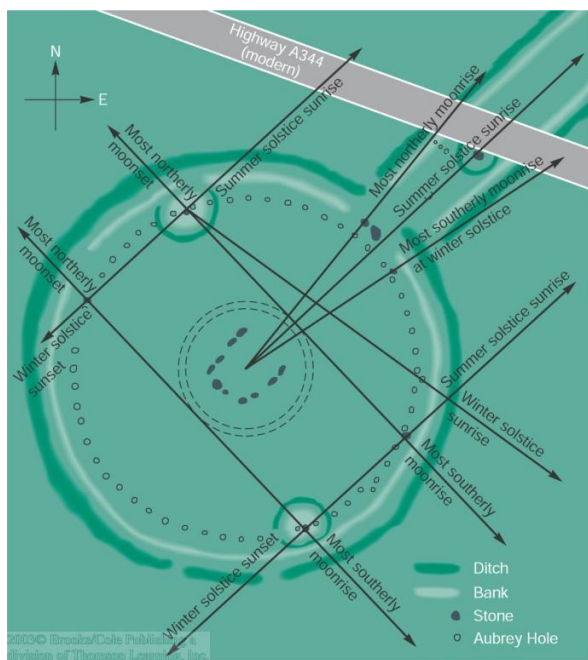
Archeologové se domnívali, že Great Cursus mohl sloužit k rituálním průvodům v době letního slunovratu (*Stonehenge Hidden Landscape Project* team 2011). Předchozí autoři se domnívali, že Great Cursus sloužil k pohřebním průvodům (Cowan 1989). Hawkins (1965), Manley (1989) nebo Service a Bradbery (1979) soudili podle podobnosti s dalšími obdobnými stavbami, že mohl mít nějaký astronomický účel.

O významu Great Cursus svědčí objem prací, který byl nutný na jeho vybudování (cca 1250000 pracovních hodin) a který byl srovnatelný se samotným Stonehenge (cca 1500000 pracovních hodin) (Castleden 1993, Broch et al. 2009).

Jaký tedy mohl být význam Great Cursus, který spolu s Heel-stone a oltářem ve Stonehenge ukazuje na východy a západy Slunce v době letního slunovratu? Jak jsou spolu myšlenkově provázány Great Cursus a samotný Stonehenge, který byl vybudován o 500 – 1800 let později ve třech etapách? Ve Stonehenge stavitelé mohli určovat nejsevernější polohu Měsíce, nejj jižnější polohu Měsíce a nejsevernější polohy východu Slunce v době letního slunovratu jak ukázal už Joseph Norman Lockyer (1836–1920) (viz obr. 3).



**Obr. 2** Poloha the Cursus severně od Stonehenge. V SV rohu se jižně od Durrington walls nachází stavba Woodenhedge (označeno šipkou).



**Obr. 3** Významné linie fixované polohou kamenů ve Stonehenge (56 Aubreyho jam asi představovalo zbytky po kulech k počítání měsíčních fází a cyklu Saros (převzato z Wikipedie)).

Samotná megalitická stavba Stonehenge sloužila k určování (spíše počítání) přesného data kalendáře a vzájemných poloh Slunce, Měsíce a Země (Hawkins 1965). Stavitelé už mezi lety 2800 BC a 1500 BC znali 28-denní cyklus střídání fází Měsíce (56 Aubreyho jam) a také pravděpodobně 18,67 roků dlouhý cyklus vzájemného postavení Měsíce vůči Slunci a Zemi (měsíční nodální perioda) (Hoyle 1966, Castleden 1993, Heath 1999). Přesto se i dnes najdou skeptici, zpochybňující roli Stonehenge jako astronomické observatoře (Johnson 2008). Není jisté,

zda stavitelé Stonehenge znali také cyklus saros (18 let, 11 dní a téměř 8 hodin), kdy dochází k podobným zatměním Slunce, ale v jiné oblasti zeměkoule.

Protože megalitická zemědělská kultura ve Stonehenge byla obdobně jako jiné zemědělské společnosti (Aztékové, Mayové, Egypťané, Mezopotámci) silně závislá na počasí a střídání ročních období, byl přesný kalendář nezbytnou pomůckou pro pokusy o předpovědi nejen vhodné doby pro setí obilí, ale také dlouhodobějších klimatických výkyvů (období sucha, záplav, horka a zimy). K tomu jim pravděpodobně měl posloužit nejenom roční kalendář, ale také znalost dlouhodobějších astronomických cyklů, tedy nejenom střídání měsíčních fází, ale také dlouhodoběji se opakujících zatmění Slunce nebo Měsíce, protože se mohli domnívat, že ty mají zásadní vliv na počasí. Ve Stonehenge byli proto schopni obětovat milióny hodin práce člověka, aby to zjistili. Stále to však byla nesrovnatelně menší oběť, než jakou dávali na oltář boha Slunce Aztékové (desetitisíce lidských obětí) (Houser 2002).

Pokusme se tedy rozluštit účel Great Cursus, který musel být ještě významnější než účel Stonehenge, který byl postaven o cca 500 let později.

## 2. Výsledky analýz možného účelu Great Cursus

Great Cursus připomíná dnešní přistávací plochu na letištích. Je téměř 2,75 km dlouhý a široký od 100 do 150 m (viz obr. 4). Východní i západní omezení Great Cursus tvoří protáhlé pahorky, kolmé na podélnou osu Cursus. Azimuty severního (a) a jižního (c) omezení Cursus jsou  $84,6 - 84,7^\circ$  a  $83,1^\circ$  (viz obr. 4a). Severní omezení Cursus prochází Woodhenge (B) mezi jeho středem a maximálně až 5 m severně od jeho středu (nepřesnost určení z ortofotomapy Google). Střední azimut Cursus je  $83,9^\circ$  (b) je s velkou pravděpodobností vyznačen středem šestiúhelníkovité plochy (možné pozorovatelný) A na západním konci Cursus a jižním okrajem Woodhenge (B) (viz obr.4b). Středová přímka Cursus s velkou pravděpodobností směřuje do významné rýhy X v aluviu řeky Avon a do sedla „Kiwí“ na obzoru nad městečkem Bufford. Úhlová šířka Cursus je  $1,5^\circ - 1,6^\circ$ . Tato šířka odpovídá s velkou pravděpodobností 3 úhlovým průměrům Slunce ( $31,45' - 32,53'$ ) nebo Měsíce ( $30,13' - 33,22'$ ) (viz obr 5).



**Obr. 4a Průběh The Cursus a poloha Woodhenge**  
**Obr. 4b Detail západního omezení The Cursus a polohy „pozorovatelný“ A, severního a jižního omezení Cursus (a, c), středové přímky (b), valu E**  
**Obr. 4c Detail okolí Woodhenge (B), menhiru Cuckoo (C) a rýhy v aluviu řeky Avon (X).**

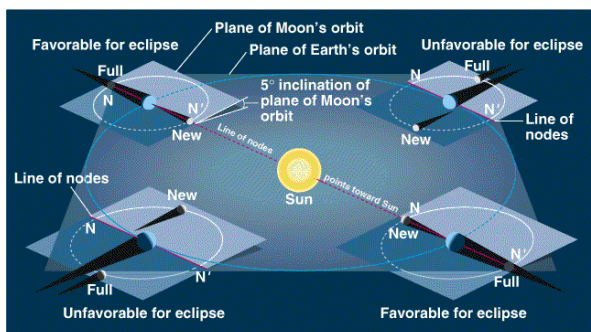


**Obr. 5 Schéma optických poloh Měsíce (Slunce) vůči severnímu a jižnímu omezení Cursus**

Pokud by se jednalo o měření polohy Slunce v nějakém okamžiku, tak azimutu východu Slunce  $83,9^\circ$  odpovídají dva časy za rok: okolo 5.4. a okolo 7.9., tedy 77 dní před letním slunovratem nebo 105 dní před zimním slunovratem, což je 2,75 resp. 3,75 měsíce před slunovraty. Zdá se, že pro měření polohy Slunce je vhodnější poloha ve slunovratech, přestože okolo rovníku je přesnost určení průchodu daným směrem vyšší (větší derivace v azimutu).

Protože sklon orbity Měsíce vůči ekliptice je  $5,145^\circ$  (Chalub 2009), není moc pravděpodobné, že by azimut  $83,9^\circ$  souvisel s okamžikem východu Měsíce právě tehdy, když Slunce prochází rovníkem nebo jiným významným bodem.

Pokud by se jednalo o měření polohy Měsíce, pak v úvahu přichází specifická poloha před zatměním Měsíce nebo Slunce, kdy všechna 3 tělesa – Země, Slunce a Měsíc jsou v pozicích, kdy v nejbližším následujícím období dojde k zatmění, tedy kdy orbita Měsíce protne ekliptiku (viz obr. 6).



**Obr. 6 Čtyři možná období zatmění Měsíce nebo Slunce, kdy se Měsíc nachází poblíž svých uzlů (nodů) (O'Connell 2007)**

Protože měření pozice a současně fáze Měsíce (poloha na jeho orbitě) v období novu je velice nepřesné již při malé oblačnosti a podobně to platí o úplňku (vlivem přesvětlení), je nejpřesnější měřit fázi a pozici okolo 1. nebo poslední čtvrti (viz obr. 7). Tehdy se posune okraj stínu na povrchu Měsíce (terminator) o necelých  $13^\circ$  za jeden den, tedy více než 20% jeho poloměru. Je tak možno „okometricky“, bez dalekohledu, určit přesný okamžik fáze s přesností lepší než  $\frac{1}{4}$  dne (5% poloměru) a to i za pomoci pouze nejjednodušších pomůcek (rovná větvička, porovnávání zakřivení terminátoru vlevo a vpravo, odečet osvětlené a neosvětlené části rovníku, ...).



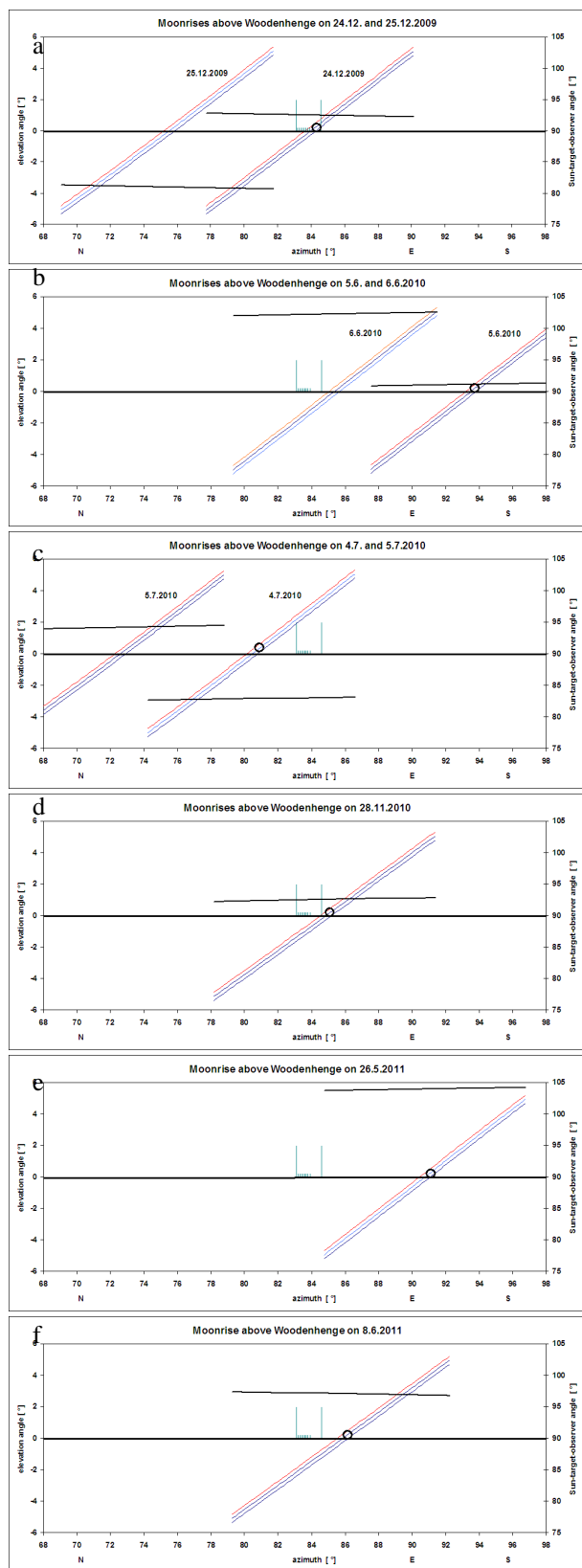
**Obr. 7 Změna zakřivení terminátoru  $\pm 1$  den okolo první čtvrti**

Nejlogičtějším vysvětlením azimutu  $83,9^\circ$  je proto současné určování vzájemných poloh všech tří těles (v prostoru) a to tak, že se určí jejich relativní poloha ve význačné fázi, tedy v první nebo poslední čtvrti. Za roky 2010, 2011 a 2012 byla tato zatmění (viz Tabulka 1). S pomocí Generátoru Efemerid JPL NASA (Horizons 2011) jsme zjistili, kdy vychází Měsíc před zatměním nejbližže středové linie Cursus.

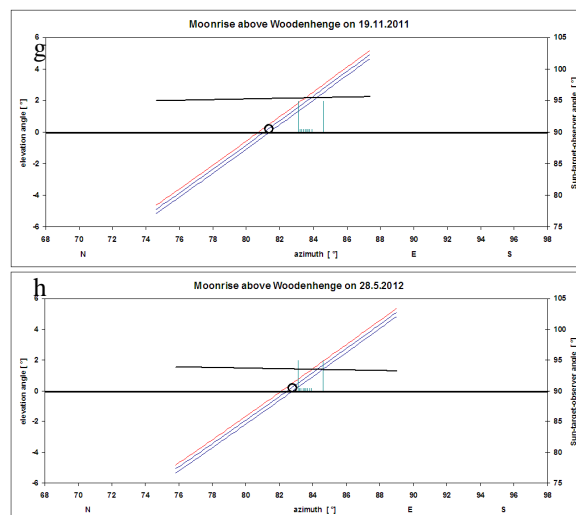
**Tabulka 1 Okamžiky solárních nebo lunárních zatmění a odpovídající východy Měsíce**

datum	čas	Typ	region	Východ	Dnů	Odch	Odch
	(UT)	z atm		Měsíce	před	deg	deg
15.1.2010	7:06	ASE	Indian ocean	24.12.2009	22	0,05	2,47
26.6.2010	11:40	PLE	Europe, Africa	5.6.2010	21	9,66	1,11
11.7.2010	19:35	TSE	Pacific ocean	5.7.2010	6	-3,44	-7,14
21.12.2010	8:18	TLE	Iran	28.11.2010	22	0,99	2,53
4.1.2011	8:52	PSE	Scandinavia	13.12.2010	21	5,73	0,51
1.6.2011	21:17	PSE	N.pole	25.5.2011	7	6,87	13,96
15.6.2011	20:14	TLE	Madagaskar	25.5.2011	21	6,87	13,96
1.7.2011	8:40	PSE	S.pole	8.6.2011	23	2,05	7,04
25.11.2011	6:21	PSE	S.pole	18.11.2011	7	-2,78	5,31
10.12.2011	14:33	TLE	China	18.11.2011	22	-2,78	5,31
20.5.2012	23:54	ASE	Kurily	29.4.2012	21	-15,1	-1,52
4.6.2012	11:04	PLE	Pacific ocean	28.5.2012	7	-1,37	3,53
13.11.2012	23:13	TSE	Pacific ocean	6.11.2012	7	-11,4	0,10

Na obrázcích 8a – h jsou ukázky poloh východu Měsíce v jeho čtvrti před některými zatměními v letech 2010 - 2012, vypočtené pomocí Generátoru Efemerid JPL NASA (Horizons 2011).



Obr. 8 Východy a fáze Měsíce, a – 24.12.2009, b- 6.6.2010, c – 4.7.2010, d – 28.11.2010, e – 26.5.2011, f – 8.6.2011, g – 19.11.2011, h – 28.5.2012



Z obrázků 8 a-h je vidět, že Měsíc nevychází nad obzor před zatměním vždy nad Woodhenge nebo v prodloužení Great Cursus. Nejblíže k východu přesně nad Woodhenge ve své první čtvrti měl Měsíc dne 28.11.2010 (viz obr. 8d), kdy odchylka v azimutu od středové přímky Cursusu byla cca  $1^\circ$  a ve fázi cca  $2,5^\circ$ , tedy cca 1/5 dne od přesné čtvrti. Po tomto východu Měsíce nastalo o 22 dní později úplné zatmění Měsíce, viditelné nejlépe z Iránu.

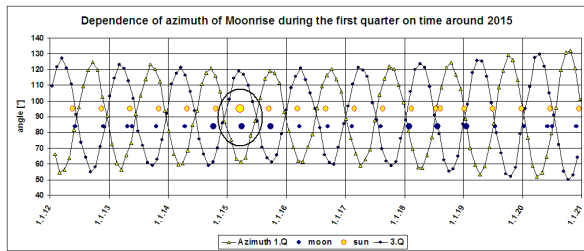
O trochu méně „přesný“ byl východ Měsíce nad Woodhenge dne 28.5.2012 (viz obr. 8h), kdy odchylka v azimutu byla cca  $1,4^\circ$  a ve fázi cca  $3,5^\circ$ , tedy asi 1/4 dne. Týden před tímto východem Měsíce bylo z Kuril viditelné prstencové zatmění Slunce a týden po tomto východu bylo částečné zatmění Měsíce viditelné z Pacifiku (viz Tabulka 1).

Východ Měsíce nad obzor v první nebo třetí čtvrti by tedy mohl „predikovat“ zatmění Slunce nebo Měsíce, protože všechna vzájemná postavení Slunce, Měsíce a Země před zatměním budou v prostoru podobná. Měsíc bude v krajní poloze na své orbitě okolo Země a bude jen záviset na aktuální orientaci nodálních uzlů vůči ekliptice, zda v novu nebo úplňku budou směřovat nodální uzly ke Slunci. Protože se směr nodálních uzlů mění s periodou cca 18,67 let, bude se poloha všech tří těles opakovat s touto periodou.

Analyzujme nyní, jaké budou azimuty východu Měsíce právě v první a třetí čtvrti.

Data východu Měsíce (čas a azimut) a úhly mezi Sluncem-Měsícem-pozorovatelem (odpovídající fázím Měsíce) byly získány z Generátoru Efemerid JPL NASA (Horizons 2011). Údaje o zatměních Slunce a Měsíce byly získány z NASA (NASA eclipses 2011) a Wikipedie (Wikipedie – eclipses, 2011). Zatmění Slunce, pozorovatelná z Britských ostrovů byla

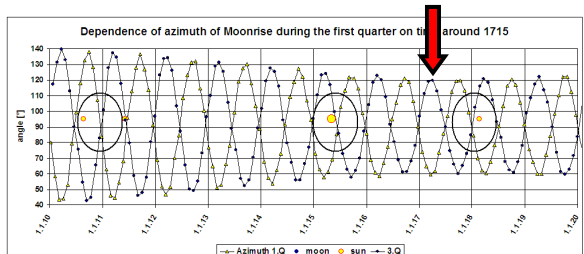
převzata z práce Bearda (2001). Zatmění byly porovnány s azimuty východu Měsíce nad Wodenhenge (viz obr. 9, 10 a 11).



**Obr.9 Zatmění Slunce a Měsíce mezi lety 2012 a 2021 a srovnání s azimutem východu Měsíce v první a poslední čtvrti. Zvýrazněná jsou totální zatmění Slunce a Měsíce.**

Na obrázku č.9 jsou zvýrazněna úplná zatmění Měsíce a totální zatmění Slunce 20.3.2015, které bude viditelné z Atlantiku severně od Britských ostrovů. Právě před tímto a po tomto úplném zatmění Slunce se Měsíc ve svém východu nad obzor Stonehenge v první i poslední čtvrti nachází velice blízko ideálnímu azimutu 83,9° (86,9° a 85,9° v první čtvrti resp. 87,2° a 87,2° v poslední čtvrti) a to navíc v období, kdy má orbita Měsíce nejmenší sklon vůči rovníku Země a tedy kdy jsou nejpravděpodobnější úplná zatmění. V dalších obdobích, kdy se vyskytují úplná zatmění Měsíce (2019- 2020), jsou již azimuty východů Měsíce v první a poslední čtvrti vzdálenější od ideálního azimutu 83,9°.

Pokud tedy azimut 83,9° určuje východ Měsíce ve významném období cyklu saros, pak k obdobné situaci by mělo dojít i před nebo těsně po velkém úplném zatmění Slunce, které bylo viditelné v celé jižní Británii v roce 1715 (Halley 1714, Beard 2001). Jak je vidět na obr. 10, skutečně, po tomto zatmění vycházel Měsíc nad obzor v první i ve třetí čtvrti v blízkosti azimutu 83,9° (85,1° a 85,6°). K obdobným východům Měsíce nad obzor došlo i po a před částečnými zatměními Slunce, viditelnými z Britských ostrovů v letech 1710, 1711 a 1718 (viz obr. 10).



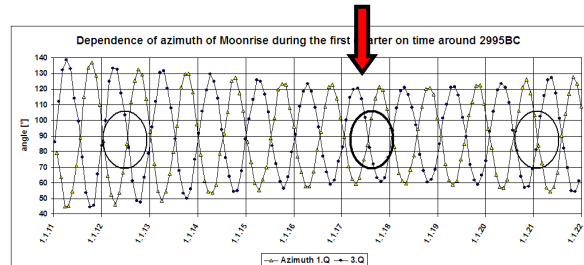
**Obr.10 Zatmění Slunce mezi lety 1710 a 1720 a srovnání s azimutem východu Měsíce v první a poslední čtvrti. Zvýrazněné je totální zatmění Slunce, viditelné ze Stonehenge.**

Z obou obrázků č.9 a 10 je vidět, že k východům Měsíce nad obzor v průběhu jednoho měsíce v první a poslední čtvrti v blízkosti azimutu 83,9° může

docházet přibližně 4 - 5x za saros a jedna z těchto situací nastává v době nejmenších relativních sklonů orbity Měsíce vůči rovníku. Tato situace by mohla být označena jako počátek nového sarosu (na obr. 10 označeno šipkou).

Protože Generátor Efemerid NASA (Horizons 2011) umožňuje s velkou přesností spočítat efemeridy Měsíce až do roku 3000 BC, byly vypočteny východy Měsíce nad obzor za celou první dekádu 3. tisíciletí BC (viz obr. 11). Opět se potvrdil předpoklad, že k „nejpřesnějším“ východům Měsíce za Woodhenge dochází právě v období nejmenšího sklonu orbity Měsíce vůči zemskému rovníku (označeno šipkou na obr.11). V roce 2993 BC byly východy Měsíce nad obzor 84,0° v první čtvrti a 82,2° v poslední čtvrti. O měsíc dříve vycházel Měsíc nad obzor v první čtvrti v azimutu 74,9° a v poslední čtvrti 72,0°. Tyto údaje mohou souviset s orientací Lesser Cursus (74,9°) (viz obr. 2), který takto mohl buď předjímat nebo potvrzovat měření na Great Cursus.

Protože precese zemské osy má periodu cca 25 800 let, nyní se nacházíme přibližně v období čtvrtiny Platónského roku od doby výstavby Cursus a nynější zákryty nejsou totožné s těmi, které pozorovali obyvatelé Stonehenge před 5500 lety, přestože ty hlavní mohou opět koincidovat s obdobnou pozicí Sluneční soustavy vůči Galaxii.



**Obr.11 Azimuty východu Měsíce v první a poslední čtvrti mezi lety 2999 BC a 2988 BC**

### 3. Diskuze

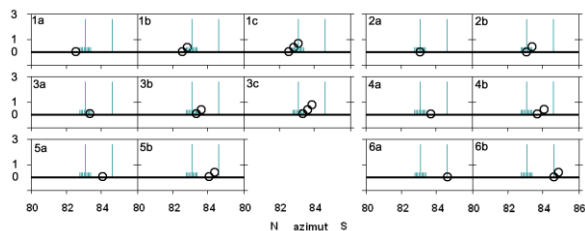
Jak vyplynulo z analýzy východů Měsíce nad Woodhenge v prodloužení Great Cursus, mohly se pomocí východů Měsíce v první a současně ve třetí čtvrti nad Woodhenge stanovovat počátky sarosu.

Přesnost takového měření je pak dána přesností pozorování Měsíce (ve zlomcích jeho průměru) vůči významným orientačním bodům nebo liniím. Obě linie omezení Cursus se sbíhají pod úhlem cca 1,6°. Pokud by severní linie představovala pravý okraj Měsíce a jižní linie levý okraj (viz obr. 5), pak by tyto linie představovaly polohy východů Měsíce nad obzor, které se neliší od středové linie o více než 1 průměr Měsíce. Mohly by tak předjímat,

jak významné bude následující zatmění Slunce nebo Měsíce v období počátku sarosu.

Vůči severnímu a jižnímu omezení Cursus by se pak dal měřit jeho azimut s přesností lepší než  $0,2^\circ$  v rozmezí  $[-2,5$  (severně) až  $+1,5$  (jižně) průměru Měsíce] od středové linie (viz obr. 12).

Nejpřesnější určení azimutu pomocí okrajových linií Cursus je možné ve variantě 1b, kdy Měsíc vychází nad obzor ve vzdálenosti 2,5 průměrů Měsíce severně od středové linie Cursus. Taktéž ve variantě 2b je možno určit přesně východ Měsíce ve vzdálenosti 1,5 průměrů Měsíce severně. Ve variantě 3a (1 průměr severně) je nepřesnost určení východu Měsíce větší, protože se hůře určuje východ středu Měsíce nad obzor. V tomto případě je možno si pomoci variantou 3b, kdy se určí kontakt se sloupky na jižním omezení Woodhenge v době východu celého Měsíce nad obzor. Nejméně přesné je určení polohy východu Měsíce ve variantě 4 (0,5 průměrů Měsíce severně). Ve variantách 5b (0,5 průměrů Měsíce jižně) nebo 6b (1,5 průměrů Měsíce jižně od středové linie Cursus) je opět určení polohy východu Měsíce velice přesné, lepší než  $0,2^\circ$ . Je tak možno kvalitativně odhadnout, jak daleko se nachází Měsíc od středové linie s přesností přibližně na  $\frac{1}{4}$  jeho průměru.



**Obr.12 Varianty východu Měsíce, které by bylo možno zaměřit pomocí okrajových linií Cursus a případně Woodhenge.**

Pro srovnání relativní odchylky východu Měsíce mohl posloužit také Woodhenge, který má j.-s. průměr cca 44 m a od bodu A na Cursus (vzdálenost cca 4120 m) se jeví pod prostorovým úhlem cca  $0,61^\circ$ , tedy přibližně stejným, jako je největší úhlový průměr Měsíce ( $0,55^\circ$ ). Woodhenge tedy mohl sloužit jako „měřítko“, a to měřítko odchylky polohy od optimální polohy nebo měřítko polohy terminátoru na měsíčním povrchu. K obdobnému závěru o přesnosti měření stavitelů Stonehenge ( $0,2^\circ$ ) dospěli i G.R. a P.J. Freemanovi (2001).

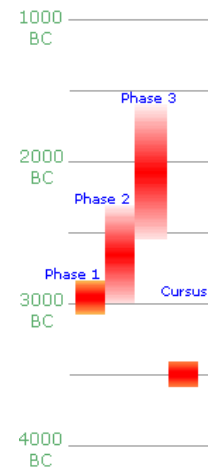
Středová linie Cursus prochází na západě středem „pozorovatelný“ A, na východě jižním okrajem Woodhenge, dále pak výraznou rýhou na břehu řeky Avon a přibližně středem mezi oběma menhiry D a E na hřbítu mezi zálivy řeky Avon. Všechny tyto objekty tak mohly sloužit pro relativní určování odchylky východu Měsíce od optimální linie v násobcích jeho průměru.

Objekt Woodhenge mohl mít ještě jednu důležitou funkci při měření východu Měsíce nad obzor. Pokud by se pozorovatel nacházel v oblasti pozorovatelný A na západním okraji Cursus, tak by přes východní okraj Cursus neviděl v oblasti Woodhenge nižší předměty, než cca 10 m (viz obr. 13). Protože u kamenných menhirů je tato výška téměř nedosažitelná, byly použity dřevěné sloupky. Jejich průměr u země 0,75 m svědčí o jejich možné výšce 15-20 m. V tom případě by byly viditelné z celé západní části Cursus a vyčnívaly by nad východním okrajem Cursus o cca  $0,07^\circ - 0,14^\circ$ .



**Obr.13 Profil Great Cursusem a dále přes Woodhenge (převýšeno). A – pozorovatelná (barrow) na západním konci Cursus, Woodhenge – výška sloupů 20 m postačovala na to, aby byly vidět ze západního konce Cursus a převyšovaly i obzor v pozadí.**

Pomocí sloupů Woodhenge tak bylo možno měřit jednak polohu terminátoru na povrchu Měsíce a určovat tak, jak blízko je Měsíc vůči první nebo poslední čtvrti a současně bylo možno měřit odchylku v azimutu východu Měsíce zejména okolo azimutu severního omezení Cursus ( $84,7^\circ$ ).



**Obr. 14 Etapy budování komplexu Stonehenge (podle Chippindale 1994, Pearson et al. 2008, Archeology 2011, upraveno podle nejnovějších údajů)**

Jak postupně zjišťujeme, byly všechny národy v neolitu (ranná doba kamenná) nebo eneolitu (doba bronzová) fascinovány noční oblohou, která kromě jiného také sloužila k orientaci v prostoru a čase. Pravděpodobně to bylo způsobeno tím, že zemědělství bylo ve svém počátečním období silně závislé na počasí a z něho vyplývající úrody či neúrody. Tak, jako ve starém Egyptě orientovali stavitelé pyramidy vždy ke světovým stranám (pomocí hvězd Kochab a Mizar, které ležely na přímce se severem), tak kultury v Británii nebo dnešní Francii používaly za základ orientace východy nebo západy Slunce ve význačných ročních okamžicích. Většinou to bylo v době letního slunovratu jako například v Braiport bay (Gladwin 1985), nebo pozorovali dvojí západ Slunce v letním slunovratu jako například v Güímaru na Tenerife (Aparicio 2005), nebo to byl východ Slunce v době druhé a

třetí čtvrti roku (Quarter day sunrise) (počátek května a srpna) (MacKie E.W. (2002) nebo východ Slunce v době zimního slunovratu jako v Newgrange v Irsku. Stejný způsob orientace staveb a určování počátků roku nebo významných období převzali i Keltové v kontinentální Evropě (Vosolsobě 2004).

V prvním období stavby komplexu Stonehenge byl vybudován Great Cursus a teprve o cca 500 let později byla zahájena výstavba vlastního Stonehenge (viz obr. 14). To svědčilo spolu s náklady na vybudování Cursus o významu této stavby. Z toho se lze domnívat, že význam Cursus byl primární a Stonehenge pouze završovala tuto stavbu.

Pokud připustíme, že Great Cursus sloužil pro měření azimutu východu Měsíce nad obzor, tak je možno ukázat, že v první a třetí čtvrti vycházel Měsíc v tomto směru před cca 5000 lety čtyřikrát až pětkrát za 18,6 let, kdy se dostávají Měsíc, Slunce a Země do stejných postavení (včetně sklonů jejich orbit a rotačních os), takže je možno předpovídat obdobné situace. Pokud stavitelé Stonehenge vytyčili severní a jižní omezení Great Cursus podle východu Měsíce před významnými úplnými zatměními Měsíce (snad i Slunce), které nastávají nejpravděpodobněji právě tehdy, když má orbita Měsíce nejmenší sklon vůči zemské ose, mohli stanovit počátek sarosu a pak předpovídat obdobná úplná zatmění v budoucnu. Spolu s měřením polohy Slunce v období letního slunovratu tak mohli získat dlouhodobý kalendář stejně přesný, jako byl kalendář Mayů a přesnější než kalendáře starého Egypta nebo Mezopotámie (předpovídání zatmění Měsíce od 7. století BC).

V době výstavby Stonehenge (fáze 1) už byly pouze fixovány a předávány znalosti z dlouhodobého kalendáře pro další pokolení. Vlastní Stonehenge, zejména 56 Aubryho jam, sloužilo spíše jako záznamník a kalkulátor vypočítaných údajů z měření v Cursus. Z nich vyplývá, že stavitelé rozdělili saros na 18,61 roků a rok rozdělili na 4 části po 3 měsících po 30 a 29 dnech (menhiry). Rok počínal pravděpodobně letním slunovratem a den počínal východem Slunce. Určit počátek roku bylo snadné, ale určit počátek sarosu, to byl úkol na několik generací při průměrné době života okolo 24 let. Díky genialitě svých tvůrců a předávání výsledků měření mezi generacemi se podařilo vypočítat průsečík obou cyklů (měsíčního a slunečního) a zjistit tak opakování vzájemných poloh Slunce, Měsíce a Země v čase. Dokázali tak s velkou přesností předpovídat jak zatmění Měsíce, tak pravděpodobně i zatmění Slunce v oblasti Stonehenge.

Po cca 2000 letech od výstavby Cursus ale pravděpodobně také potomci stavitelů zjistili, že se zatmění Slunce stávají méně pravidelnými (vlivem precese zemské osy se dostával „jejich“ počátek sarosu mimo optimální periodu, kdy jsou rovina orbity Měsíce a zemská osa nejméně odkloněny) a

kalendář sarosu přestává fungovat. Možná proto bylo zastaveno další budování komplexu Stonehenge. V dnešní době, kdy žijeme cca 5500 let po počátku budování Cursus, opět nastává situace, kdy Měsíc vychází v prodloužení Cursus také v době počátku sarosu, který je ovšem vůči starému sarosu posunut o  $\frac{1}{4}$  platónského roku. I dnes bychom proto byli opět schopni stanovit pomocí pozorování na Cursus počátek sarosu a předpovídat budoucí zatmění Měsíce a za několik generací i úplné zatmění Slunce, viditelné z Británie.

#### 4. Závěr

Severní a jižní omezení Great Cursus, vyznačují pravděpodobně mezní směry východu Měsíce v první nebo poslední čtvrti před zatměním Slunce nebo Měsíce na počátku sarosu „vlevo“ od severního omezení nebo „vpravo“ od jižního omezení Cursusu. Úhlová vzdálenost odchylky východu Měsíce od středové linie Cursus mohly určovat o jaké zatmění půjde. Woodengenge a menhiry na obzoru mohly sloužit jako měřítko vzdálenosti Měsíce od absolutně přesné polohy, kdy budou všechna 3 tělesa v přímce v době úplňku (měsíční zatmění) nebo novu (zatmění Slunce).

Všechny jednoduché prostředky (rýhy na poli, menhiry na obzoru, svislé kmeny, kameny na poli, odečet fáze větvičkou) umožnily určit fázi Měsíce vůči Zemi s přesností na  $\frac{1}{4}$  dne (6 hodin) a úhly s přesností na  $0,2^\circ$  horizontálně v okolí Woodhenge,  $0,5^\circ$  ve vzdálenostech větších než  $1,5^\circ$  od Woodhenge (3 měsíční průměry) a  $0,2^\circ$  vertikálně. To umožnilo predikovat jak úplné, tak částečné zatmění 7 nebo 21 dnů předem.

Pomocí jam na východě a západě Cursus a Heel-stone tak stavitelé Stonehenge mohli určovat počátek kalendářního roku (letní slunovrat) a pomocí Cursus a Woodhenge mohli určovat počátek sarosu. Počátek měsíce byl dán novem. Měli tak k dispozici kalendář, který mohl predikovat jak roční období, tak i dlouhodobější cykly zatmění Měsíce a Slunce.

Pravděpodobně postup budování komplexu Stonehenge započal vytyčením středové nebo okrajových linií Cursus, kde na vyvýšeninách na jeho koncích byly založeny jámy, které následně předurčily polohu Heel-stone. Tím byl „měřicí“ komplex vybudován. Následně budování samotné megalitické stavby Stonehenge mělo pravděpodobně více archivní, dokumentační a možná i náboženský charakter, kde byly uchovávány výsledky měření pomocí nastavování pointrů chodů ročního cyklu a sarosu pomocí přemísťování označených kamenů (pointrů) v Aubryho jamách (Hawkins 1965).

## LITERATURA

- Aparicio A.J. (2005): Las Pirámides de Gúimar: mito y realidad. [http://www.iac.es/galeria/aa/p\\_aa\\_recension\\_piramides.htm](http://www.iac.es/galeria/aa/p_aa_recension_piramides.htm)
- Archelogy (2011): <http://www.archaeology.ws/stonehenge.html> (<http://www.youtube.com/embed/YizLYZadoVE>)
- BBC (2011): Archaeologists make new Stonehenge 'sun worship' find. <http://www.bbc.co.uk/news/uk-england-wiltshire-15917921>.
- Birmingham Post (2011): Birmingham archaeologists uncover secrets of Stonehenge. <http://www.birminghampost.net/news/2011/11/26/birmingham-archaeologists-uncover-secrets-of-stonehenge-97319-29847329/>
- Beard, D. (2001): A millennium of British solar eclipses (1501-2500 AD). Journal of the British Astronomical Association, vol.111, no.2, p.88-98.
- Broch, Crannog and Hillfort (2009): The cost of building the Stonehenge complex. Wessex Archeology. <http://mitchtemparch.blogspot.com/2009/01/cost-of-building-stonehenge-complex.html>.
- Burl, A. (1987): The Stonehenge people. J.M.Dent, London.
- Chalub, F.A.C.C. (2009): <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/311303.pdf>
- Castleden, R. (1993): The making of Stonehenge. Routledge, London, 305 pp.
- Chippindale Ch. (1994): [Stonehenge Complete](#). Thames&Hudson 1994, ISBN 0-500-27750-8 ,pp 267.
- Cowan, E.J. (1989): The people of the sunset, Scottish tradition, vol. XV, 1-23.
- Edmund Halley, E. (1714): Observations of the Late Total Eclipse of the Sun on the 22d of April Last Past, Made before the Royal Society at Their House in Crane-Court in Fleet-Street, London. by Dr. Edmund Halley, Reg. Soc. Secr. with an Account of What Has Been Communicated from Abroad concerning the Same, Phil Trans R Soc 29: 245-262.
- Freeman, G.R., Freeman P.J. (2001): Observational archaeoastronomy at Stonehenge: Summer solstice sun rise and set lines accurate to 0.2° in 4000 BP.
- Gladwin, P.F. (1985): *The solar alignment at Brainport Bay, Minard, Argyll*. Ardrishaig: Natural History and Antiquarian Society of Mid Argyll.
- Hawkins, GS (1965). *Stonehenge Decoded*. ISBN 978-0880291477.
- Heath, R. (1999): *Sun, Moon & Stonehenge* (Published by Bluestone Press), 256pp.
- Heyerdahl, T. (1991):
- Horizons 2011 : Ephemeris generator. JPL NASA. <http://ssd.jpl.nasa.gov/horizons.cgi#top>.
- Houser, P. (2002): Aztékové-nejen lidské oběti, Scienceworld.cz. <http://scienceworld.cz/historie/aztekov-nejen-lidske-obeti-3747> (in Czech)
- Hoyle, F. (1966): Frontiers of astronomy.
- Kelley, D.H., Milone, E.F. (2005): Exploring Ancient Skies: A Survey of Ancient and Cultural Astronomy, 577 pp.
- MacKie E.W. (2002): The structure of British Neolithic society a response to Clive Ruggles and Gordon Barclay. Antiquity. <http://antiquity.ac.uk/projgall/Pre2003/mackie/mackie.html>
- Manley, J. (1989): Atlas of Prehistoric Britain. Oxford University Press.
- O'Connell (2007): Astronomy 121. <http://www.astro.virginia.edu/class/oconnell/astr121/eclipses-stonehenge.html>
- Johnson, A. (2008): SOLVING STONEHENGE: The New Key to an Ancient Enigma. 288 pp. Thames and Hudson.
- NASA – solar eclipses (2011): <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/solar.html>
- NASA – lunar eclipses (2011): <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/lunar.html>
- Newham,C.A. (1972): *The Astronomical Significance of Stonehenge*, Moon Publications; 1st edition.
- Pearson, M.P., et al. (2006): Stonehenge Riverside Project. "2006 Interim Report". <http://www.shef.ac.uk/content/1/c6/02/21/27/summary-interim-report-2006.pdf>.
- Pearson, M.P., et al. (2008): Stonehenge Riverside Project. „Excavation V“. <http://www.shef.ac.uk/archaeology/research/stonehenge/stonehenge07-05>.
- Service, A., Bradbery. J. (1979): Megaliths and their Mysteries. Macmillan press.
- Thom A. (1971): Megalithic lunar observatories. Oxford.
- Vosolsobě S. (2004): Pozorování východu Slunce při letním slunovratu z valu keltského opevnění Semín v Českém ráji. <http://hrubaskala.net/pdf/vtrosky.pdf>.
- Wikipedia – eclipses UK (2011): [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_solar\\_eclipses\\_visible\\_from\\_the\\_United\\_Kingdom\\_1000%E2%80%932090\\_AD](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_solar_eclipses_visible_from_the_United_Kingdom_1000%E2%80%932090_AD).