

Přírodní cykly

Mnohé jevy okolo nás mají cyklický charakter. Známým příkladem je střídání dne a noci či ročních období. Jiné přírodní cykly mají periody tak dlouhé, že trvalo generace, než jsme zjistili, že takové cykly vůbec existují. Nicméně jejich poznání umožnilo pochopit vývoj Země a života na ní, člověka nevyjímaje. Cyklický charakter přírodních jevů je natolik silný, že se výrazně otiskl i do kulturně sociální sféry.

Počítání času

V mnohých kulturách neexistuje představa nějakého počátku, například staří Řekové, a nejen oni, považovali kruh či kouli za ideální tělesa, která „necítí konec ani počátek svých částí“ (Plinius Starší, Kapitoly o přírodě – kniha II.). Stejně tak podle mnohých starořeckých autorů vše podstatné ve vesmíru včetně vesmíru samotného existuje v opakujících se cyklech. Cyklů v přírodě si všimli již sběrači při každoročně opakujícím se zrání plodů a lovci při pravidelných tazích zvěře. Avšak na přírodních cyklech a jejich předvídání se bytostně závislími stali až zemědělci, neboť pro úspěšné zemědělství je bezpodmínečně nutné mít správný časový rozvrh a vědět, kdy mají probíhat jednotlivé práce. Tímto vyvstala zcela praktická potřeba orientace v čase, která by postihla onu periodičnost a umožnila plánovat zemědělské práce. Odtud bylo jen krůček k vytvoření kalendářů (více o kalendářích viz Křížek, 2006a), které by respektovaly roční periodu. Kromě kalendářů, a možná ještě před nimi, si zemědělci vytvořili další nástroj, který umožňoval řídit zemědělskou činnost, a to pranostiky. Samotná existence pranostik, které se v písemné podobě dochovaly už z antiky, ukazuje na lidově sdílenou moudrost vycházející z opakovaných jevů, tedy z pozorování jistých cyklů. Tyto pranostiky svazují čas vhodný k určitým zemědělským úkonům s daným obdobím v roce a s jevy, ke kterým v přírodě dochází. Je známo, že například životodárné záplavy na Nilu byly spojovány s východem hvězdy Síríus před slunečním úsvitem. Vztah mezi ději na nebi a „pracemi venkovskými“ popisoval už Démokritos (460–370 př. n. l.). Nicméně samotná existence různých megalitických kalendářů (obr. 1) dokazuje, že cykly v postavení nebeských těles, zejména pak Slunce a Měsíce, byly známy už daleko dříve před Démokritem.

Cyklům vládne nebe

Zcela zřetelnými cykly, se kterými se lidé setkávali od nepaměti, jsou střídání dne a noci, měsíční fáze a roční období chápané v tom nejširším slova smyslu (tj. nejen střídání čtvrti ročních období v našem klimatickém pásu, ale i období sucha a dešťů, monzunů atd.). V přímořských oblastech k těmto cyklickým dějům přibývají ještě příliv a odliv. Tyto cykly, s výjimkou přílivu a odlivu, mají původ buď v rotaci Země kolem vlastní osy, nebo v oběhu Měsíce kolem Země, či Země kolem Slunce. Příliv a odliv je pak výslednicí složeného působení gravitace Měsíce a Slunce na Zemi a odstředivé síly Země obíhající kolem společného těžiště (tzv. barycentra) soustavy Země-Měsíc (Křížek, 2016). Nicméně Země vykonává ještě další pohyby, jež jsou důsledkem dlouhodobějších cyklů, které již není tak jednoduché odhalit vzhledem k jejich dlouhé periodě. Přesto některé z nich, jako např. precesi, znaly už starověké civilizace a dokázaly určit i velmi přesně její periodu. Kromě Hipparcha (190–120 př. n. l.), který objevil precesi na základě přesně spočtené délky roku, resp. nepatrného posouvání tzv. jarního bodu (což je pomyslný bod na oběžné zemské dráze, která je v daném místě protnuta světovým rovníkem – více viz Křížek, 2006b) po ekliptice, ji znali i staří Mayoové. Vlastní precese představuje kruživý pohyb zemské osy, která opisuje pomyslný plášť kužele s vrcholem ve středu Země. Perioda precesního pohybu je cca 26 000 let a označuje se jako tzv. platónský rok. V důsledku precese dochází k tomu, že zemská osa směřuje v průběhu oněch 26 000 let pokaždé jinam, tj. mění se poloha světových pólů (tj. průsečíků zemské osy s nebeskou sférou). Například v roce 3000 př. n. l. byla polární hvězdou hvězda α Draconis (neboli Thuban v souhvězdí Draka), v období starého Řecka to byla β Ursae Minoris, v naší době je to α Ursae Minoris neboli Polárka v souhvězdí

Malého medvěda a v roce 14 000 n. l. (tedy za 12 000 let) to bude Vega v souhvězdí Lyr (obr. 2). Kromě toho precese způsobuje, že se během této periody mění pozice jarního bodu a v důsledku toho i doba, kdy nastává přísluní a odsuní. Zatímco dnes přísluní nastává 4. ledna, tak za 5 000 let bude přísluní nastávat zhruba v období jarní rovnodennosti, za dalších 5 000 let nastane v době letního slunovratu (na severní polokouli) a za dalších 5 000 let, tedy za 15 000 let od současnosti bude přísluní nastávat v době podzimní rovnodennosti. Toto „stěhování“ přísluní (resp. precese, která je jeho příčinou) je jednou ze složek tzv. Milankovičových cyklů (Křížek, 2004) a má spolu s dalšími složkami zásadní význam pro kolísání klimatu v průběhu čtvrtohor. Při precesi nedochází ke změně sklonu zemské osy. Změna sklonu zemské osy je však další z pohybů, který Země vykonává a který je druhou složkou Milankovičových cyklů. Perioda změny sklonu zemské osy je zhruba 41 000 let. Během této periody se mění sklon zemské osy k rovině oběžné dráhy Země kolem Slunce v intervalu $65^{\circ}29'44''$ – $67^{\circ}57'27''$ (Berger, 1976). Tato změna sklonu osy není v porovnání se změnami sklonu osy Marsu (0 – 60°) příliš velká a za její relativně stabilní pozici vděčíme Měsíci, který ji fixuje. Přesto i tyto zdánlivě nepatrné změny sklonu mají dalekosáhlé důsledky. Čím ostřejší úhel (tedy čím menší úhel) svírá zemská osa s rovinou oběhu, tím výše vystupuje Slunce nad obzor ve vyšších zeměpisných šířkách a v souvislosti s tím roste i zdejší celkový roční úhrn slunečního záření, naopak v nižších zeměpisných šířkách roční úhrny záření mírně klesají. Změna sklonu zemské osy rovněž způsobuje to, že se během výše zmíněné periody mění poloha obratníků i polárních kruhů. Tedy například zeměpisná šířka obratníku Raka se pohybuje mezi $22^{\circ}02'33''$ – $24^{\circ}30'16''$ severní zeměpisné šířky. V současné době se obratníky přibližují k rovníku a polární kru-



Obr. 1: Stonehenge je megalitická stavba, která byla vybudována v několika etapách v mezidobí 3000–2000 let př. n. l. Tato stavba je mj. spojována s funkcí observatoře – kalendáře. Foto: M. Křížek

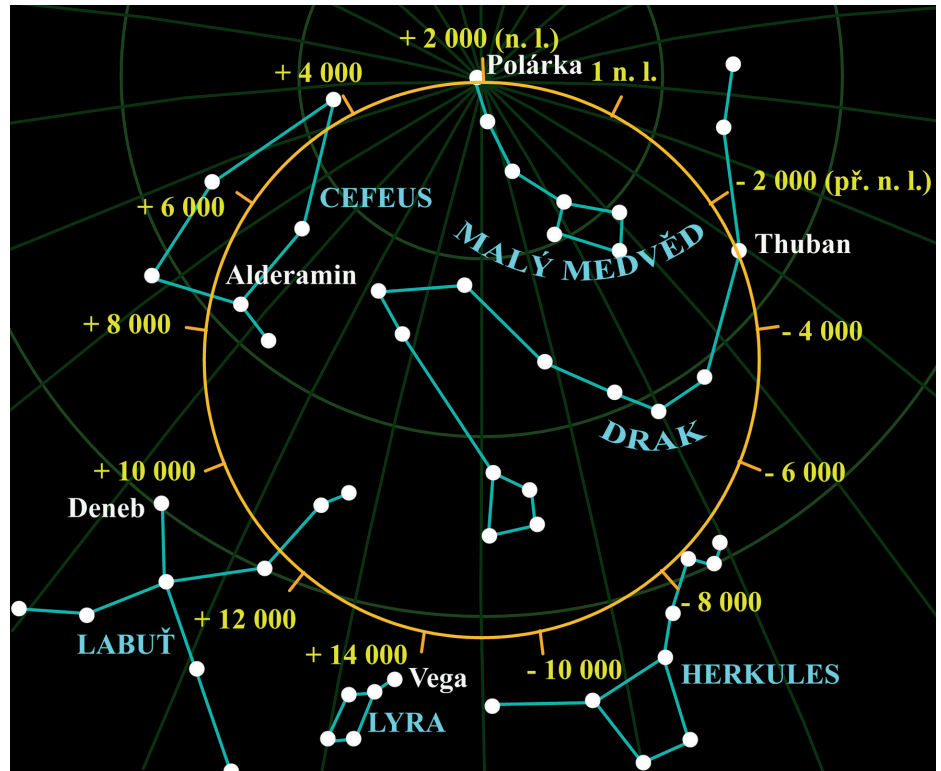
VÝZKUM A VÝVOJ

hy k pólům. Například obratník Raka měl v roce 2000 zeměpisnou šířku $23^{\circ}26'21,5''$ a na začátku roku 2016 měl tento obratník zeměpisnou šířku $23^{\circ}26'13,9''$. Ročně se tak tropický pás ohraničený obratníkem Raka posune o několik metrů k jihu. Se zmenšováním rozlohy tropického pásu se zmenšuje území, kde Slunce v průběhu roku vystoupí 90° nad obzor a dosáhne tak zenitu. V důsledku toho, že obratníky se neustále posouvají, je nutné vědět, že jejich poloha v mapě odpovídá roku jejího vytvoření a není tedy aktuální. Pro úplnost, třetí a poslední složku Milankovičových cyklů představuje měnící se výstřednost zemské dráhy (od 0,000055 do 0,0679, v současnosti je její hodnota 0,0167) s periodou cca 100 000 let. Pro vznik zalednění, které popisují Milankovičovy cykly, je nevhodnější, aby výstřednost oběžné dráhy Země byla co největší, stejně tak jako úhel sklonu zemské osy, a přísluní nastávalo v období letního nebo zimního slunovratu.

Kromě výše zmíněných cyklů, které připadají na vrub pohybům Země či gravitačnímu působení Slunce a Měsíce, je třeba zmínit, že existuje velmi pestrá škála dalších cyklů, jejichž délky period se pohybují od hodin až po stovky milionů let. Některé cykly mají původ v samotném Slunci a souvisejí s jeho proměnlivou aktivitou. Další cykly mají původ v dějích probíhajících uvnitř naší planety, sem patří například cyklické střídání polaritů zemského magnetického pole, horotvorné a vulkanické cykly, cykly ve vývoji reliéfu a mnohé další. Jiné cykly souvisejí s oběhem hmoty a energie v přírodních vrstvách Země (oběh vody, oběh vzdušných hmot, oběh chemických látek v půdě atd.), které nejsou o nic méně důležité pro vývoj krajiny a života na Zemi. O některých z těchto cyklů se dozvíte v následujících článcích tohoto čísla Geografických rozhledů.

Přírodní cykly při formování kultur

Cyklické opakování přírodních jevů a ročních období vedlo k tomu, že mnoho starých, ale i současných kultur věří v cyklické pojetí času. Proto vznikaly očistné rituály, jejichž



Obr. 2: Změna polohy polární hvězdy v důsledku precese. Zelené linie představují rovníkovou souřadnicovou síť. O astronomických souřadnicích více viz Křížek (2006b).

prostřednictvím se do nového cyklu mělo vstoupit s čistým štítem. Například Santillana a Dechendová (1977) popsali více než 30 starověkých kultur, které věřily, že historie se skládá z opakujícího se sledu temných a zlatých věků. Nejznámějším a mediálně asi nejvíce probíraným, vzhledem k nesprávně interpretovanému konci cyklu připadajícímu na 12. prosinec 2012, byl velký mayský cyklus času. Nejenže onen den nenastal domněle „předpokládaný“ konec světa, ale fakticky jej mayský kalendář ani nepředpovídal, neboť Mayové, stejně jako Inkové, Aztékové a další indiánské kmeny zastávali koncept nekonečných cyklů, který ovlivňoval jejich život a promítal se do náboženských představ a rituálů. Podobně i hinduismus pracuje s cyklickým časem, který se skládá z opakujících se věků, které jsou ještě podstatně delší

než ty, které známe od Mayů. Nejkratší cyklus, tzv. mahájuga, představuje 4 320 000 let. Další velké náboženství – buddhismus převzal vnímání času, tzv. Kolo času, z hinduismu. Cykličnost se ve výše zmíněných kulturách odráží i v chápání života a smrti, respektive v procesu znovuzrození či převtělení. Naše euro-atlantická kultura vycházející z židovsko-křesťanské tradice přistupuje, na rozdíl od ostatních zmíněných kultur, k času jako lineárně plynoucímu, který se pohybuje jedním směrem (od božského stvoření světa) stále dopředu. Avšak i u tohoto pojetí se setkáme, podobně jako v jiných náboženstvích, s prvky cykličnosti např. v podobě chápání posmrtného života.

Marek Křížek, PŘF UK
marek.krizek@natur.cuni.cz

► **Natural Cycles.** This article describes Earth's basic natural cycles, focusing particularly on those that helped shape perceptions of time and the creation of calendars. It discusses additional geographical consequences of these same cycles.

LITERATURA A ZDROJE DAT:

- BERGER, A. L. (1976): Obliquity and Precession for the Last 5000000 Years. *Astronomy and Astrophysics*, 51, s. 127–135.
 KŘÍŽEK, M. (2004): Pohyby Země a klima. *Geografické rozhledy*, 14, 2, s. 30–31.
 KŘÍŽEK, M. (2006a): Jak vznikl náš kalendář. *Geografické rozhledy*, 15, 4, s. 2–4.
 KŘÍŽEK, M. (2006b): Navigace podle hvězd. *Geografické rozhledy*, 16, 2, s. 4–5.
 KŘÍŽEK, M. (2016): Slunce, Měsíc a mořské dmutí. *Přírodovědci*, 5, 3, s. 20–21.
 PLINIUS STARŠÍ (1974): Kapitoly o přírodě. Překlad František Němeček, Svoboda, Praha, 352 s.
 SANTILLANA, G., DECHEND, H. (1977): Hamlet's Mill: An Essay Investigating the Origins of Human Knowledge and Its Transmission Through Myth. David R. Godine Publisher, New Hampshire, 505 s.

APLIKACE DO VÝUKY:

Zkuste v průběhu roku pozorovat měnící se polohu východu a západu Slunce. Nejprve si zvolte stálé pozorovací místo orientované k východu a západu. Ideální pozorovací stanoviště by mělo mít pro snazší orientaci na obzoru členitou krajinu či siluetu města. Čím dále bude od vás horizont vzdálen (tj. čím lepší budete mít rozhled), tím lépe. V průběhu roku stačí, když budete na okenní tabulku či do fotografie vašeho sledovacího úseku obzoru zakreslovat polohu Slunce v době východu a západu. Pozorování stačí provádět jednou týdně, avšak v období zimního a letního slunovratu se snažte zakreslovat polohu Slunce častěji, abyste získali přesné pozice Slunce v tyto dny. Taktó vytvoříte řadu pozorování, na jejichž základě byste měli být schopni určit délku roku, tedy období např. od zimního slunovratu po další zimní slunovrat. Touto metodou určoval délku roku už Hipparchos či dokonce lidé budující megalitické stavby.