

Datování pleistocenních a holocenních nálezů

- **archeologické datování = určování stáří archeologických pramenů** (nálezu, nálezového souboru, archeologické situace, lokality a pod.) je jedním ze základních a klíčových témat vyhodnocení archeologického výzkumu
- zahrnuje několik analytických metod v rámci tří základních postupů:
 - **stratigrafická metoda** - interpretace prostorových vztahů mezi jednotkami archeologického kontextu + jejich vztahu ke geologickým vrstvám
 - **typologická metoda** - sledování formálních struktur/vlastností v souboru artefaktů, které zachycují vývoj artefaktů v čase
 - **chronometrické metody** - měření ekofaktových vlastností materiálů, které se mění v čase
- výsledkem je zjištění **relativního** nebo **absolutního** stáří

Absolutní datování

- určení přesného stáří archeologického pramenu na lineární časové ose
- pomocí moderních přírodovědných (fyzikálně-chemických) metod
- **chronometrické metody**

ABSOLUTE DATING	RELATIVE DATING
A technique used to determine the exact age of the artefact or a site using methods such as carbon dating	A technique used to determine which object or item is older in comparison to the other one
Determines the numerical age	Arranges fossils in an order
Four methods are radiometric dating, amino acid dating, dendrochronology, and thermoluminescence	Involves biostratigraphy, stratigraphy, and cross dating
Precision is high	Precision is low
Quantitative measurement	Qualitative measurement
Works better for igneous and metamorphic rocks	Works better for sedimentary rocks having layered arrangement of sediments
Expensive and takes time	Less-expensive and efficient

Relativní (srovnávací) datování

- určení časového vztahu vůči jiným archeologickým pramenům
- vzájemný časový poměr datovaných jevů v kategoriích starší – mladší
- **stratigrafie** a metody od ní odvozené
- **typologie**

Stratigrafická metoda

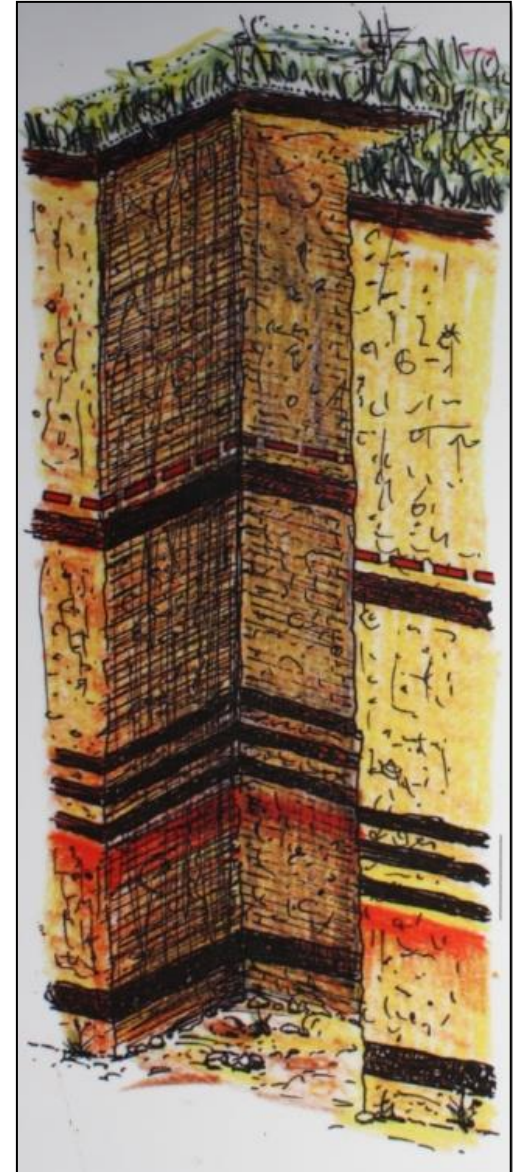
- vychází z geologie - v archeologii je aplikována stejným způsobem, pouze sledované stratigrafie jsou menších rozměrů a členění bývá detailnější

zákon superpozice - Nielse Stensen (1669)

- **princip vertikální stratigrafie a sedimentace**
 - vzhledem k univerzální platnosti gravitačního zákona se vrstvy usazenin ukládají postupně na sebe - tzn. vrstvy ležící nad jinými vrstvami jsou mladší než vrstvy podložní
 - platí pro stáří vrstvy jako prostorového útvaru, ne pro stáří materiálu, z něhož se vrstva skládá (přemístěný materiál staršího data)
- **princip horizontality** - vrstvy jsou primárně ukládány horizontálně v důsledku gravitačního působení
- **princip laterální stálosti** - sediment vznikal stejnoměrně ve všech směrech; vrstvy, které vypadají stejně a dnes jsou rozděleny například erozí, jsou stejně staré
- **princip průnikových vztahů** - geologický prvek, který protíná jiné geologické prvky, je mladší

zákon stejných zkamenělin - William Smith (1816)

- stejné zkameněliny jsou stejně staré, a tak jsou stejně staré i sedimenty, ve kterých se nacházejí
- v archeologii možné aplikovat na artefakty



Metody vycházející ze stratigrafie

magnetostratigrafie - paleomagnetismus

- periodická změna (přepólování) magnetického pole Země
 - změna orientace magnetických minerálů v sedimentech a vulkanických horninách

tefrochronologie

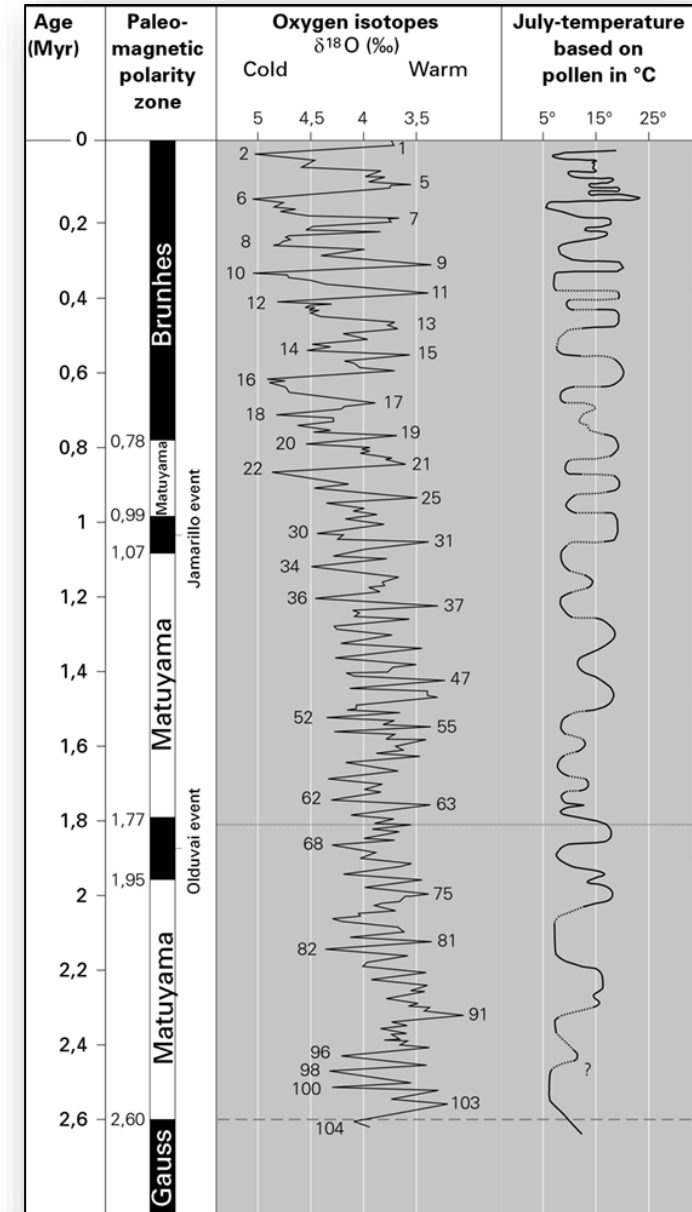
- identifikace podle chemického složení příměsí popela ze známých sopečných výbuchů v sedimentech

biostratigrafie

- využívá evolučních proměn živočichů a rostlin v čase pro určení stratigrafických horizontů
 - datování podle tzv. vůdčích fosilií (např. rostlinný pyl, hmyz, savčí kosti apod.)

klimatostratigrafie – MIS stratigrafie

- střídání studených (glaciály) a teplých (interglaciály) období v průběhu kvartéru
 - obsah stabilních izotopů v sedimentech, horizonty půd ve sprašových sériích, terasový systém řek

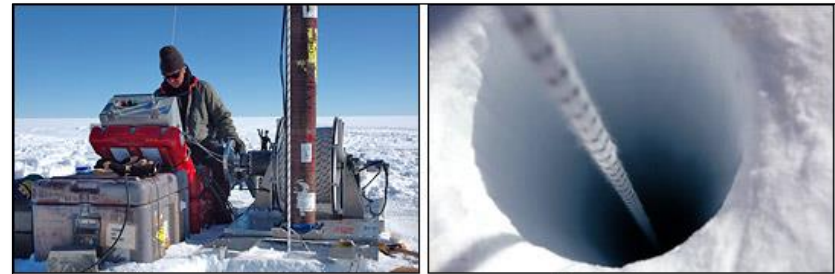
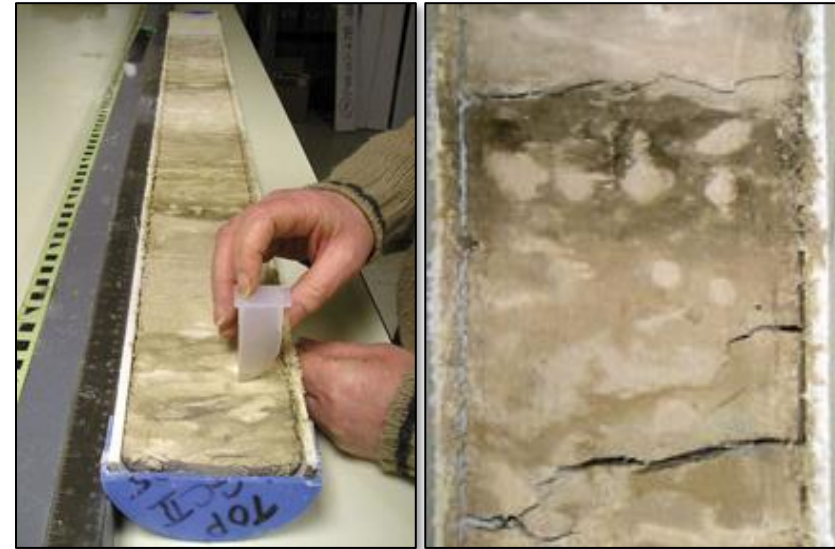


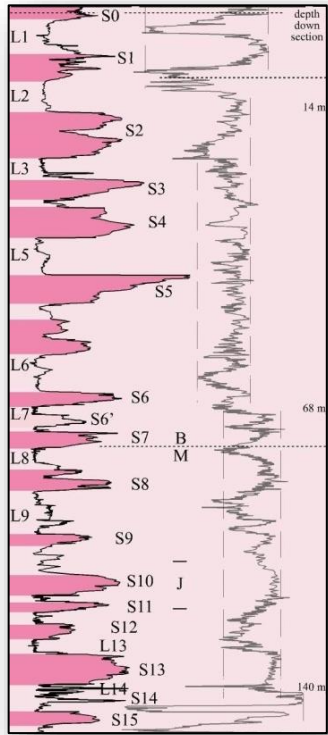
Izotopové analýzy sedimentů v hlubokomořských vrtech

- **stádia MIS 1-104 - marine isotope stage - (OIS - oxygene isotope stage)**
- relativní podíl obsahu stabilního izotopu kyslíku ^{18}O ve schránkách planktonních organismů které sedimentují na dně oceánu
 - neporušený vrstevní sled
- nejkompletnější záznam klimatických změn
 - referenční systém pro globální korelaci klimatických jevů v kvartéru
 - odráží vývoj globální teploty a souvisí s kolísáním hladiny světového oceánu

Izotopové analýzy vrstev pevninských ledovců

- obsah těžkého izotopu kyslíku ^{18}O ve vzorcích minulé atmosféry
- obsah deuteria ^2H - odráží teplotu na povrchu ledovce v době jeho vzniku
- kratší časový úsek jako hlubokomořské (od střed. pleistocénu), ale víc podrobnější



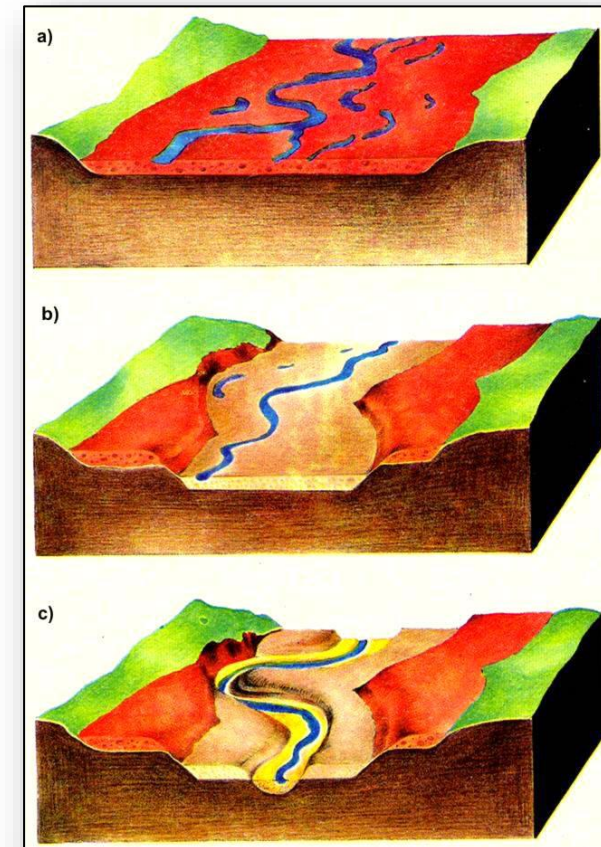


Sprašová chronologie - analýza sprašových záznamů

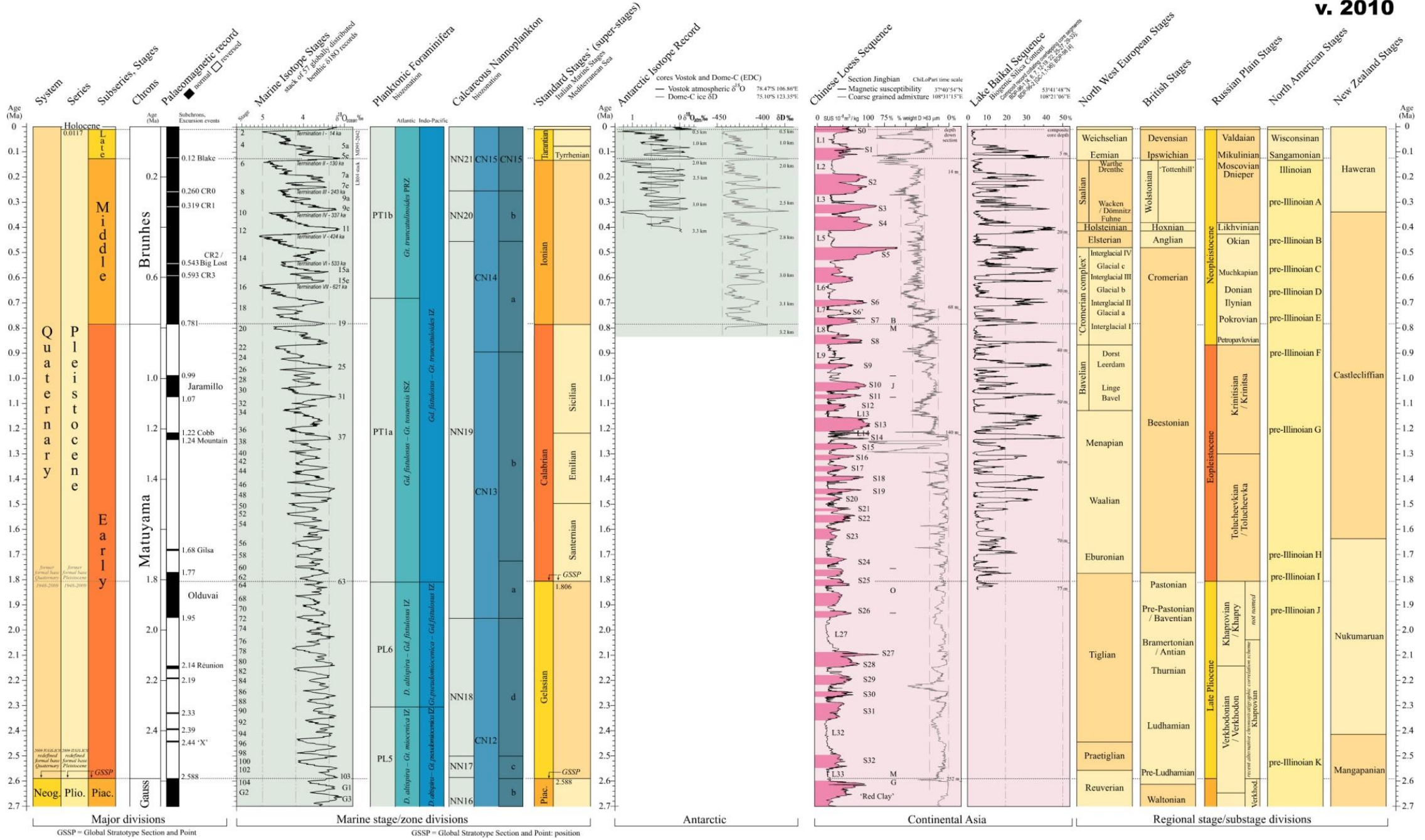
- charakter jednotlivých úseků ukládaní spraší během glaciálů a vlastností půdních horizontů tvořených v interglaciálech (PK)
- magnetická susceptibilita (pohltivost)
 - kvantitativní parametr odrážející vývoj paleo-klímy - mění se se stupněm proměny spraše na půdu
- obsah hrubozrnné příměsi

Terasový systém řek

- **řiční terasy** = systém terasovitých akumulací podél toku řek
 - vznik v důsledku zařezávání koryta řeky do podloží - čím je terasa vyš nad řekou, tím je starší
- ze stratigrafického hlediska nejdůležitější sedimenty
- akumulace terasových sedimentů spadá do glaciálu (pokles hladiny světového oceánu)

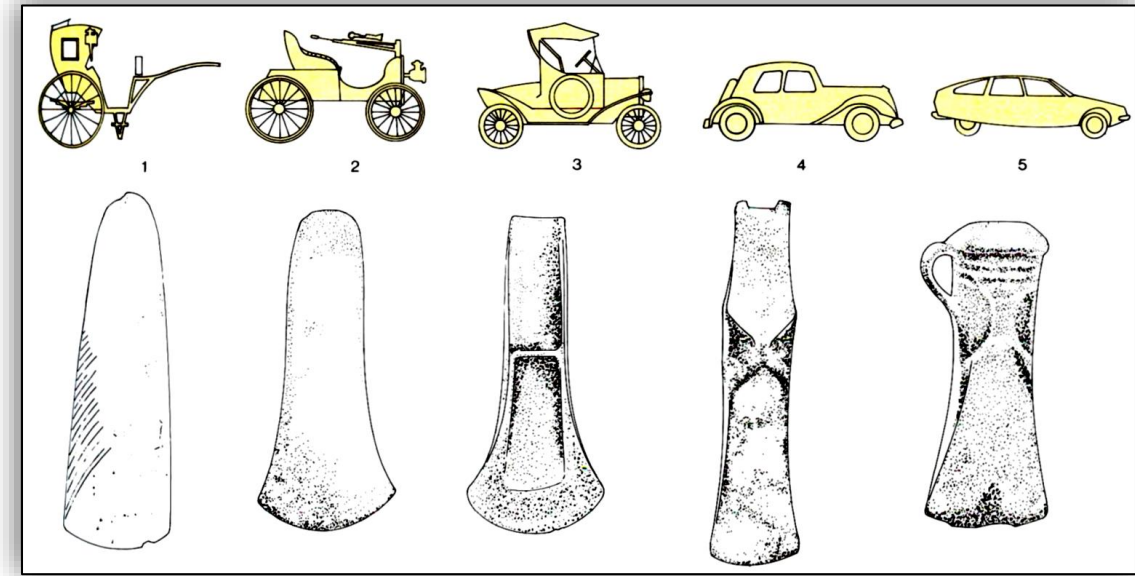


Global chronostratigraphical correlation table for the last 2.7 million years v. 2010



Typologická metoda

- švédský archeolog *Oscar Montelius (1903)*
 - základ - tří-periodný systém Ch. J. Thomsena
- vychází z tvarového rozboru artefaktů
 - vede k rozpoznání opakujících se forem – ***typy***
- typy artefaktů se mění v čase a vytvářejí ***typologické řady***
 - tvarový vývoj artefaktů, asociace mezi typy, kombinace se stratigrafickým pozorováním
- významné jsou artefakty podléhající módním změnám, rychle se měnící či střídající (např. tvary a výzdoba keramiky, tvary jehlic, spon aj.)
- množina společně se vyskytujících typů určuje obecnější strukturu
 - archeologická kultura a její dílčí chronologické či prostorové části (stupně, fáze, skupiny apod.)

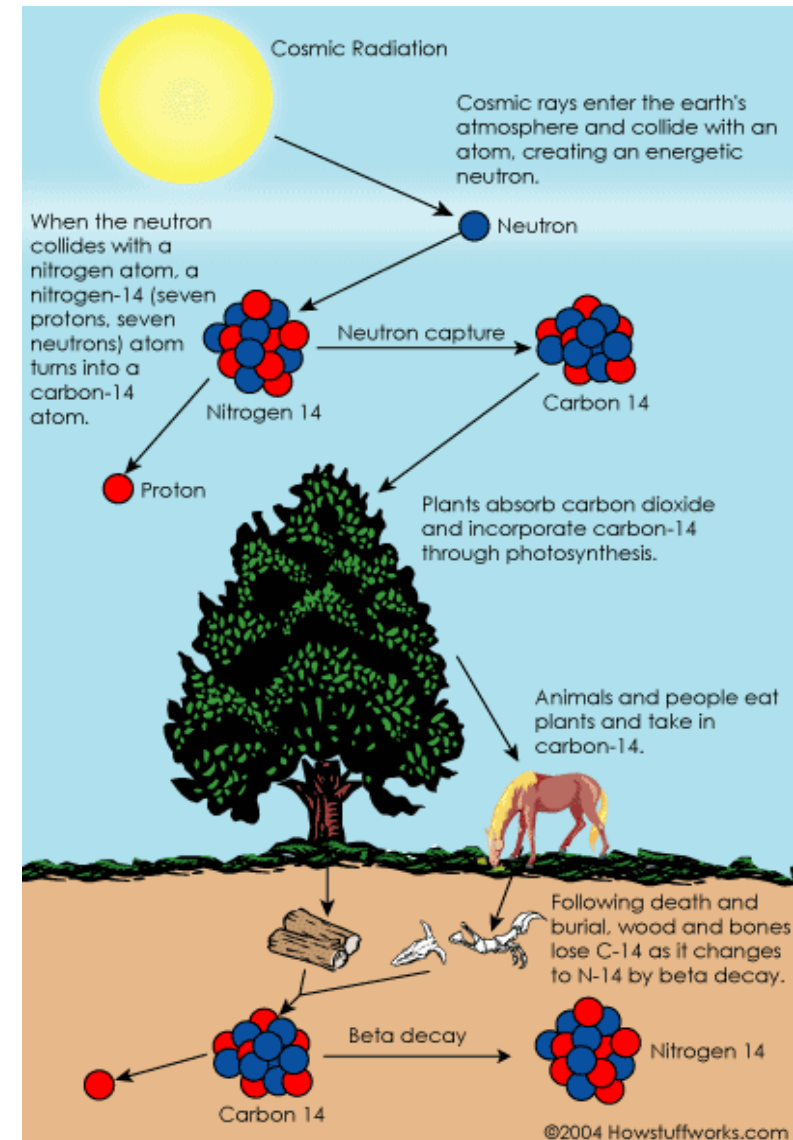


Chronometrické metody

- určení přesného (absolutního) stáří na lineární časové ose
- měření ekofaktových vlastností materiálů, které se mění v čase
- skupina přírodovědných (fyzikálně-chemických) metod:
 - radiometrické metody (radiokarbonová metoda) a jiné
 - luminiscenční metody – termoluminiscence, opticky stimulovaná luminiscence, elektronová spinová rezonance
 - dendrochronologie

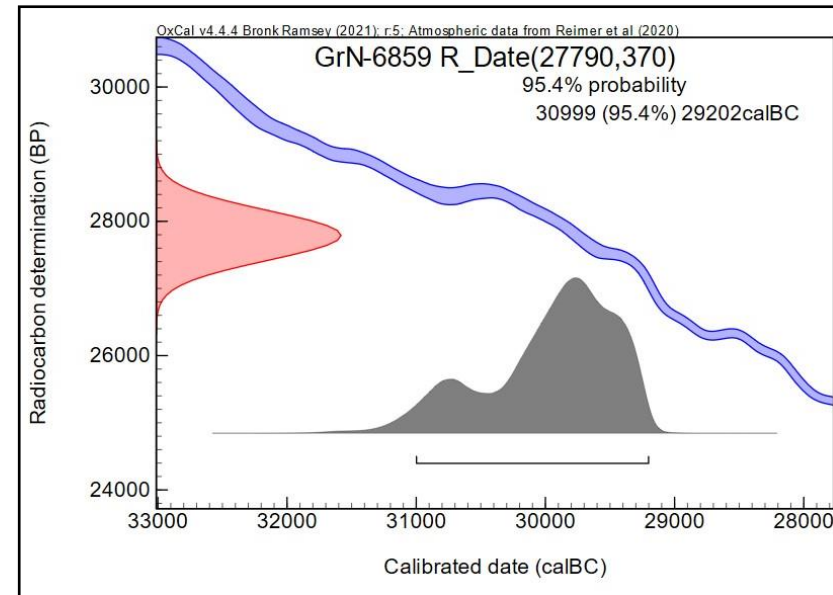
Radiokarbonová metoda

- využívá přítomnosti radioaktivního izotopu uhlíku v zemské atmosféře, kde se díky kosmickému záření udržuje jeho relativně stabilní podíl
 - z atmosféry přechází radioaktivní izotop ^{14}C do všech živých organismů, po smrti organismu se začne radioaktivní uhlík rozpadat s **poločasem rozpadu 5 730 let**
- datování je realizováno měřením aktivity vzorku a jeho srovnání s kalibračním vzorkem - čím nižší aktivita, tím větší stáří vzorku
- dosah metody cca 50 tis. let, po 30 tis. méně spolehlivá
- vzorky: zdroje uhlíku - uhlíky po spáleném dřevu, dřevo, spálené kosti, kostní kolagen
 - cca 3-5 g čistého uhlíku - konvenční metoda;
 - mikrogramy - AMS (Accelerator mass spectrometry)
- výsledek je v radiokarbonových rocích, BP nebo BC
 - BP dříve konvenčně stanoveno od roku 1950, dnes 2000 (b2k)



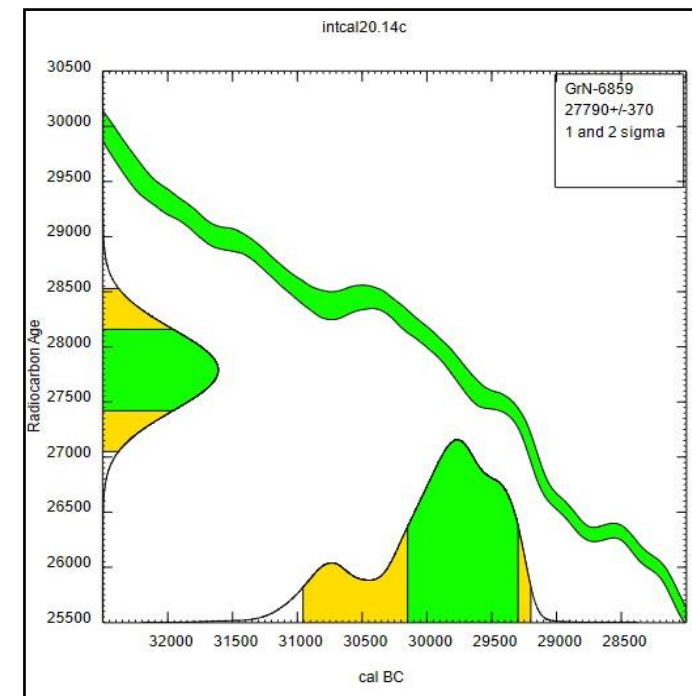
Radiokarbonová metoda - kalibrace

- nutná kalibrace dat - kolísání sluneční aktivity - výkyv obsahu ^{14}C v atmosféře
- kalibrační křivky - ***IntCal***, ***SHCal***, ***MARINE***, ***HULU*** aj.
 - křivky se odvozují pomocí dendrochronologie (holocén), vrtných jader z ledovců, hlubokomořských a jezerních sedimentů (pleistocén)
- kalibrační programy - ***OxCal***, ***Calib***, ***CalPal***



Další radiometrické metody

- podobný princip datování pomocí dalších kosmogenních radionuklidů
 - ***^3H*** , ***^{10}Be*** , ***^{26}Al*** , ***^{36}Cl*** , ***^{39}Ar*** , ***^{81}Kr***
- využití přirozených rozpadových řad prvků
 - např. ***kalium-argon*** ($^{40}\text{K} - ^{40}\text{Ar}$), ***uran-thorium*** ($^{238}\text{U} - ^{232}\text{Th}$)
- odlišné mechanismy depozice, delší poločasy rozpadů - datování až do desítek mil. let
- pro datování půd, spraší, sintrů, sopečných sedimentů, vyvřelých a metamorfovaných hornin



Luminiscenční metody – „přírodní měřiče radioaktivity“

- princip: radioaktivní záření uvolňuje elektrony ze struktury minerálu a ty se hromadí v místech poruch jeho krystalické mřížky
- zahřátím (TL) nebo ozářením viditelným světlem (OSL) se elektrony vracejí zpět do elektronových obalů - uvolňuje se energie ve viditelné oblasti spektra (materiál světélkuje)
 - čím déle je zkoumaný materiál vystaven radioaktivnímu záření (čím je materiál starší a delší čas uplynul od posledního zahřátí či ozáření), tím více elektronů se stačí uvolnit a tím je mohutnější i efekt luminiscence
- výsledky získané metodami luminiscence závisejí na míře radioaktivity v okolní půdě - nutné měřit radioaktivitu pozadí
- dosah luminiscenčních metod jsou cca sto až sto tisíc let

Termoluminiscence (TL)

- intenzita vyzařování závisí na době, která uplynula mezi dvěma vypáleními
- datování keramiky, cihel, přepálené štípané kamenné industrie, sedimentů

Opticky stimulovaná luminiscence (OSL)

- určuje se doba, která uplynula mezi dvěma ozářeními denním světlem - datuje poslední vystavení zrna SiO₂ (sedimentu) slunečnímu svitu
- získané datum se vztahuje k materiálu vrstvy, tj. události jejího vzniku (depoziční události), nikoliv k materiálu předmětu, který může být starší a/nebo do vrstvy druhotně přemístěný
- zubní sklovina, mušle, travertiny a přepálené silicity

Elektronová spinová rezonance (ESR)

- měří množství uranu, který se v zubech akumuluje po zakrytí sedimentem - přímo stanovuje počet zachycených elektronů
- využití pro datování zubů

Dendrochronologie

- datování vzorků dřeva (materiál na stavbu, artefakty)
 - měření přírůstků letokruhů v řadě za sebou
- nejpřesnější datovací metoda v archeologii (s přesností na roky)
 - datuje se konec života stromu, ne jeho použití nebo uložení do archeologického kontextu
- princip: každoroční přírůstek masý dřeva (síla letokruhu) na stromech se kvantitativně liší (odlišitelné barvou, skladbou vláken), a to především v závislosti na výkyvech klimatu (množství srážek, intenzita slunečního záření, teplotě)
 - sekvence letokruhů vytvářejí neopakovatelné kombinace, které lze vzájemně srovnávat a navazovat od současnosti hluboko do minulosti
 - porovnání získané letokruhové řady s korelační dendrochronologickou křivkou - jednotlivé části křivky jsou na sebe postupně napojovány pomocí překryvů od dnešních stromů, lidovou architekturu, středověkou architekturu a fosilní stromy apod.
- dendrochronologické křivky se sestavují z dřevin stejného druhu, v Evropě dub a borovice, nebo kratší sekvence jedle a smrku
 - křivky maximálně k počátku holocénu - nejdelší sekvence v Evropě jsou irská a jihoněmecko-švýcarská, sahající do doby před cca 12 400 lety

