ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra geomatiky

Archeo-astronomické orientace historických objektů v Peru

Archeo-astronomical orientation of historical objects in Peru

Diplomová práce

Studijní program: Geodézie a kartografie

Studijní obor: Geodézie a kartografie

Vedoucí práce: prof. Dr. Ing. Karel Pavelka

Bc. Zuzana Šlaufová

Praha 2019

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Bc.Šlaufová Jméno: Zuzana Osobní číslo: 423990

Zadávající katedra: geomatika, k155

Studijní program: geodézie a kartografie

Studijní obor: geodézie a kartografie

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Archeo-astronomické orientace historických objektů v Peru

Název diplomové práce anglicky: Araeo-astronomical orientation of historical objects in Peru

Pokyny pro vypracování:
Proveďte rešerši existující literatury na téma astronomické orientace historických objektů po světě a zaměřte se na oblast Jižní Ameriky, zejména Peru. Pomocí družicových a leteckých snímků, které jsou k dispozici na katedře a dále pomocí GoogleEarth vytipuje vhodné objekty v Peru a definujte jejich astronomickou orientaci, pokud existuje. Zaměřte se zejména na sluneční orientaci, spjatou s jarní a podzimní rovnodenností. Na závěr proveďte diskusi a zhodnoťte výsledky.

Seznam doporučené literatury:
Farfánová-Barriosová, E., 2009. Pohřbená tajemství starého Peru, Mladá fronta.
Pavelka, K., Klokočník,J., Kostelecký, 2013, Astronomicko-historické otazníky Mezoameriky a Peru, ČVUT v Praze.

Jméno vedoucího diplomové práce: prof. Dr. Ing. Karel Pavelka

Datum zadání diplomové práce: 18.2.2019 Termín odevzdání diplomové práce: 19.5.2019
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce" a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací".

26.2.2019
Datum převzetí zadání Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem zadanou diplomovou práci vypracovala samostatně. Veškerá použitá literatura a zdroje jsou uvedeny v seznamu zdrojů.

V Praze dne …….. …….

Bc. Zuzana Šlaufová

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat prof. Dr. Ing. Karlu Pavelkovi za poskytnutou pomoc, nápady a odborné vedení diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat svým rodičům a svému příteli, za podporu při studiu.

Abstrakt

Práce je zaměřena na vyhledání a analyzování astronomicky orientovaných lokalit z předkolumbovského období na území dnešního Peru. Práce obsahuje rešerši literatury na téma astronomické orientace historických objektů po celém světě. Také seznamuje s historií kultur, které se nacházely na území dnešního Peru. Sběr dat proběhl v programu Google Earth. Výsledkem práce je analýza měřeného souboru pomocí tabulek a grafů, které se nachází v poslední kapitole. V závěru práce proběhla diskuze a zhodnocení efektivity použité metody a dosažení výsledků.

Klíčová slova

Peru, archeoastronomie, Inkové, archeologické památky, Google Earth, azimut, slunovrat, rovnodennost, zenit, nadir, předincké civilizace

Abstract

The thesis is aimed at search and analyse astronomically oriented pre-columbian archeological sites in the area of Peru. The thesis contains literature search on the astronomical orientation of historical sites around the world. It also introduces the history of cultures that were in the area of Peru. Data was collected in Google Earth. The result of the work is the analysis of the measured file using tables and graphs, which are found in the last chapter. At the end of the thesis there was a discussion and evaluation of the effectiveness of the method used and the achievement of results.

Keywords

Peru, archaeoastronomy, Incas, archaeological sites, Google Earth, azimuth, solstice, equinox, zenith, anti-zenith, pre-Inca civilizations

Obsah

1 Úvod **9**

2 Dosavadní výzkum v archeoastronomii – rešerše **10**

2.1 Afrika, Egypt 10

2.2 Evropa – Megalitická kultura; rondely a keltské svatyně na území ČR 15

2.3 Asie: Čína, Kambodža 22

2.4 Mezoamerika 24

2.4.1 Neastronomické orientace 27

2.5 Peru 29

2 Základní pojmy z astronomie **42**

2.1 Souřadnicové systémy 42

2.2 Výpočty 44

2.2.1 Vypočtené azimuty 45

2.3 Pozorování Měsíce 47

2.4 Vysvětlení některých pojmů 48

3 Historický vývoj Peru **49**

3.1 Předkeramické období (4000-1800 př.n.l.) - první monumentální centra 49

3.2 Rané keramické období (1800-1300 př.n.l.) 50

3.3 Formativní období (1300-900 př.n.l.) 51

3.4 Raný horizont (900-200 př.n.l.) - Horizont Chavín 51

3.5 Rané Intermediální období (200 př.n.l. - 900 n.l.) 53

3.6 Střední horizont (500-900 n.l.) 56

3.7 Pozdní intermediální období (900-1438 n.l.) 57

3.8 Incká říše 58

4 Sběr dat **60**

4.1 Postup získání a zpracování dat 60

4.2 Přehled lokalit a jejich slunečních orientací 65

4.2.1 Předkeramické období 66

4.2.2 Rané keramické období 67

4.2.3 Formativní období 68

4.2.4 Raný (chavínský) horizont 69

4.2.5 Rané intermediální období + Střední horizont 70

4.2.6 Pozdní intermediální období 71

4.2.7 Pozdní (Incký) horizont 72
4.2.8 Ostatní 74
5 Vyhodnocení a diskuze 75
6 Závěr 79
Použité zdroje 80
Seznam obrázků 85
Seznam grafů 87
Seznam tabulek 88
Seznam příloh 89

1 Úvod

Archeoastronomie je vědní obor, který se zabývá astronomickou praxí dávných civilizací [1]. Spojuje do sebe několik vědních oborů, jako archeologii, astronomii, historii kultur ale také geodézii, neboť i ta je při archeoastronomickém průzkumu velmi potřebná.

Cílem této diplomové práce je vyhledat a analyzovat orientaci vybraných historických objektů z předkolumbovské doby na území Peru. Důraz byl kladen zejména na orientaci spjatou se Sluncem. Bylo třeba nalézt statisticky významný počet vhodných lokalit z různých historických období Peru a o různé zeměpisné poloze. Historie Peru je velmi bohatá a řada archeologických lokalit nebyla dosud intenzívně prozkoumána. Archeoastronomický průzkum byl navíc veden cíleně jen u minima objektů. Z tohoto hlediska archeoastronomie zkoumá co, jak, a proč dávné kultury pozorovaly, jak se jejich víra či pozorování promítaly do prostorové polohy a orientace objektů. Vysvětlení, proč jsou starobylé stavby vyspělých historických kultur orientovány tak, jak jsou, je jedním z klíčů k pochopení jejich civilizace a historie. Vedle orientace sluneční, kterou se tato práce zabývá nejvíce, měly objekty jistě i orientace kalendářní, podle směru východu/západu Slunce vztaženému k tehdejšímu společensky významnému dni, který dnes ale pravděpodobně již nezjistíme.

Práce obsahuje rešerši literatury na téma astronomické orientace historických objektů z celého světa. Rešerše obsahuje archeoastronomický výzkum jak nejznámějších světových památek, jako jsou pyramidy v Káhiře či Stonehenge, ale také objekty méně známé. Obsahuje památky z Egypta, výzkum megalitické kultury v Evropě, zmiňuje se o orientacích čínských pyramid a Angkor Wat. Největší důraz je kladen na objekty ve Střední a Jižní Americe, speciálně na ty, nacházející se v Peru.

Dále práce obsahuje stručnou historii kultur, nacházejících se v průběhu času na území Peru. Nacházelo se jich zde desítky, o řadě z nich archeologové zatím ví jen málo, jelikož až do příchodu Španělů neexistovaly písemné záznamy – předkolumbovské kultury nepoužívaly na území Jižní Ameriky písmo. Důraz byl v práci veden zejména na kultury, které vystavěly významné sídelní lokality, na území jejich výskytu a způsob stavby objektů, což by při archeoastronomickém výzkumu mohlo být užitečné. Další text se stručně věnuje astronomickým výpočtům, zjednodušených pro tuto práci, a vysvětlení některých pojmů.

Nejdůležitější kapitola je o měřených azimutech na lokalitách, které jsou roztříděny podle stáří. Objekty jsou statisticky zpracovány a jsou zde uvedeny tabulky a grafy pro lepší orientaci v měřeném souboru. Na závěr je zhodnocení celého měřeného souboru a diskuze.

2 Dosavadní výzkum v archeoastronomii – rešerše

O tom, proč stavěli naši předkové některé objekty právě tak, jak je vidíme dnes, vedou vědci celého světa debaty již několik desetiletí. Archeoastronomie je jako vědní obor poměrně mladá, a i nyní se setkává s odbornou kritikou. Do oblasti archeoastronomie se také pouští různí spekulanti a vyznavači UFO, což ubírá oboru v mnoha očích na vážnosti. V této kapitole se pokusím shrnout dosavadní výzkum na nejznámějších a nejvýznamnějších historických objektech s astronomickou orientací, pouze z literatury založené na faktech, nikoliv na víře, že naši planetu navštívili návštěvníci z jiných světů.

2.1 Afrika, Egypt

Nejznámější oblastí s astronomicky orientovanými stavbami je nejspíše starověký Egypt. Egyptská společnost byla nábožensky založená a její náboženství byla pevně spjato s astronomickými pozorováními. Egypťané hledali na obloze odpovědi o stvoření světa a pomocí mýtů se ho snažili popsat. Počátky starověké egyptské astronomie sahají do 3. tisíciletí př.n.l. Pozorování jevů na obloze dokázali využít v praxi, o tom svědčí orientace jejich pyramid, chrámů a dalších významných staveb, také vyobrazení oblohy s hvězdami a souhvězdími na zdech a stropech některých chrámů a hrobek. Dokázali přitom dosáhnout přesnosti, která nemá ve starověkém světě obdoby [2]. Podrobně toto téma rozebírá kolektiv autorů v knize *Kapitoly z dějin egyptské archeoastronomie*, která je výstupem vědecko-výzkumného záměru Českého egyptologického ústavu Filozofické fakulty Univerzity Karlovy v Praze.

Velký chrám Ramsesse II, který byl údajně postaven již za doby jeho vlády (asi 1290 př.n.l.), je jeden ze sedmi núbijských chrámů vybudovaný Ramsessem II. Zdeněk Ministr (Ministr, 2008), že podle Bainese a Málka (Baines, Málek, 1996) dvakrát ročně proniknou paprsky vycházejícího Slunce do chrámu a ozáří tři nejdůležitější bohy, jejichž sochy byly postaveny v chrámu, mezi nimi samotného Ramsesse II. Podle Vernera (Verner a kol., 1997) byl chrám orientován k východu Slunce o rovnodennosti [2].

Také nejznámější památky starověkého Egypta, pyramidy v Gíze, byly pečlivě orientovány. Jejich základny jsou orientovány do čtyř světových stran, a to velmi přesně, například Velká pyramida v Gize se od přesných zeměpisných směrů odklání pouze o několik obloukových minut (Magdolen, 2008) [2]. Tyto směry měly pro starověké Egypťany velký význam. Východo-západní osa představovala proces zrození a zániku (každodenní cyklus Slunce), severojižní osa byla spojena s procesem regenerace, podle řeky Nilu, a tento směr také odpovídá směru pozorování

cirkumpolárních hvězd. Orientace pyramid a chrámů do světových stran tedy umocňovala význam těchto staveb. Odborníci mají v zásadě tři možnosti toho, jak mohli staří Egypťané dosáhnout takové přesnosti, souvisí s pozorováním drah hvězd a také z pozorování dráhy Slunce pomocí měření délky stínu tyče. Podrobně o těchto zkoumaných metodách lze dočíst v článku Dušana Magdolena *(Magdolen, 2008)*.

Gízské pyramidy však mají i další orientaci. Miroslav Verner *(Verner, 2008)* shrnuje doklady vlivu slunečního kultu ve starověkém Egyptě na uspořádání pyramid na pohřebišti. Pyramidy Chufa, Rachefa a Menkaurého jsou seřazené tak, že spojnice jejich jihovýchodních rohů směřuje do Héliopole, centra slunečního náboženství.

Obr. 1 Spojnice pyramid v Gíze s Heliopolí. Obrázek Google Earth, popis autorka

Podobné uspořádání je také mezi pyramidami v Abúsíru, tady ale spojnice vede severozápadními rohy. Mezi nimi a Héliopolí ovšem neexistuje přímá viditelnost kvůli pahorku, na kterém nyní stojí Citadela. Vladimír Brůna *(Brůna, 2008)* provedl měření a analýzy pro ověření této hypotézy a zjistil, že linie gízských pyramid směřuje k obelisku Senusreta I. V Héliopoli s odchylkou jednoho metru na sever. Prohlásil také, že existuje přímá viditelnost mezi pyramidami v Gíze a obeliskem v Héliopoli. Naopak přímá viditelnost mezi abúsírskými pyramidami a Héliopolí neexistuje [2].

Také u dalších náboženských staveb této doby se předpokládá, že by mohly být záměrně orientovány. Jedná se egyptské chrámy, kde měly probíhat rituály, které měly zachovat božský řád, proto by nebylo překvapivé, kdyby v jejich orientaci hrála astronomie zásadní roli. K tomuto závěru došla španělsko-egypská expedice, které změřila několik set chrámů na území starověkého Egypta [2].

Tento geodeticko-astronomický průzkum chrámů také ukázal, že chrámy jsou svou delší osou s mírnými odchylkami kolmé k Nilu, který tvoří pomyslnou hlavní osu Egypta, a který hrál v životě tehdejších obyvatel velkou roli. Astronomie měla však nejspíš při

stavbách chrámu větší váhu. Jaromír Krejčí (Krejčí, 2008) rozděluje podle výsledků měření expedice na několik skupin dle jejich astronomické orientace:

1. Rovnodennostní – Tato skupina je nejhojněji zastoupení, osa chrámů směřuje na Slunce v den rovnodennosti v okamžiku, kdy se nad horizont vynoří celý sluneční kotouč.

2. Slunovratová – Chrámy v této skupině jsou orientovány na východ Slunce o zimním slunovratu, nejvíce těchto chrámů lze najít v Horním Egyptě a v oázách.

3. Sezonní sluneční – Tyto chrámy mají odchylky mezi ± 11°až 13°. Je evidentní že tyto chrámy byly orientovány podle slunce, nejspíše na jeho východ v nějaký důležitý den.

4. Skupina spojená s hvězdou Sírius – Hvězda Sírius, Egypťany nazývaná Sopdet, byla pro tehdejší pozorování velmi důležitá. Její heliakární východ ohlašoval příchod Nilských záplav, proto byl její pohyb velmi pečlivě sledován. Tyto chrámy mají odchylky -19° (v období Střední a Nová říše) a -16,25° (do konce dynastijského období)

5. Skupina spojená s hvězdou Canopus – Podle výsledků měření je prokázání této orientace nejproblematičtější, tyto chrámy mají orientaci 53° a 54,75°.

6. Poledníková – severní – Je také možné, že tato skupina byla orientována na některé souhvězdí v blízkosti severního pólu.

7. „Čtvrtinová‘‘ – Chrámy v této skupině mají osy orientované na severovýchod nebo na jihovýchod.

Nejvíce chrámů spadá do skupin 1, 6, a 7, je tedy vidět, že pro staré Egypťany byly nejdůležitější směry do světových stran. Také orientace pyramid do světových stran měly náboženský důvod; panovník se měl po smrti odebrat mezi „neumírající„ cirkumpolární hvězdy, a poté se slunečním bohem putovat od východu k západu oblohou. Východ byl interpretován jako místo zrodu nového života, jsou k němu orientovány Sluneční chrámy, zatímco západ byl spojován se smrtí, k němu byly orientovány zádušní chrámy a také hrobky. Číslo čtyři, které spojuje světové strany, se objevuje i v jiných aspektech a rituálech starověkého Egypta, například čtyři kanopy, nádoby na ukládání vnitřních orgánů při mumifikaci, čtyři cihly používané během porodu nebo chrámové rituály prováděné v období Nové říše. Také hvězda Sírius byla pro pozorování a orientaci staveb důležitá, z prvního pozorování heliakického východu Síria (Sotise) v roce byla určována doba příchodu záplav Nilu [2].

V oblasti Sahary a na dalších místech severní Afriky odhalil archeologický výzkum pozůstatky několika prehistorických regionálních ceremoniálních center, datovaných do doby železné a pozdější. Mezi těmito lokalitami vyniká regionální ceremoniální centrum v Nabtě, ležící asi 800 km jižně od Káhiry. Tomuto centru se věnovala Lenka Suková (Lenka Suková, 2008). Je větší než doposud objevená centra, zdá se dlouhodobě využívaná a nesetkáme se v ní pouze s několika izolovanými objekty

ale s celým komplexem ceremoniálních staveb. Navíc je to nejspíš nejstarší důkaz paleoastronomického pozorování, datuje se do mladšího (cca 5400 - 4600př.n.l.) a pozdního (cca 4500 - 3100př.n.l.) neolitu. Obsahuje řady megalitů, západní a východní komplexní struktury a také kruh zbudovaný z pískovcových bloků, sluneční kalendář. Tento sluneční kalendář má v sobě čtyři branky, kde jedna pohledová linie směřuje severojižně a druhá pohledová linie směřuje k poloze Slunce při východu v době letního slunovratu před přibližně 6tis lety, který byl pro tehdejší obyvatele znamenal příchod dešťů. Vnitřní bloky by podle Thomase Brophyho (Brophy, 2011) měly představovat souhvězdí Orion [2].

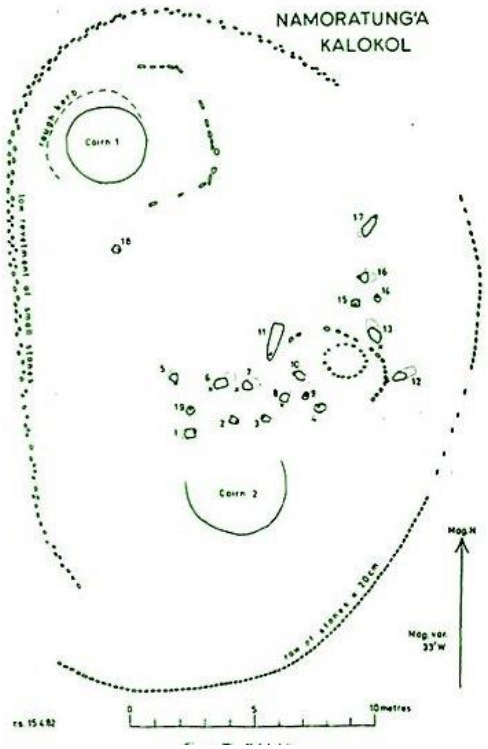
Další součástí centra v Nabtě jsou takzvané komplexní struktury. Jsou to různě veliké bloky, opracované, někdy do podoby schematizované lidské hlavy, a jsou všechny otočeny k severu, tedy k té části oblohy, kde se nachází cirkumpolární hvězdy, kam Egypťané umísťovali říši věčného života. Navíc slouží jako výchozí bod pro pět řad megalitů s astronomickou orientací. Vědci rozdělili tyto megality do pěti skupin. Autorka odkazuje na výzkum Johna McKim Malvilla (Malvill, 2007), který jako první provedl výzkum těchto megalitů s cílem určit jejich možnou orientaci na nebeská tělesa vyskytující se v době neolitu na obloze v Nabtě. Pomocí pozdějšího přeměření objektů pomocí GNSS a družicových snímků oblasti byla původní tvrzení upřesněna, v několika případech také pozměněna, což je detailně popsáno u autorů Thomase Brophyho a Paula Rosena (Brophy, Rosen, 2008) [3].

Analýzy potvrdily, že řady megalitů v Nabtě byly orientovány podle místa východu některých jasných hvězd, jež ozařovaly v období 4600 do 3600 př.n.l. noční oblohu nad ceremoniálním (Suková, 2008). Všechny tři řady megalitů skupiny A byly uspořádány ve směru východu hvězdy Arcturus v souhvězdí Pastýře (alfa Bootis), přičemž se orientace řad mění s polohou východu této hvězdy způsobenou precesí. Řada A3 směřuje na východ této hvězdy v době 4600–4400 př.n.l., řada A2 v období 4300 - 4100př.n.l. a řada A1 mezi lety 4100–3900 př.n.l. U další řady megalitů B1 byla stanovena orientace k pozici místa východu hvězdy Sirius v letech 4640 - 4400př.n.l. a také hvězdy alfa Centauri, což byla v letech 4600 - 4300př.n.l. třetí nejjasnější hvězda. Poslední řada megalitů B2 byla podle paleoastonomické analýzy pravděpodobně orientována na místo východu hvězdy Alnilam (epsilon Orion) (nejjasnější hvězda v souhvězdí Orion), východu hvězdy Sirius v letech 3700-3430př.n.l. nebo také na východ slunce o zimním slunovratu v letech 4400-4200 př.n.l. [2]. S těmito tvrzeními odkazuje autorka na autory Mallvila, Schilda, Wendorfa (2008), kteří ve své práci také uvádí azimuty řad [4].

Mallvile (Mallvile, Schild, Wendorf, 2008) zmiňuje, že řady megalitů A3/B2 a A1/B1 spolu svírají pravý úhel a zároveň spojují Sirius s nejjasnější hvězdou severní oblohy, což je velmi zajímavý poznatek. Azimuty zjištěné z družicových snímků jsou uvedené také v článku *Satellite Imagery Measures of the Astronomically Aligned*

Megaliths at Nabta Playa, jsou porovnané s dříve naměřenými od Wendorfa a Malvilla, liší ale od uvedených v knize *African Cultural Astronomy*, proto je zde nebudu uvádět.

Egyptská společnost ale není v Africe jediným národem, který stavěl astronomicky orientované objekty. „Dancing stones“ Namoratunga II, nacházející se ve státě Keňa, je další megalitickou stavbou, u které byla prokázána astronomická orientace.



Obr. 2 Devatenáct megalitů v Namoratunga II [6]

Zmiňují se o ní například autoři Urama a Holbrook (2011). V lokalitě, datované asi kolem roku 300 př.n.l. se nachází 19 kamenných pilířů, které jsou orientovány na hvězdy a souhvězdí, autoři toho ale o lokalitě příliš neuvádějí, odkazují dále na knihu Lynche a Robbinse (1978)[5]. Sutherland (2016) v článku na serveru www.ancientpages.com také odkazuje na zmíněnou knihu Lynche a Robbinse (1978), je ale mnohem podrobnější. Uvádí například, že pilíře by měly být orientovány na souhvězdí a hvězdy – Trojúhelník, Plejády, Orion, také hvězdu γ Ori a Saiph, souhvězdí Býka, a hvězdu Sirius [6].

2.2 Evropa – Megalitická kultura; rondely a keltské svatyně na území ČR

Nejen staří Egypťané, Číňané a Babyloňané měli netušené orientační schopnosti, ale i staří Evropané, jak dokazují archeologické objevy z nedávné doby. Zatímco v jižnějších zeměpisných šířkách se pozorovaly převážně hvězdy, v Evropě, kde je často mlha, se hvězdy pozorovat nedaly. Nahradilo je proto Slunce, a protože to se dá pozorovat pouze ze stálého místa, vznikaly již od neolitu v Evropě sluneční svatyně. Dokazují to hroby objevené ve Střední Evropě, orientované tváří ke Slunci, zaniklé sluneční svatyně, rondely a svatyně Keltů-Bójů, také některé památky megalitické kultury [7].

Megalitická kultura existovala svého času po celé Evropě. Nástup křesťanství však zasadil prehistorickým památkám citelnou ránu, byly systematicky ničeny jako pohanská kulturní místa. Často byly na místech původních pohanských svatyní postaveny křesťanské objekty. Zachované monumenty se tak nachází ve velké míře v těch částech Evropy, kde neprobíhal historický vývoj tak překotně a kde unikly megality pozornosti. Nejvíce se vyskytují na britských ostrovech, dále také na pobřeží Portugalska a Španělska [8]. U spousty z nich se předpokládá nějaký astronomický či kalendářní význam. Mohou mít kruhový tvar, mohou být uspořádány v liniích v tzn. kamenných řadách, nebo mohou být jednotlivě vztyčené, potom se jedná o menhiry nebo vizíry. [9] [10]

Stonehenge, nacházející se v jižní Anglii, je bezesporu nejznámější evropskou památkou, u které se předpokládá astronomická orientace.

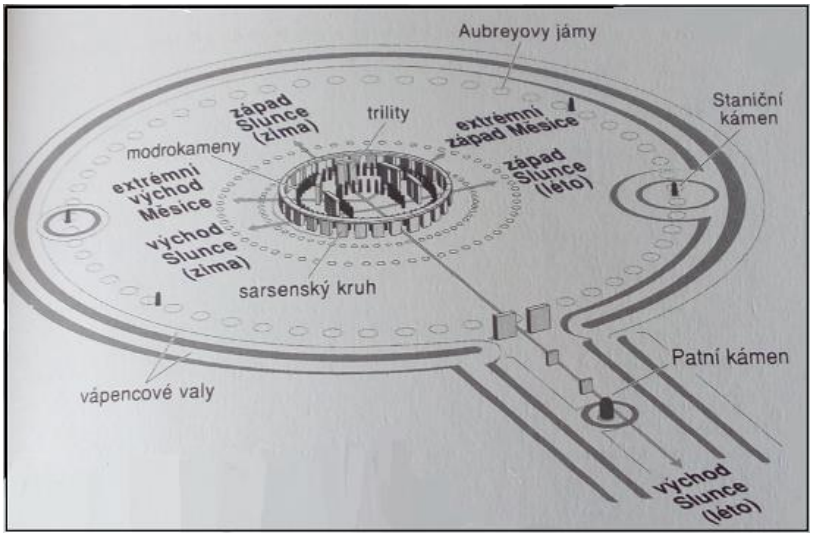
Obr. 3 Stonehenge ([9] Autor: garethwiscombe)

Tento kruh z kamenných mnohatunových kvádrů byl založen kolem roku 3000 př.n.l. ale během následujících dvou tisíc let byl několikrát upravován. To je potřeba mít na paměti při odhadu možných funkcí jednotlivých prvků Stonehenge. Aby bylo snadnější určit, ke kterým prvkům se astronomické pozorování vztahuje, je potřeba objekt trochu popsat.

Ke Stonehenge vedla cesta ohraničená z obou stran násypem, která je i nyní na satelitních snímcích dobře patrná. Před koncem cesty byla postavená brána z monolitů, ze které nyní zbyl pouze tzv. Patní kámen. Další branou se poté vešlo do kruhovitého areálu, obehnaného náspem a příkopem. Areál tvořilo několik soustředných kruhů. První, vnější kruh, byl tvořen soustavou Ausbreyových jam, kružnice jimi tvořená je velmi přesná, rok vniku je kolem 2900 př.n.l., později však byly jámy zasypány [10]. V tomto kruhu jsou umístěny čtyři kamenné monolity, Staniční kameny, které tvoří pomyslný obdélník. Vztyčené byly kolem roku 2600 př.n.l. V tomto obdélníku leží dva menší kruhy, označované jako Y a Z, tvořené 29 a 30 dírami. Po asi 23 metrech dojdeme k hlavnímu kruhu, původně tvořeného třiceti kameny, které byly zastřešeny kamennými překlady, kterému se říká sarsenský kruh. Uvnitř sarsenského kruhu byl dvojitý kruh z 85 tzv. modrokamenů. Tento kruh byl prvním postaveným kamenným kruhem ve Stonehenge, datuje se kolem roku 2550 př.n.l., zatímco saracenský kruh byl vytvořen kolem roku 2450 př.n.l. Z neznámých důvodů byly modrokameny původního dvojitého kruhu odstraněny a nahrazeny sarsenskými kameny. Poté bylo asi 50 modrokamenů navráceno dovnitř sarsenského kruhu, a utvořily menší vnitřní kruh. Největší kusy modrokamenů poté stavitelé použili jako nejslavnější kameny Stonehenge – vnitřní podkovu z tzv. Trilitů, což je trojice kamenů, dva svisle umístěné a na nich položený vodorovně. Dvojice nosníků trilitů jsou u sebe tak blízko, že mezi nimi člověk

neprojde. Nejmenší kameny poté byly uspořádány do menší podkovy uvnitř trilitů. Otevřených konec podkov směřuje k severovýchodní přístupové cestě. V samotném středu Stonehenge se nachází Oltářní kámen, na místo ho dopravili a vztyčili přibližně kolem roku 2000 př.n.l., nejspíš se poté stal obřadním symbolem [1],[10].

Že má Stonehenge něco společného s astronomickým pozorováním se lidé domnívali již od 19. století, William Stukeley si v té době všiml, že přístupová cesta do areálu směřuje do směru, ve kterém vychází Slunce v období slunovratu. V knize *Schody ke hvězdám* popisuje Anthony Aveni počátky výzkumu Stonehenge. Roku 1963 vyšel v časopisu Nature článek astronoma Geralda Hawkinse, který rozvinul teorii sira Normanda Lockeyera (Lockeyr, 1894), který tvrdil, že celá řada starověkých chrámů od Egypta, včetně Stonehenge, má spojení s nebeskými tělesy. Hawkins pomocí počítačů vypočítal významné směry na Slunce a Měsíc na horizontu. Snažil se ověřit, že Stonehenge by mohlo být pravěkou observatoří, která by zaznamenávala významné polohy Slunce a Měsíce v opakujících se periodách. Objevil několik významných spojnic, které by mohly odpovídat významným astronomickým jevům, jako východy a západy Slunce o slunovratech, či východy a západy Měsíce. Směry jsou v knize Aveniho podrobně popsány; zmiňuje, že je zajímavé, že 14 z 24 směrů, které Hawkins objevil, se vztahují k významným polohám Měsíce. Potvrdil například, že spojnice středu Stonehenge a Patního kamene směřuje přímo do místa, kde na horizontu vychází Slunce 21.6. Spojnice Staničních kamenů poté ukazují na směry východů či západů Slunce a Měsíce. Podrobně viz Obr. 2, který naznačuje zkoumané směry.



Obr. 4 Pohled na Stonehenge a jeho možné astronomické funkce [1]

Později Hawkins zahrnul do hypotéz i Aubreyovy jámy. Předpokládal, že byly využívány k předpovědi zatmění Slunce a Měsíce. Popis práce s jámami a princip možné předpovědi zatmění je v Aveniho knize *Schody ke hvězdám*, ve které čerpal z článku *A neolithic computer* v časopisu Nature od Hawkinse (1964).

Jako všechny neortodoxní teorie se i teorie o předpovídání zatmění setkala s kritikou odborné veřejnosti. Hawkinsonovi bylo vyčteno, že jeho práce byla nepřesná a při hledání shody mezi kameny a astronomickými jevy pracoval s velkými tolerancemi. (Atkinson, 1966). Více o teoriích Hawkinse se lze dočíst v jeho knize *Stonehenge Decoded*.

Studiem megalitických staveb (nejen) v Británii se zabýval také Alexander Thom, skotský inženýr. Předpokládal, stejně jako Hawkins, že mnohé z těchto staveb sloužily jako starověké observatoře, kde se jednotlivými prvky stavby označovaly významné polohy Slunce a Měsíce. Jeho názory převzal a zpřesnil. Jeho závěry byly, že většina nepohřebních megalitických lokalit měla sloužit jako astronomické observatoře, orientované převážně k východům a západům Slunce při slunovratech a ke čtyřem extrémním deklinacím Měsíce. Také předpokládal, že tyto observatoře zároveň sloužily jako kalendáře [10].

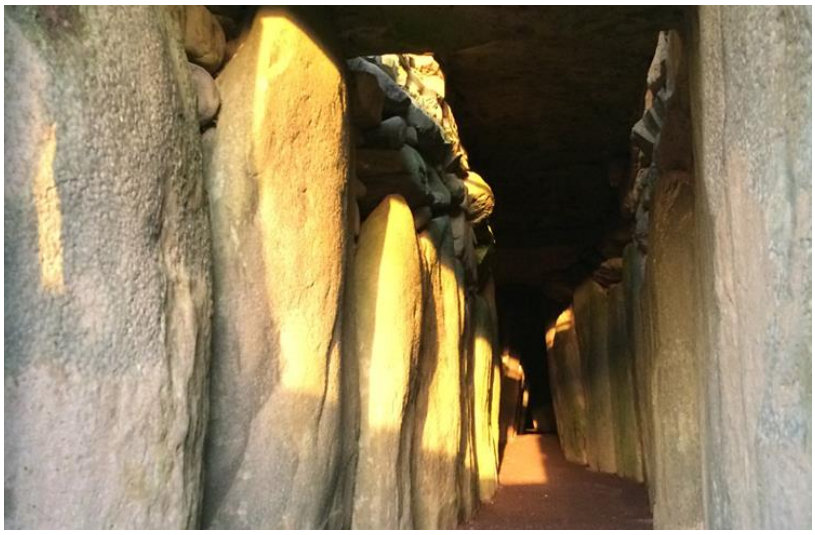
Aveni se ve své knize (Aveni, 2004) domnívá, že Stonehenge sloužil spíše k posvátným pozorováním, ne přímo k vědeckým účelům. Vyznačené extrémy Slunce a Měsíce nemají předpovídat zatmění, jako spíše oslavovat měsíčního a slunečního boha. Také měly nejspíše určovat čas, Stonehenge tedy nazval posvátnou observatoří a kalendářem [1]. Také Karel Sklenář (Sklenář, 1996) se přiklání spíše k symbolickému a rituálnímu významu staveb [10].

Základní architektonický prvek	**Počet komponent**	**Doba vzniku (př.n.l.)**	**Možné astronomické využití**
Patní kámen a přístupová cesta	1	2600	Označení letního slunovratu
Sloupy u přístupové cesty	6	2700	Označení severního měsíčního extrému
Aubreyovy jámy	56	2900	Počítadlo předpovědi zatmění
Dvojitý kruh z modrých kamenů	85	2550	-
Sarsenský kruh	30	2450	Počítadlo dnů synodického měsíce
Trility	5	2100	Slunovraty a měsíční extrémy
Staniční kameny	4	2600	Slunovraty a měsíční extrémy
Podkova z modrokamenů	19	1800	-
Kruh z modrokamenů	59	1800	-
Jámy Y a Z	30, 29	1800	Počítadlo dnů synodického měsíce

Tab. 1 Možné astronomické funkce částí Stonehenge (převzato a upraveno z [1])

Na východě Irska se nachází neolitický komplex Brú na Bóinne (údolí Boyne), postavený kolem roku 3200 př.n.l. V něm se nachází mohylové monumenty Knowth, Dowth a nejznámější Newgrange. Není zcela jasné k čemu Newgrange sloužil, je to sice chodbová mohyla, ale nalezeno bylo pouze pět ostatků, což je při jeho velikosti nezvyklé. Je však známý díky jeho vztahu k astronomii. Postavený je tak, že při východu Slunce při zimním slunovratu ozáří první paprsky vchod a jak Slunce stoupá nad obzor, proniknou jeho paprsky postupně až do vnitřní komory, kde ozáří tři spirály

na konci chodby, dlouhé 20 m [7] [11]. Chodba je navíc dvakrát mírně zalomená tak, aby omezila přístup paprsků právě jen na určené dny, šlo tedy o úmysl stavitelů [10].



Obr. 5 Paprsek světla putující chodbou Newgrange [11]

Do monumentu Knowth směřují vstupní chodby z východu a ze západu, což naznačuje srovnání s rovnodennostmi, ale toto tvrzení nebylo nikdy spolehlivě prokázáno, především také proto, že vchody jsou dnes již poničené. Možnou astronomickou orientaci vchodů zkoumal na Knowth Martin Brennan (1983). Ten také ve své knize *The Stars and the Stones* vyslovil myšlenku možné orientace vchodů podle Měsíce [12]. Také Dowth je spojován s astronomickou orientací. Slunce při západu o zimním slunovratu osvětluje přímo kameny v zadní části vnitřní komory [13].

Ve Skotsku, na ostrově Orkney se nachází neolitický komplex pojmenovaný Heart of Neolithic Orkney (oficiální název UNESCO), který obsahuje 4 archeologické lokality. Jednou z nich je komorová mohyla Maeshowe, která je, stejně jako Newgrange, orientována tak, že o zimním slunovratu osvítí vycházející Slunce zadní stěnu hrobky [14] [15].

Obr. 6 Maeshowe - pohled na paprsek vycházejícího Slunce [15]

Astronomicky orientovaných památek se nachází na Britských ostrovech celá řada a nelze je vyjmenovat všechny. Jednou z nich je například hrobka známá pod názvem Mound of the Hostages, která se nachází blízko města Tara v Irsku. Stejně jako další hrobky [10] má vstupní chodby orientované podle Slunce, v tomto případě je komora osvětlena ráno kolem Samhainu (31.10-1.11.) a Imbolce (začátek února) [16], což byly keltské svátky, které z astronomického hlediska vychází jako „čtvrtící den“, tedy den v půli mezi rovnodenností a slunovratem [17]. V blízkosti dalšího irského města Oldcastle se nachází keltské pohřebiště Loughcrew, kde je známá sluneční orientace mohyly T. Kámen, umístěný na zadní stranu komory a pokrytý symboly Slunce, osvítí Slunce při východu v den jarní a podzimní rovnodennosti. Další mohyla L je orientovaná na východ Slunce při Samhainu a Imbolce, sluneční paprsky osvětlují vápencový kámen v komoře [18]. Jako poslední zmíním Cairnpapple, tento monument se nachází ve Skotsku a jeho vznik se datuje do doby 3500 př.n.l. Nejspíše je orientovaný podle nejjižnějšího východu Měsíce v letním období [19]. Další památky ve Skotsku, způsob jejich orientace a možné astronomické využití viz například článek od Euvana MacKie (1974) [20].

Na území Střední Evropy lze najít také stopy po vyspělé orientaci pravěkých stavitelů. O astronomicky orientované stavby ve Střední Evropě se velmi zajímal Ing. Zdeněk Ministr. Své poznatky shrnuje ve své knize (Ministr, 2007), kde nejen že popisuje jednotlivé stavby a jejich význam, ale také velmi odborně vysvětluje možnosti pravěkého pozorování oblohy a základy vědecké archeoastronomie.

Příkladem může být stavba, řadící se mezi jedny z nejstarších na světě. Datuje se do poloviny 4. tisíciletí př.n.l. a nachází se u obce Makotřasy, okres Kladno. Jedná se o čtverec o straně 300 m, který by mohl vyznačovat slunovratové směry, nejspíše to byl objekt s kalendářním využitím [7].

Autor se v knize (Ministr, 2007) dále věnuje rondelům ve Střední Evropě, také na území České republiky. Jako příklad zmíním uváděný nejprozkoumanější rondel v Čechách. Nachází se mezi obcemi Těšetice a Kyjovice na Znojemsku. Při pohledu ze středu rondelu vycházelo (a i dnes vychází) Slunce ve dnech okolo jarní rovnodennosti, a podle Ministra nejspíš sloužil k předpovězeni slunovratů [7].

Další zkoumanou oblastí v knize jsou svatyně Keltů-Bójů. Keltové taktéž, jako většina starověkých kultur, uctívali Slunce, což je patrné v orientaci jejich staveb na významné východy a západy Slunce na horizontu. Jejich svatyně bývají natočené přímo ke slunci, případně umístěné v krajině tak, aby se Slunce nacházelo nad určitou horou v určitou roční dobu, někdy jsou orientovány na východ Slunce o samhainu (začátek listopadu) a beltine (konec dubna). Například svatyně u obce Libenice je umístěna tak, aby Slunce vycházelo nad vrcholem Bučina čtyřicátý den po podzimní rovnodennosti. Keltové-Bójové měli přesný sluneční kalendář, podobně jako Mayové měli dvacítkovou početní soustavu a dvacítka hrála v kalendáři velkou roli, jejich rok začínal dvě dvacítky po podzimní rovnodennosti, svatyně u Liběnice měla nejspíše kalendářní význam a měla hlídat začátek nového roku. Další lokalitou jsou například Mšenské Žehrovice, odkud pochází nález hlavy keltského božstva. Staré valy u svatyně jsou orientovány směrem k východu Slunce o letním a k západu o zimním slunovrat, na rozdíl od ostatních valů a příkopů, které jsou ve směru západovýchodním. Dále jsou v knize uvedeny svatyně Ludéřov, Třísov, Závist a Skřipel ze kterých lze také pozorovat Slunce nad vrcholem určité hory o slunovratech, rovnodennostech či při začátku kalendáře Keltů, dále také menhiry, které by mohly sloužit jako obzorové kalendáře. [7]

Také nejstarší slovanské rotundy jsou slunečně orientovány. Převládá orientace východu slunce o rovnodennosti, častá je také orientace do směru, ve kterém vstupuje Slunce do souhvězdí Býka (30 dní po jarní rovnodennosti, odchylka orientace 70° od severu, také Ministrem nazývána jako pohanská orientace) a také orientace ke Slunci o letním slunovratu. Pohanskou orientaci vykazují například rotundy Levý Hradec, Budeč, Lukov, spousta rotund, včetně prvních dvou jmenovaných, byla později kvůli své orientaci zbořena a nahrazena kostely [7].

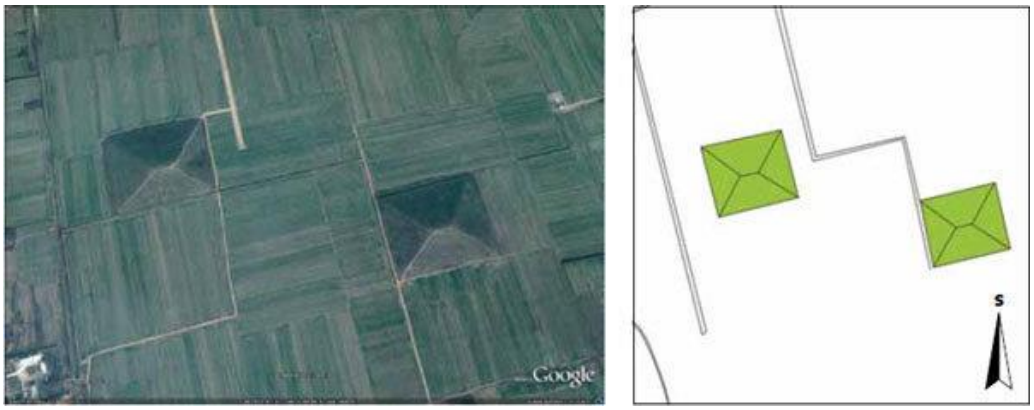
Zmíněna je také orientace nejstarších kostelů v Čechách, z nichž některé mají také pohanskou orientaci, například kostely zasvěcené Panně Marii jsou orientovány k východu Slunce v den Nanebevzetí. Kostel ve tvaru rotundy v Holubicích založený po roce 1220 je postavený tak, že na den Nanebevzetí (v roce 1220 to bylo 15.8.) je Slunce v ose kostela a svítí přímo do prostředního okna [7].

Za zmínku také stojí kamenné řady na našem území. Nejznámější z nich jsou Kounovské kamenné řady, kde v rámci diplomové práce Jana Voráčka (Voráček, 2016) proběhlo podrobné mapování s geodetickým základem. Z práce vyplývá, tyto řady měly astronomický vztah k východům Slunce a Měsíce v době zimního slunovratu [21].

Každá kultura měla také specifický způsob pohřbívání, hroby orientované podle světových stran. Například kultura protoúnětická (2000 př.n.l.) pohřbívala těla ve směru západovýchodním, s obličejem otočeným k polednímu Slunci. Ženská těla směřovala hlavou směrem k východu, mužská těla zase směrem hlavou k západu. Způsob orientace podle Slunce a polohy zesnulého se také považuje za mimořádný kulturní rys [7]. Více o pohřebištích z mladší doby kamenné (neolitu a eneolitu) ale také z období Velké Moravy, viz třetí kapitola ve knize Ing. Ministra (Ministr, 2007).

2.3 Asie: Čína, Kambodža

V okolí Xi'anu, hlavního města říše Západní Han, které se proslavilo především díky nalezené hliněné armádě, se nachází desítky pyramid, které se zdají směrově orientované severojižním směrem, ale od tohoto směru se ve skutečnosti trochu odchylují. Severojižně nejsou orientované pouze pyramidy, ale také cesty v jejich okolí, políčka, kanály atd., ve smyslu čínského duchovního principu feng-shui. Je známo, že starověcí Číňané používali kompas.



Obr. 7 Příklad jedné z čínských pyramid; je zde vidět výrazná odchylka od SJ směru [22]

Zda byly pyramidy orientované podle kompasu, se pokusili určit Charvátová, Klokočník, Kostelecký a Kolmaš (2011). Kolektiv autorů shrnuje provedená měření azimutů na Google Earth. Osobní průzkum je v Číně skoro nemyslitelný. V tabulce uvedené v článku je 28 pyramid. Uvedené je i Zakázané město v Pekingu, které má odchylku 3-4° na západ. Měřené odchylky pyramid mají od 0° do 24° na východní i západní směr. Mnohem podrobněji je tento výzkum popsán v článku stejných autorů *Chinese tombs oriented by a compass: evidence from paleomagnetic pole changes versus the age of tombs (*Charvátová, Klokočník, Kostelecký, Kolmaš, 2011), včetně postupu odečítání azimutů a postupu zjišťování stáří stavby. U většiny čínských pyramid je známo, jak jsou staré, čínský kalendář používá 60letý cyklus a převod na kalendář křesťanský je bez nepřesností. Polohu paleomagnetického pólu z doby stavby

pyramidy ale není možné přesně určit, což přináší do výzkumu značné nepřesnosti [22] [23].

Podle výzkumu autorů odpovídají odchylky od magnetického pólu paleomagnetické deklinaci z období vzniku staveb, s přihlédnutím k tomu, že není možné získat přesná paleomagnetická data. Některé příklady jsou uvedeny ve zmíněném článku. Závěrem autoři zmiňují, že nebyly dochovány žádné písemné prameny, které by odkazovaly na orientaci podle slunovratů či rovnodenností. Orientace na polohu měnící magnetický pól je tedy nejsnadnějším vysvětlením měnících se orientací staveb v čase. Autoři se domnívají, že Fusonova hypotéza (Fuson, 1969) platí i pro čínské pyramidy, toto tvrzení bude možné ověřit až s dalším výzkumem. [22] [23]

V říši Khmer, která se nacházela na území nynějšího státu Kambodža, můžeme nalézt desítky chrámů, které vykazují určitou orientaci. Nejznámější Angkor Wat se nachází hluboko v džungli. Vybudovaný byl starověkou civilizací Khmerů kolem let 1113-1150 jako středisko pro náboženské účely, ale nejspíš také pro pozorování Slunce a hvězd na obloze. Na rozdíl od většiny khmerských chrámů, které jsou orientovány na východ, je Angkor Wat orientován na západ (nejspíše kvůli zasvěcení bohu). Výzkumník Graham Hancock (Hancock, 1998) zkoumal zřízení tohoto chrámu společně se Santhia Faiia. Zjistil, že chrám do jisté míry kopíruje rozmístění hvězd v souhvězdí Draka asi kolem roku 10500 př.n.l. a domníval se, že by mohl být astronomicky orientovaný [24].

V roce 1969 publikoval Nafilyan Guy (Guy, 1969) více než 100 plánků a náčrtů, které byly výsledkem jeho výzkumu na Angkor Wat. Jeho práce poskytla data pro kompletní analýzu polohy chrámu. Autoři Stencel, Gifford a Morón v článku pro časopis Science (Stencel, Gifford, Morón, 1976) uvádí astronomické orientace chrámu. Odchylka chrámu ve směru východ-západ je pouze 0,75°, zatímco ve směru sever-jih je odchylka nulová. Pokud by se člověk na den jarní rovnodennosti postavil na jižní okraj přístupové cesty (před západní vstupní bránu), uvidí vycházet Slunce přímo nad centrální věží Angkor Wat. O tři dny později může pozorovatel stojící na středu přístupové cesty znovu vidět vycházet Slunce přímo nad centrální věží. Pokud pozorujeme slunce od západní vstupní brány v den letního slunovratu, uvidíme ho vycházet nad chrámem Phnom Bok, vzdáleného 17 km severovýchodním směrem, zatímco při zimním slunovratu vychází slunce nad chrámem Kuk Bangro, nacházejícím se 5 km jihovýchodně [25].

Více o astronomické orientaci Angkor Wat se lze dočíst také v článku od Subhash Kak (2001) [26] nebo Magli (2017) [27].

2.4 Mezoamerika

Staří Mayové věřili, že božská dvojčata, zakladatelé mayského vládnoucího rodu, když svou práci na stvoření světa dokončila, změnila se v Měsíc a Slunce, a 400 jejich pomocníků se změnilo v hvězdy. Mayští vládci podřizovali svoje činy pohybu nebeských těles, jejich prostřednictvím si vysvětlovali historické i společenské jevy. Při tom kladli největší důraz na nebeský odkaz na významného mayského božstva – planety Venuše. Objevili 4 cykly jejího pohybu a zjistili, že odpovídají mnoha přírodním cyklům, byli také schopni zaznamenat její pohyb s vysokou přesností. Vyobrazení Venuše se také nachází na mnoha fasádách a zdech [1].

V celé Mezoamerice lze nalézt stopy archeoastronomických znalostí předků. Stejně jako v Peru se uctíval bůh Slunce. V severozápadním Mexiku můžeme nalézt sídlo Alta Vista, postavené téměř na obratníku Raka (23,5° s.š.), které bylo postavené na tomto místě nejspíše za účelem přesného určení letního slunovratu – 21.6. Na obratníku Raka totiž v tento den nevrhá polední Slunce žádný stín, protože prochází přímo nad hlavou pozorovatele. V rozvalinách Alta Visty byla také nalezena obřadní cesta, která přímo směřuje směrem k vrcholu Picacho, z jejího pohledu vychází Slunce nad vrcholem ve dnech rovnodennosti. K tomuto vrcholu také směřují osy kruhů, které vyznačují pozorovatelnu na pahorku El Chapin, z této pozorovatelny se Slunce při východu o letním slunovratu dotýká vrcholu hory [1].

Orientaci podle hvězdy by mohla mít také budova J v lokalitě Monte Albán, což je zapotécká lokalita, která je jednou z nejstarších staveb v této lokalitě. Zatímco ostatní budovy mají striktně severo-jižní směr, budova J je orientována na severo-východ. Její tvar odpovídá hvězdokupě Auriga a její orientace směřuje do směru heliaktického východu hvězdy Capella (v letech 275 př.n.l. až 100 n.l.), která je nejjasnější hvězdou v hvězdokupě Auriga. Heliakální východ této hvězdy navíc vycházel na den, kdy prochází Slunce v této oblasti zenitem [28].

Teotihuacán byl postaven s jasným urbanistickým plánem. Městem prochází Třída mrtvých kolem pyramidy Měsíce, pyramidy Slunce až k Citadele a je odkloněna 15° ±2° od severu na západ [29]. Pro tuto orientaci existuje několik hypotéz. Dle Malmströma (1976) platí, že pokud byl pozorován západ Slunce ke dni 13.8. (údajný počátek Mayského kalendáře), jeho azimut byl kolmý na azimut Třídy mrtvých [29]. Profesor Aveni (2004) zase zjistil, že zde v prvních stoletích n.l. docházelo k heliaktickému východu Plejád v den zenitového průchodu Slunce [1]. Klokočník a Kostelecký odkazují na svou dřívější práci (Klokočník, Kostelecký, Böhm, Vondrák, Vítek, 2008), kde byla shrnuta řada námitek proti astronomickému vysvětlení. Naopak se přiklání spíše k teorii o orientaci pomocí kompasu (viz níže) [29].

Na poloostrově Yucatán se nachází zřícenina mayského města z období asi 600-900 n.l. - Chichén Itzá. Na místě bylo provedeno měření kompasem [29] [30].

Quetzalcóatlova pyramida, nacházející se v tomto komplexu, má sluneční orientaci. Severní schodiště je postavené tak, že o rovnodennostech dělá zvláštní stínový efekt sestupujícího stínu. Dalším zajímavým objektem v této lokalitě je Caracol, kruhová stavba, údajně astronomická observatoř. Možné astronomické využití předpokládá již Morley (Morley, 1977) nebo Aveni (Aveni, 1977, 2011), z okének věže mohlo probíhat astronomická pozorování [29]. Klokočník, Kostelecký, Vondrák a Vítek provedli zaměření věže a zjistili, že vnější dveře míří přesně na sever, vnější východní a západní dveře jsou vůči světovým stranám nesymetricky odkloněny. Stavba byla ale stavěná ve dvou etapách, vnitřní je asi z 9.stol.n.l., zatímco ta vnější je o sto let starší. Vnitřní stavba má dveře směřující na východ Slunce o letním slunovratu a druhé jihozápadní dveře směřující ve směru západu Slunce o zimním slunovratu. Schodiště má podle autorů odklonění o 24°-25° od východu na sever, tedy do směru západu Slunce o letním slunovratu [30]. Podle výzkumu Aveniho (Aveni, 2004) bylo odkloněno o 27,5° a vyznačovalo nejsevernější směr západu Venuše [1].

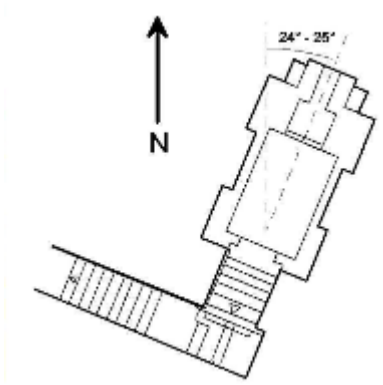
Obr. 8 Caracol v Chichén Itzá, celkový pohled (vlevo) [31]. Plánek Caracolu (vpravo), Kresba F. Vítek (2005). [29]

Dalším komplexem je Dzibilchaltún, obří komplex, který je stále z části zakrytý. Ve východní části se nachází Chrám sedmi panenek, budova čtvercového půdorysu. Místní badatelé mají představu, jak byla budova používána jako sluneční kalendář, některé význačné směry z výhledů směřují ke slunovratům, rovnodennostem a nejspíš k dalším směrům mezi těmito extrémy. Okno ve stropě mohlo být určeno ke sledování zenitových průchodů Slunce a podle postavení nebeských objektů k určování začátků měsíců mayského kalendáře [29] [30].

K extrémní deklinaci Venuše je nejspíše odkloněn Vladařův palác v Uxmalu. Odklon 28° [1] je podle Aveniho (Aveni, 2004) orientace stavby k východu Venuše při její největší elongaci a krajní deklinaci. Tuto skutečnost ověřili a potvrdili měřením a výpočtem Pavelka, Klokočník, Kostelecký [30]. Palác se odlišuje od ostatních budov,

které jsou natočeny 9-10° na východ. Navíc prostřední vchod Vladařova paláce míří přesně na stavbu v sousedním městě, 15metrů vysoké pyramidální stavbě (pyramida Nohpat), který leží na směru k extrémní deklinaci Venuše [29].

V Palenque bylo důležité mayské ceremoniální centrum, ve kterém se nachází několik důležitých staveb. V pyramidě Chrámu nápisů se nachází hrobka nejvýznamnějšího vládce Palenque, vládce Pakala, který v tehdejším mayském městském státě vládl od 12 let, zvaného též Sluneční štít. Není překvapením, že Pakalova hrobka je záměrně orientovaná [30]. Klokočník a Kostelecký (2011) měřili na místě odklon hrobky důlním kompasem, prostorová orientace je jiná než orientace celé pyramidy a než dalších staveb v Palenque. Předpokládanou orientací byl směr na východ/západ Slunce o slunovratu, i z důvodu že Slunce bylo pro Pakala patrně nejvyšší božstvo. V podzemní hrobce bylo třeba použít k měření směru kompas, a protože ten měří k magnetickému azimutu, byla zavedena místní korekce, která byla získána z měřené základny. Orientace hrobky byla stanovena na 24°± 2° na východ od severu, hrobka je tedy kolmá ke směru východu Slunce o zimním slunovratu (nebo západu Slunce o letním slunovratu) [32].



Obr. 9 Orientace krypty a sarkofágu [32]

Tikal, mayské město, se nachází na území dnešní Guatemaly a největší rozkvět zažil v 6.-8. stol.n.l. Komplex obsahuje centrální náměstí se dvěma obřími pyramidami, Akropoli a dva komplexy paláců. Ve vzájemné orientaci pyramid je dle Malmströma (Malmström, 1976, 1978) zakódována astronomická symbolika. Pyramida III je od pyramidy I postavena přesně na západ. Spojnice pyramidy III a pyramidy IV je ve směru východu Slunce o zimním slunovratu, a spojnice mezi pyramidami I, II a IV směřuje k západu Slunce pozorovaného z pyramidy I 13.8., což je pro tuto lokalitu posvátné datum a je blízké druhému zenitovému průchodu Slunce. Tato teorie byla potvrzena měřením (Klokočník, Kostelecký, Vondrák, Vítek, 2005) [29].

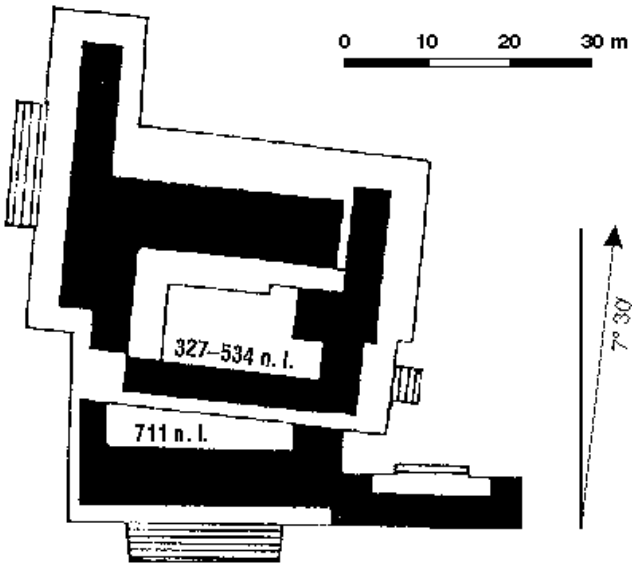
Archeologický komplex Izapa obsahuje také sluneční orientace. Vrchol osídlení v této lokalitě byl mezi 600 př.n.l. a 100 n.l. Osa hřiště na pelotu je ve směru k východu Slunce o zimním slunovratu nebo k západu o slunovratu letním. Dle Malmströma (Malmström, 1978) se ve směru východu Slunce o letním slunovratu nachází hora

Tajumulco, další vysoké hory se nachází ve směru východu Slunce o zenitových průchodech [29].

2.4.1 Neastronomické orientace

Významné stavby v Mezoamerice mají však prokazatelnou astronomickou orientaci pouze v části případů. Větší podíl mají stavby, které do této škatulky nezapadají. Téměř všechny mají víceméně severo-jižní směr, s východní odchylkou někdy až 25°, západní odchylka bývá velmi vzácná. Na převažující východní odchylku orientace staveb ukazoval již Aveni (1980) [30].

Profesor Klokočník (Klokočník, Vítek, 2005) spolu se svými kolegy provedl stovky měření, kterými chtěl ověřit, že referenční směr zbudovaných staveb nebyl astronomický sever nebo jih, ale pohyblivý bod – magnetický pól. Tuto hypotézu vyslovil Fuson (Fuson, 1969), který se domníval, že stavby Olméků a Mayů mohou být orientovány podle kompasu. Předmět připomínající kompas byl dokonce nalezen v San Lorenzu (hlavní středisko Olméků), podle radiokarbonátového datování by předmět mohl pocházet z doby 1400-1000 př.n.l. [33] V této lokalitě jsou stavby také orientovány severojižně s mírnou odchylkou, dále také v olméckém středisku La Venta a Tres Zapotec. Ověřit tuto teorii je však poměrně obtížné. Jak profesor Klokočník uvádí ve svém článku (Klokočník, 2003) stavby, které by údajně měly být stejně staré, mají i stejnou odchylku od severojižního směru, což by hypotéze odpovídalo. Některé objekty dokonce prošly rekonstrukcí a je poznat, že se původní orientace změnila, což vedlo i k nepravidelným tvarům staveb. Magnetický pól se vůči ose rotace výrazně přesouvá, což obyvatelé Mezoameriky při několikageneračním měření mohli zjistit. Klokočník shromaždil v letech 2005-2007 množství měření, výsledky vydává v samostatných publikacích a dále v knize (Pavelka, Klokočník, Kostelecký, 2013) [33]. Měření jsou také dostupná k nahlédnutí v online archivu [34].



Obr. 10 Změna orientace v průběhu přestavby jedné z budov v Uaxactúnu [33]

K dispozici k výpočtu výsledků měli archeologická data a záznamy o stáří objektů, data narození či smrti význačných osob, také zvláštní nebeské úkazy; celkově 1200 položek ze 70 archeologických lokalit. Mayská data lze přepočíst na křesťanský kalendář, dále jsou k dispozici mapové podklady různých kvalit [29].

Třída Mrtvých v Teotihuacánu je dost pravděpodobně orientována podle kompasu, její odchylka (a odchylka celého města) odpovídá paleomagnetické deklinaci z doby jejího vzniku. Také v lokalitách Atzompa a Monte Albán se shodují změřené odchylky s palomagnetickou deklinací. V práci [29] je odkazováno na další práce autorů, kde lze nalézt podrobné tabulky s jednolivými měřenými azimuty, viz Klokočník, Kostelecký, Vondrák, Vítek (2005) a Klokočník, Kostelecký, Vítek (2007).

Dle závěru profesora Klokočníka (2013) lze říci, že kolerace mezi orientací staveb k aktuálnímu magnetickému polu a jejich stáří je značná. Orientace staveb zpravidla, až na astronomické observatoře, souhlasí se směrem k magnetickému pólu v době vzniku, jehož poloha byla zrekonstruována z geofyzikálních dat. Aby ale bylo možné potvrdit nebo vyvrátit Fusonovu hypotéku, bude potřeba další a mnohem přesnějších dat [33].

2.5 Peru

V Peru se nachází nepřeberné množství památek, z nichž jen část zatím byla podrobně prozkoumána. Když se řekne Peru, většina lidí si představí především říši Inků. Inkové uctívali Slunce, stejně jako mnoho starověkých kultur. Není tedy divu, že jejich stavby mívají sluneční orientaci.

Z hlavního města civilizace Inků, Cuzko, se rozbíhá systém neviditelných linek zvaných ceque, do kterých Inkové zakódovali mimořádné astronomické znalosti. Inkové měli observatoře s okny směřující na východy a západy Slunce a také využívali okolní vysoké hory. Incká svatá místa (huacas), umístěná na horizontu z pozorovacích míst, označovala polohy významných nebeských objektů v čase. Inkové pozorovali nebeské úkazy velmi pozorně a z těchto pozorování vyvinuli přesný kalendář [1].

Ačkoliv bylo staré Cuzko z velké části zničeno, ze záznamů španělských kronikářů si lze udělat představu o jeho organizaci. Srdcem starého Cuzka byl chrám Coricancha, Španěly nazývaný Chrám Slunce, který nejspíše sloužil k astronomickému pozorování. Chrám byl zdobený zlatem, stříbrem a drahými kameny, zlatem byly pokryty i zdi budov na stranách, kde vycházelo Slunce a byl zasvěcen čtyřem nejdůležitějším nebeským objektům, a to Slunci, Měsíci, Venuši a Plejádám. Z Coricanchy vedou linie paprsčitého systému *ceque*, který dělil město na jednotlivé čtvrti, zároveň dělil i celou říši na 4 sekce. Na těchto liniích byly v řadě uspořádány *huaca* a svatyně. *Ceque* s táhnou krajinou a lze je vysledovat pomocí řady *huacas* (svaté místo, mohou to být přírodní i umělé chrámy, kamenné útvary či kopce, prameny nebo vodní nádrže) [1].

Pomocí *ceque* byla organizována zemědělská činnost a velmi důležité byly pro astronomii. Několik španělských kronikářů se zmiňuje o pozorování Slunce na horizontu Inky, například pomocí vztyčených sloupů, podobný popis systému zanechal například jezuita a kronikář Bernabe Cobo (Cobo, 1653). Archeolog Brian Bauer (Bauer, 1995) zmapoval co nejpodrobněji systém ceque [35]. Závěrem jeho práce je, že jednotlivé ceque se nerozbíhají paprskovitě, ale značně se odchylují nebo se dokonce vrací zpět [1]. S polohou Slunce v období setby byla spojena jedna z nejdůležitějších orientací v Cuzcu. Za Cuzcem, na vysokém kopci, byly podle kronikářů vztyčeny pilíře, pomocí kterých Inkové sledovali Slunce a určovali čas k setbě v jednotlivých oblastech Peru. Pokud se člověk z náměstí v Cuzcu, kde se dříve nacházelo *ushnu*, dívá směrem k hoře Cerro Picchu, vidí zapadat Slunce nad příkrým svahem severně od vrcholu v den, kdy Slunce prochází nadirem (pro Cuzko vychází na 18.8.). O srpnu jako o významném měsíci hovoří i kronikáři. Jedno z nejdůležitějších dat v inckém kalendáři, začátek setby, tedy vychází na den průchodu Slunce nadirem. Do systému ceque byl tento den zřejmě zahrnut tak, že byla určena protilehlá poloha Slunce v den jeho průchodu zenitem [35]. Více o *ceque* v souvislosti s astronomií a konkrétně s pozorováním Mléčné dráhy viz článek od Giulio Magli [36].

Samotný chrám Coricancha sloužil inckému panovníkovi k uctívání Slunce. Na původním místě stojí nyní kostel, který má slunovratovou orientaci, lze se domnívat, že kratší zeď chrámu byla orientována souhlasně s osou dnešního kostela [30]. Měření prof. Aveniho (Aveni, 1975) ukázaly, že orientace části chrámu Coriancha odpovídá východu Slunce 25.5., přibližnému východu Plejád a také směru, kterým prochází chrámem jedna ceque, které směřuje právě do těsné blízkosti místa východu Plejád. Jeho koncové *huaca* se navíc podle kronikáře Coba označuje Susumarca, což je jeden z názvů pro Plejády [1]. Aveni píše:

„První úplněk po každoročním prvním východu Plejád před svítáním vždy určoval měsíc, ve kterém se odehrál červnový slunovrat.“ [1]

Heliakickým východem Plejád zároveň začíná incký kalendář. Systémem *ceque* byly na horizontu k okolí Cuzka také označeny místa slunovratových poloh Slunce. Pár pilířů na obzoru označoval místo západu Slunce při červnovém slunovratu, pozorovaný z Lacco, nacházejícímu se na sever od Cuzca. Další dvojice sloupů potom označuje místo západu Slunce v den prosincového slunovratu, pozorovaného z chrámu Coricancha. Systém ceque byl využívaný také jako kalendář [1].

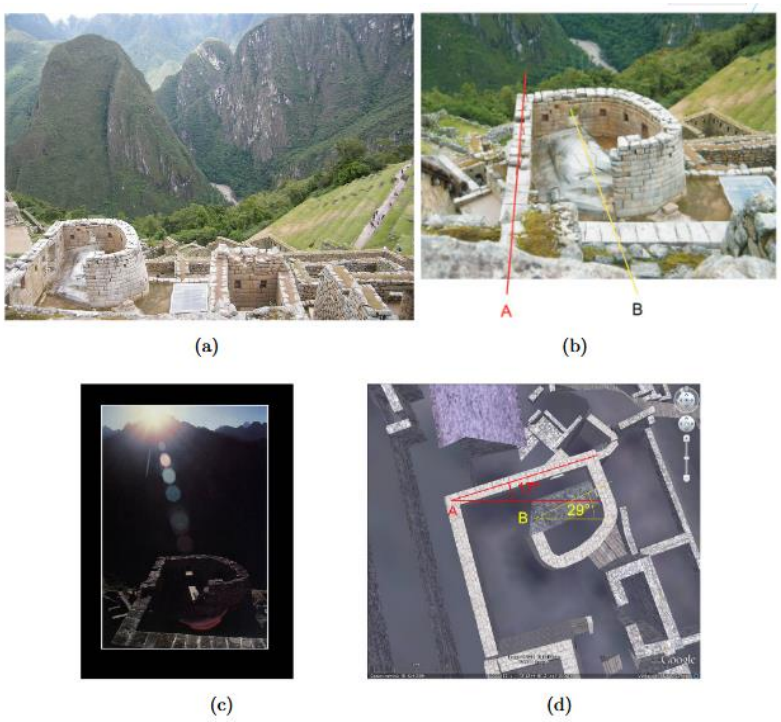
Incké město Huaco Pampa je uspořádáno podobně jako staré Cuzco. Je dělena na čtyři *suyu* a stavby v královské čtvrti jsou orientovány směrem k východu Slunce v den průchodu zenitem, jak by byl tento východ pozorovatelný z Cuzca [1].

40 km severozápadně od Cuzka se nachází incká pevnost Ollantaytambo . Tvaru a orientace staveb v této lokalitě se věnovali například Salazar&Salazar (2005), Zawaski a Malville (2007). Nachází se zde *Inticcahuarina* (také *Oltář*), objekt s výstupky a vodorovnými rampami, který sloužil k určování data či času podle Slunce, určovaného pomocí stínu výstupku vrhaného v určitou dobu na určené místo [30]. Podle měřených azimutů nemá ani Chrám Slunce, Chrám vody nebo Chrám deseti oken jednoznačnou sluneční orientaci [30].

Tým Hanzalová, Klokočník a Kostelecký (2014) měřením v terénu a v Google Earth ověřovali teorie orientace Ollantaytambo a snažili se dokázat nebo vyvrátit teorie o účelu této incké stavby, a protože objekt se nachází v horách, byl použit i digitální model terénu, aby bylo možné zjistit pravý horizont. V článku *New knowledge in determining the astronomical orientation of Incas object in Ollantaytambo, Peru* (2014) se soustředili na Chrám Slunce. Testovali jeho orientaci k východu a západu Slunce o zimním slunovratu, také k východům Plejád ve třech epochách. I s přihlédnutím k terénu však orientace chrámu ani jednomu astronomickému vysvětlení neodpovídala. Nakonec našli pozorovací bod na pyramidě Pacaritanpu, která se nachází dole v údolí, a ze kterého vedli spojnici s Chrámem Slunce a Tváří Inky. Azimut této spojnice je 62°, což odpovídá východu Slunce o zimním slunovratu na skutečném horizontu. I samotná pyramida je slunovratově orientována, azimut západní svahu je 112°, což odpovídá azimutu západu Slunce v červencovém azimutu na skutečném horizontu [37] [38].

Obr. 11 Linie spojující pyramidu, Chrám Slunce a Tvář Inky (směr východu Slunce o zimním slunovratu) [38]

Machu Picchu je asi nejslavnější památkou Peru. Vystavěné patrně Inky a obývané až do invaze Španělů, nebylo nikdy španěly objeveno a zničeno. Orientaci staveb v této lokalitě zkoumala řada vědců, například Zawaski a Mc Kim Malville (2007) a Mallvile (2010) zkoumal kosmologii Inků, na místě byla měřit i řada Čechů, například Šimek (2006) či Klokočník (2013). Na Machu Picchu se nachází několik *huaca,* které jsou orientovány s astronomickými směry. Je jí například Torreon, který je spjat s východem Slunce o červnovém slunovratu, Chrám Kondora, který je orientován podle východu Slunce v den, kdy prochází anti-zenitem a Intimachay, který je orientován do směru východu slunce o prosincovém slunovratu [39].



Obr. 12 a) Torreón, (b) detaily uvnitř chrámu, měřený azimut A, odvozený azimut B, (c) východ Slunce o červnovém slunovratu, kdy paprsek dopadána kámen uvnitř chrámu, (d) Torreón a jeho orientace [41]

Torreón, čili Chrám Slunce nebo Sluneční věž, se nachází ve východní části. V době červnového slunovratu vnikal hlavním oknem paprsek Slunce, který dopadal na obřadní oltář. Na místě měřili Pavelka a Klokočník, a s přihlédnutím ke korekci na skutečný horizont slunovratovou orientaci ověřili. Další významnou budovou je *Chrám tří oken*, který má severovýchodní orientaci. Ačkoliv bylo na místě měřeno, nebyla nalezena žádná astronomická orientace [30].

Na samotném vršku Machu Picchu se nachází Intihuatana (v jazyce Kečua Intiwatana). Je to vlastně gnomon vytesaný do skály, s řadou vylepšení. Čeští geodeti z Gefosu měřili Intiwatanu laserovým dálkoměrem, měřeny byly všechny výstupky a volné plochy byly doplněny body v pravidelném rastru, aby byl povrch modelu ucelený. Celkem bylo naměřeno okolo 400 bodů. Hotový model poté osvětlovali archeologové v programu Allplan a zjišťovali hru stínů v různé dny a denní doby [30] [40].

Další památkou, zaměřenou českými geodety (Šimek, GEFOS, Pavlík, Jáně, Nemetschek, 2000), je *Yurac Rumi*, neboli *Bílý Kámen*. Kámen o rozměrech 17x8x7m se nachází asi 40km od Machu Picchu. Do kamene jsou vytesány různé výčnělky, rampy, schody, výklenky a další. Z měřených dat byl vyhotoven 3D model Yurac Rumi a byl podroben analýze v osvětlování v softwaru Allplan. Výčnělky a rampy nebyly určeny pouze pro dny slunovratu, ale i při průchodu Slunce v zenitu jsou vidět stínové efekty. Na severní stěně jsou tři pravoúhlé výstupky nad horní vodorovnou rampou, z čehož každý dosahuje v určitý den a hodinu na rampu [30] [40].

Na jižní straně kamene se nachází různé platformy a schůdky, které jsou osvětlovány různě v různém časovém období [30], příkladem může být schůdek, který je v poledne o letním slunovratu osvícený, zatímco v zimním tone ve stínu [40].

Obr. 13 Detail opracování Yurac Rumi [40]

Llactapata, další Incká stavba v údolí Urubamba, pravděpodobně sloužila, stejně jako Machu Picchu, jako kombinace *huaca* a *ushnus*. Llactapata lze dosáhnout úzkou a nebezpečnou stezkou, nejspíš byl přístup k ní omezený a ceremoniály konané zde nebyly veřejné. Nachází se zde kanál, vedoucí ode dveří přímo ve směru Machu Picchu. Z těchto dvěří také bylo možno pozorovat slunovratový východ Slunce v červnu a východ Plejád [39].

Tipón je další stavbou, kde lze nalézt slunovratovou orientaci. Z budov Iglesia Raqui, které se nachází vedle teras, lze sledovat západ Slunce o červnovém slunovratu nad Intiwatanou, která je vzdálená asi 350m [39].

Ve městě Urubamba se nachází palác Quespiwanka, na jehož nádvoří leží velký žulový kámen. Je lemovaný kanálem, kterým i dnes teče voda. Slunce, pozorované z jeho blízkého okolí, se objevuje na slunovrat mezi dvěma pilíři, postavenými vysoko nad palácem [39].

Archeologická lokalita Sondor, která se nachází asi 300km od Cuzco, je tvořena šesti terasami na kopci Apu Muyumuyu. Tato lokalita, na rozdíl od výše zmiňovaných, není spojena s červnovým slunovratem. Pod terasami jsou tři shluky budovy. Nejvýchodnější z nich uzavírá nádvoří, ze kterého je vidět nad vrcholem Apu

Muyumuyu vycházející Slunce v den jeho průchodu zenitem. Z dalšího bloku budov je nad tímto vrcholem vidět východ Slunce o prosincovém slunovratu. Zdá se, že zenitový průchod Slunce bylo pro tuto lokalitu nejvýznamnější, protože i veliké schodiště, vedoucí na vrchol teras, je rovnoběžné se směrem východu Slunce tento den. Jak Slunce vychází na obloze, stíny teras se zkracují a mizí, dokud Slunce nedosáhne zenitu [39].

Obr. 14 Schody vedoucí směrem k zenitovému Slunci - Sondor [39]

Další terasovitou stavbou je Moray, ležící 35km severozápadně od Cuzca, která obsahuje několik kruhových terasovitých staveb mísovitého tvaru. První hypotéza předpokládala zemědělské využití, to bylo ale vyvráceno, začala se tedy zkoumat ceremoniální hypotéza. Tvarované pánve mohly být „převrácené“ *huacas*. K dramatickému veřejnému obřadu mohlo dojít také ve dnech průchodu Slunce zenitem, kdy terasy nevrhaly žádné stíny a světlo Slunce šlo přímo do země a bohyně Pachamamy. Nejmenší kruhovitá stavba na jihu poté nejspíše sloužila k oslavám červnového slunovratu. Její nejspodnější terasa odpovídá stínu, vrhanému vycházejícím Sluncem v tento den. Nad ní se nachází nejvhodnější pozorovací bod, kdy směr k východu Slunce o červnovém slunovratu prochází obřadní plošinou a východ slunce nastává mírně na jih od Cerro Chicón. Obřadní budovy na severu směřují vchodem na východ Slunce o prosincovém slunovratu [42].

Na jezeře Titicaca leží Ostrov Slunce, na kterém existoval v časech Inků chrám, zasvěcený Slunci a Měsíci. Několik dobových záznamů se zmiňuje o oslavách červnového slunovratu samotným Inkou. Nedávné archeoastronomické práce na Ostrově Slunce tuto teorii podporují a poskytují pohled na to, jak mohla oslava červnového slunovratu vypadat jak pro návštěvníky s nízkým postavením, tak i pro návštěvníky vysoce postavené. K posvátné skále měla přístup pouze nejurozenější šlechta. Před posvátnou skálou se nachází obdélníkové náměstí o rozměrech 80 × 30 m.

Samotná skála dominuje severovýchodní straně náměstí a dosahuje výšky asi 5 metrů. Při pozorování z náměstí svatyně bylo možné pozorovat východ Slunce o červnovém slunovratu mezi dvěma sloupy na hřebenu Tikani, které tuto polohu označují podobně, jako pilíře u Cuzca. Na toto náměstí měli však přístup pouze vysoce postavení lidé. Lidé nižšího původu se ale také mohli oslav zúčastnit, archeologický průzkum nalezl malou plošinu mimo svatyni, kde bylo možno se shromáždit a odkud byl východ Slunce mezi pilíři na obzoru také vidět [43].

Steven R. Gullberg, (Gullberg, 2010) se zabýval inckými *huacas* v jihovýchodním Peru, ve své studii se věnoval 29 lokalitám. Výzkum zvažoval orientace staveb a také hry světla a stínů o významných dnech jako slunovraty, rovnodennosti či průchod Slunce zenitem a antizenitem. Zjistil, že 23 z těchto 29 lokalit má spojitost se Sluncem. Pro potřeby studie rozdělil zkoumané objekty na skály a ostatní objekty, a dále na objekty s astronomickým významem a bez astronomického významu. Z výzkumu dále vyplývá, že podíl sledování červnového a prosincového slunovratu je stejný, ačkoliv prosincový slunovrat nastává v období dešťů a proto je menší možnost pozorování. Výrazný rozdíl v počtu pozorování je mezi východem a západem Slunce o slunovratech, zcela jistě měl východ Slunce větší obřadní význam. Dále studie našla 5 spojení se Sluncem procházejícím zenitem a 3 spojení pro jeho průchod nadirem. Nalezeno bylo také několik orientací s rovnodennostním východem či západem Slunce. Článek popisuje několik lokalit s astronomickou spojitostí, jako Kenko Grande s „hlavou jaguára“ či jeskyně Lacco, kdy v každé z nich je oltář, osvětlovaný důmyslnými otvory ve dnech slunovratu či průchodu zenitem [44].

Výzkum probíhal i v souvislosti s pozorováním Měsíce, i když na toto téma je sepsáno o mnohem méně prací. Jednou z lokalit, kde byla tato pozorování zkoumána je Huanuco Pampa. Pino Matos (Matos, 2004) nalezl v této lokalitě mimo slunečních orientací také několik směrů, které by mohly odpovídat západům/východům Měsíce v nejsevernější/nejjižnější poloze. Článek je ve španělštině, kterou neovládám, proto si nedovoluji citovat výsledky. Více viz článek [45].

Další takový případ byl zkoumán na Machu Picchu, v malé jeskyni Intimachay. Jak bylo již napsáno výše, východním okýnkem osvítí jeskyni vycházející Slunce o prosincovém slunovratu. Ziółkowski, Kościuk a Astete (2015) se ve své práci zajímali o okénko severní, a z jejich závěru vyplývá, že mohlo být používání k pozorování nejsevernější polohy Měsíce. Další lokalitou zkoumanou těmito autory byla huaca *Cusilluchayoc* (nebo také *Amarumarcahuasi*), nacházející se v okolí Cuzco, autoři také vyhotovili 3D model této jeskyně. Nachází se v ní dvě komory a v těchto komorách jsou oltáře vyřezané ze skály a průzory nahoru na oblohu. „Oltář“ 1 má na sobě vyřezaný tvar půlměsíce; pokud si pozorovatel sedne na něj a podívá se průhledem nahoru, dívá se pod azimutem cca 221°. Této části oblohy mohl pozorovatel v patnáctém století vidět fragmenty Mléčné dráhy a souhvězdí Centaurus. „Oltář“ 2 se nachází přímo pod vertikálním komínem. Jsou na něm vytesané „schody“. Pozorování provedená v noci ze

dne 31. srpna 2012 ukázala, že se paprsky Měsíce pohybují podél schodiště a oltáře. Zdá se, že tyto „schody“ mohly pomáhat sledovat posuny v poloze Měsíce [46].

Před Inky se ale v Peru nacházely různé kultury a království, které nám zanechaly mnoho památek. U některých již proběhl archeoastronomický výzkum. Nejprozkoumanější lokalitou z předincké doby jsou geoglyfy u města Nazca. Nacházejí se na náhorní plošině Nazca o rozloze asi 500km2. Vznikly nanesením nebo odstraněním části povrchového materiálu. Geoglyfy se dělí na linie (nebo také paprsky), z nichž některé mají délku mnoha kilometrů a spojují významná sídla, dále jsou tu trapezoidy a plochy, někdy stovky metrů dlouhé, a poté několik stovek obrazců různých velikostí, se zooformními náměty. Průzkum této památky probíhá již několik desetiletí, vědci však nejsou s řešením této záhady o moc dále než na začátku. Jako první začal linie Nazca systematicky mapovat a studovat peruánský archeolog Toribio Mejia Xesspe (1926), obrazce bylo však v té době možné pozorovat pouze ze země nebo z okolních kopců. Xesspe se domníval, že se jedná o náboženské slavnostní ulice. K této hypotéze se později klonili i další autoři, jako Hadingham (1988), Aveni (2000), Reindl (2009). Velké plochy považovali za místa, kde se lidé řadily pro náboženské úkony, často je tato teorie spojená s teorií kalendářní [30].

S astronomickou interpretací linií přišel jako první Paul Kosok (1941), v plošině viděl obrovský astronomický kalendář. V červnu roku 1941 si Kosok všiml linií, které se soustředí k místu zimního slunovratu na jižní polokouli. Začal geoglyfy studovat společně s Marií Reiche, peruánsko-německou matematičkou a archeoložkou. Reiche se poté geoglyfům u Nazci se věnovala až do své smrti. Kosok s Reiche začali tyto linie studovat a snažili se zjistit jejich význam vzhledem k astronomii. V pozdějších letech bylo na žádost Reiche provedeno snímkování Nazca linií z letadla společností Servicio Aerofotográfico. To umožnilo lepší interpretaci linií a obrazců. Své teorie publikovala v knize *Mystery of the desert (1968)*. Kniha obsahuje nákresy a fotografie jednotlivých linií i symbolů zvířat, také jejich vzájemnou polohu a velikost. Reiche na konci knihy také rozebírá, jak mohla starověká civilizace vytvořit obrazy v tak obrovském měřítku. Domnívala se, že toho mohli dosáhnout pouze velice kvalitními výpočty a měřením. Podle ní si nejprve obraz vytvořili v malém měřítku, přesně změřili a vypočítali, a nakonec překreslili do měřítka několikanásobného. Závěrem vyslovuje teorii, že na planině Nazca byla vytvořena starověká hvězdná mapa. Tato teorie lze těžko popřít nebo potvrdit, ale komplikovaná změť obrazců a čar by teoreticky mohla odpovídat pohybům nebeských těles [47]. Za svůj výzkum Reiche dokumentovala a zkoumala velké množství obrazců. Ve své knize (Reiche, 1968) uvádí několik obrazců, které vykazují astronomickou orientaci. Je jím například obrazec, který nazvala „Bird with snakeline neck“, kde krk směřuje ve směru slunovratu. Dále například obrázek ptáka (strana 41), jehož zobák končí ve skupině rovnoběžných čar, které míří do směru vycházejícího Slunce při letním slunovratu (21.12.). Dalším obrazcem je v porovnání s

ostatními malá kresba, o které se Reiche domnívá, že by mohla být velrybou, či legendárním stvořením. Jedna z dominantních linií této kresby směřuje k západu slunce 21.12. Knihu doplňuje také množství fotografií a vlastnoručních nákresů v měřítku. Dalším obrazcem, který Reiche v knize uvádí, je spirála, od níž vede linie, o které se domnívá, že mohla být vytvořena pro sledování letního slunovratu. Autorka uvádí rovnou dvě linie, každá by mohla sloužit k pozorování letního slunovratu v různých časových obdobích, neboť řada orientací se v důsledku precese zemské osy změnila. Jedna odpovídá období mezi roky 350-950 n.l., druhá pravděpodobně v období 800-1400 n.l. Dále uvádí, že některé další linie mají přímo severojižní průběh a po obou stranách mají symetricky seskupené linie, o kterých se domnívá, že by se mohlo jednat o umělecké vyjádření pohybu nebeských těles. Některé jiné linie mají směr k jasné hvězdě či hvězdnému uskupení, jako je Sirius nebo Plejády, v heliaktickém východu či západu v určitou epochu [47].

Dokonce se snažila přirovnat obrazce k známým souhvězdím, je však nepravděpodobné, že by byla tato teorie správná, protože Nazkánci s nejvyšší pravděpodobností neměli souhvězdí definovaná tak, jak je zná naše civilizace [30]. Reiche také tvrdila, že si Nazkánci byli vědomi precese, že směry k východům a západům hvězdných objektů jsou proměnlivé, a že to je původ trojúhelníků na planině. Tuto teorii ale zatím nikdo neprověřil. Ačkoliv se všechny teorie M. Reiche nepotvrdily, ve studiu geoglyfů v Nazce sehrála asi největší roli. Její největší zásluhou je ochrana celého území a dokumentace geoglyfů [30].

Obr. 15 Geoglyf Opice [48]

Astronomickou hypotézu zpochybnil Gerald Hawkins (1973), který se proslavil studiem Stonehenge. Provedl důkladné geodetické měření, pomocí letecké fotogrammetrie získal v roce 1973 sérii snímků s vysokým rozlišením ze stereokamery. Vykreslil poté linie v počítači a analyzoval, zda odpovídají astronomické hypotéze. K analýze použil stejný software, jako na Stonehenge. Z jeho výzkumu vyplynulo, že linie nemají žádnou astronomickou preferenci. Zjistil, že jen malé procento z tehdy 500 identifikovatelných čar může být astronomicky orientována k východu či západu Slunce, hvězd a Měsíce, a tedy že nemohou vysvětleny pomocí astronomie nebo kalendáře. Výsledky jeho statistiky ale byly zpochybněny, protože nepočítal s tím, že v oblasti Nazca, které leží na jižní polokouli, jsou vidět jiná souhvězdí než na severní

polokouli. Kritika se shodla na tom, že tento výzkum nemůže být brán jako poslední slovo pro astronomickou hypotézu [48], [30].

Nazkánské geoglyfy se snaží řada vědců vysvětlit i neastronomickými hypotézami, které zde v krátkosti budou zmíněny. V roce 1990 studoval Nazkánské geoglyfy Anthony Aveni. Závěr jeho výzkumu zní, že původ linií není možné zařadit pouze do jedné hypotézy, neboť původ linií by mohl být jak astronomický, tak umělecký či zemědělský a může vyjadřovat i různé pohyby, jako tanec, cesty pro chůzi či náboženské obřady [49].

Další hypotéza vysvětluje geoglyfy jako pozůstatky gigantických tkalcovských dílen. Henri Stierlin (1983) se domníval, že dlouhá vlákna, ze kterých jsou peruánské tkaniny vyrobeny, byla roztahována a poskládána na pláni. Podobně technické využití naznačuje i jiná hypotéza, která předpokládá, že pláň byla využívána např. na sušení plodin (Pavelka, 2008). David Johnson (2010) zkoumá zajímavou hypotézu, že obrazce souhlasí se zdroji pitné vody [30]. S další hypotézou přišel Jiří Sonnek (2009, 2013), který obrazce vidí jako pracovní plochy pro výrobu dlouhých lan [30], [50].

Díky M. Reiche se geoglyfy dostaly do UNESCO, jejich destrukce však stále pokračuje, ať již vlivem přírodních úkazů nebo postupnou industrializací oblasti. Proto tým vědců z HTW (a později se spoluúčastí ČVUT) přišel s řešením. V roce 1995 bylo rozhodnuto, že budou dosavadní a nové poznatky zpracovány do digitální databáze. Tento projekt měl za úkol sesbírat veškerá existující data o geoglyfech a uložit je do databáze, která umožní další analýzy. Dále byl vytvořen NazcaGIS který umožňuje prezentaci výsledků – simulace, animace, mapy. Tento GIS byl vystaven na internet [51].

V roce 1996 tým odborníků vybral 9 geoglyfů a 19 linií, které byly jako první změřeny pomocí technologie GNSS a tachymetrie. Naměřená data byla poté transformována do státního peruánského souřadnicového systému. Tento postup měření je však na tak velikou oblast příliš zdlouhavý. V roce 1997 a 1998 proto probíhalo fotogrammetrické snímkování oblasti, pořízeny byly černobílé letecké měřické snímky. Snímkování probíhalo nad hlavní oblastí o velikosti 45x35km. Pro další oblasti byly pořízeny v roce 2003 družicové snímky z družice IKONOS s rozlišením 1m a o dva roky později z družice QuickBird s rozlišením 0,6m. Tyto družicové snímky pokrývají především severní a jižní část oblasti. Aby bylo možné snímky transformovat, byly na planině vytvořeny pevné lícovací body, kterých bylo celkově 80. Souřadnice těchto bodů byly zaměřeny metodou GNSS RTK [51].

Aby bylo možné ortogonalizovat letecké snímky, bylo potřeba digitálního modelu reliéfu (DMR) oblasti. V té době však žádný použitelný DMR neexistoval, proto musel být vytvořen vlastní pomocí metod fotogrammetrie a aerotriangulace (179 snímků). Automatizované zpracování však selhalo, protože povrch pouště je příliš

homogenní. Bylo proto potřeba udělat DMR manuálně, což značně zpomalilo postup práce. V roce 2000 spustila NASA projekt SRTM – radarovou interferometrií byl vytvořen model povrchu celé Země [51].

Samotná vektorizace dat poté probíhala manuálně. V databázi je ve výsledku uloženo 10 tis linií, tisíce plošných obrazců a stovky geoglyfů. Vytvořená databáze se dělí na dva segmenty – archeologickou a administrativní. Po naplnění databáze byly prováděny analýzy [51].

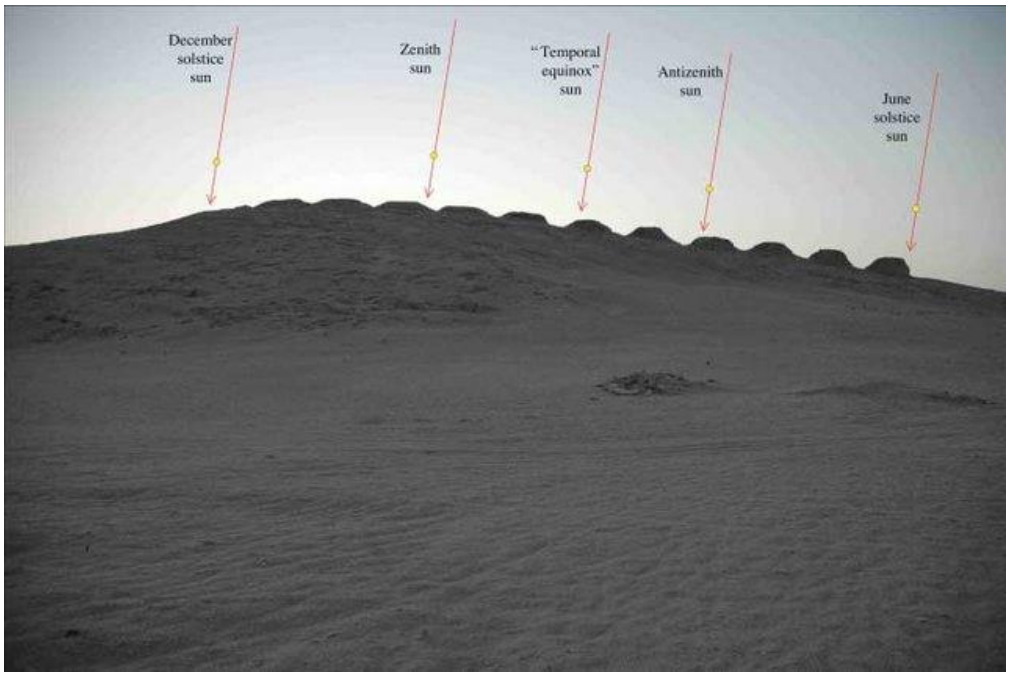
Na základě předchozího výzkumu Reiche pracuje projekt se dvěma astronomickými teoriemi. Jednou z nich je, zda existuje korelace mezi liniemi a východy a západy nebeských těles. K tomu je také potřeba DMR, neboť pozorování východů a západů nebeských těles záleží na okolním terénu. Pozice hvězd je možné získat z hvězdářských ročenek, také pozice Slunce, Měsíce a planet jsou zveřejňovány, např. v NASA. Díky těmto datům se podařilo potvrdit částečně teorii M. Reiche. Bylo nalezeno několik linií, které odpovídají zimním či letním slunovratům nebo pohybům jasných hvězd. Kniha uvádí pouze tři příklady z několika potvrzených, například dvě linie vedoucí přes obrazec s názvem „Kondor“ mají slunovratové azimuty; jedna směřuje do směru západu Slunce o zimním slunovratu (21.června), druhá linie směřuje naopak do směru západu Slunce o letním slunovratu (21.prosince). Dalším uvedeným příkladem je směr krku na obrazce ptáka, který Reiche nazývá „bird with serpentine neck“, který směřuje k bodu východu Slunce na zimní slunovrat. Dále se v knize uvádí linie, kterou objevil Kosok (1941), a projekt potvrzuje, že tato linie opravdu směřuje přímo do směru západu Slunce na letní slunovrat [51].

Další objekt zkoumání je korelace s pohyby jasných hvězd. První z potvrzených výsledků byla linie procházející přes obrazec „Pavouk“, která směřuje k východu hvězdy Rigel, která byla kolem roku 100 př.n.l. nejjasnější hvězdou v souhvězdí Orion. Další pozoruhodností jsou tři linie uvnitř „Plaza de las Pleiades“, 850m dlouhém a 90m širokém obdélníku, které odkazují na směr vycházejících Plejád kolem roku 630 n.l. Posledním z uvedených příkladů je tři kilometry dlouhá linie na jihu Palpy, která směřuje k nejjasnější hvězdě Nazca doby, kterou byla hvězda Sírius [51].

Během polních prací v roce 2004 bylo metodou GNSS zaměřeno 18 linií, jejichž délka začíná na 3km a nejdelší měří více než 12km a jejich azimuty byly porovnány s nejjasnějšími hvězdami doby kultury Nazca. Bylo prokázáno, že dvanáct z osmnácti sledovaných linií ukazuje k bodu stoupání nebo klesání jasných hvězd, a taková korelace je statisticky příliš významná na to, aby byl tento jev považován za náhodný. Podle výzkumu M.Reiche mají některé linie zaznamenávat také pohyby Měsíce kolem Země. Toto bude projekt Nazca možná řešit v budoucnu [51]. Některé výsledky korelací línií či geoglyfů s hvězdami jsou ale sporné – hvězd i línií je mnoho a pokud budeme uvažovat dostatečně dlouhou dobu, vždy nějaká línie bude k jisté hvězdě ukazovat (Pavelka, Teichert, 2013). Zcela prokazatelné jsou tedy zřejmě jen orientace sluneční.

Archeoastronomický výzkum na starších památkách v Peru prováděli i čeští odborníci, např. Pavelka, Klokočník, Kostelecký (2013). Pomocí důlního kompasu provedli několik měření i na místě. Sluneční orientaci našli u několika pyramid například v lokalitě Túcume, což je velké pyramidové pole kultury Lambayeque. Další lokalitou bylo údolí Moche, kde se nachází pyramidy Slunce a Měsíce, vystavěné stejnojmennou kulturou, a město Chan-Chan kultury Chimú. V případě Chan-Chan nenalezli žádnou známou astronomickou orientaci, každá citadela ve městě má jinou východní odchylku od severojižního směru, jedním z vysvětlení by podle autorů mohlo být, že jednotlivé citadely mají orientaci podle východu/západu Slunce v den narození vládce, jemuž citadela náležela, nebo v den jeho usednutí na trůn. Naproti tomu pyramidy Slunce a Měsíce jsou slunovratově orientovány svou kratší stranou ve směru východu Slunce o letním (nebo západu o zimním) slunovratu [30].

Další předinckou památkou o známé astronomické orientaci je Chankillo. Jde o 2500 let starou stavbu neznámé kultury, největší stavba na kopci má elipsoidický tvar a nedaleko od ní se nachází na skalním hřebeni tzv. Třináct věží. Možný astronomický význam Třinácti věží odhalili Ghezzi a Rugless (2007) [30], kteří identifikovali dvě pozorovací místa, jedno na západ a druhé na východ od rozvalin. Tyto body jsou vytvořeny tak, že ze západního pozorovacího bodu je vidět vycházející Slunce o červnovém slunovratu na začátku (věž 1) a o prosincovém vychází na konci. Z východního pozorovacího bodu potom vidíme západ Slunce o prosincovém slunovratu na začátku linie a o červnovém slunovratu na konci linie. Další věže označují pravidelné úseky, nejspíše také dny průchodu Slunce zenitem a nadirem a uprostřed rovnodennost [52]. K čemu sloužila velká pevnost na kopci, obehnaná silnou zdí, je zatím záhadou, mohla by mít význam v souvislosti ke zdroji pitné vody [30]. Astronomickému významu se také věnovala Amelia Carolina Sparavigna a ve své práci použila software Sollumis [53], který dokáže spočítat azimuty východu a západu slunce v kterýkoliv den pro jakoukoliv polohu na Zemi a pomocí něho simulovala azimuty východů a západů Slunce z obou pozorovacích bodů [54].



Obr. 16 západy Slunce pozorované z východního stanoviště [52]

Slunovratové orientace lze nalézt také v areálu Caral, včetně hlavní pyramidy v areálu. Vybudovala ho neznámá kultura kolem roku 3000 př.n.l. [30].

Archeologická lokalita Sechín se nachází na soutoku řek Casma a Sechín a nalézá se v ní několik archeologických nalezišť – Sechín Alto, Sechín Bajo, Taukachi-Konkan a Chrám Sechín. U prvních třech lze najít velmi významné slunovratové orientace, které dominují celkovému směru nalezišť; chrám Sechín však žádnou speciální orientaci nemá, ačkoliv šlo pravděpodobně o významný chrám [30].

O orientaci vybraných předinckých staveb v Peru píší i Klokočník, Kostelecký (2014) také v článku pro časopis Pokroky matematiky, fyziky a astronomie [41].

Výzkum neastronomické orientace prováděli v údolí Casma Silvia Motta a Adriano Gaspani z Istituto Nazionale di Astrofisica (Národního ústavu astrofyziky) v Miláně. Pracovali se 40 lokalitami z předinckého období, významné azimuty měřili na Google Earth a snažili se dokázat či vyvrátit hypotézu, že by objekty mohly být orientovány podle toku řeky Casma. Dle jejich závěru spolu orientace řeky a objektů korelují, při výstavbě těchto míst se pravděpodobně promítl význam vody. Autoři zároveň doplňují, že řada míst obsahuje zároveň i astronomické orientace, což se chystají ověřit v dalším výzkumu [55].

2 Základní pojmy z astronomie

Čerpáno z [56] a z vlastních zápisků z hodin Teoretické geodézie.

2.1 Souřadnicové systémy

V geodetické astronomii se ke kosmickým tělesům měří směry, nebo úhly mezi tělesem a zvolenými základními rovinami. Pro astronomické výpočty existuje několik souřadnicových soustav. Základní dělení je typů souřadnicových soustav je:

1. Sférická souřadnicová soustava
2. Pravoúhlá souřadnicová soustava
3. Astronomická souřadnicová soustava
4. Dráhové elementy

Sférická soustava je realizována základní rovinou a základním směrem a nebeská sféra je nahrazena koulí o jednotkovém poloměru. Podle polohy středu koule hovoříme o soustavě:

a. Topocentrické – v pozorovacím stanovišti
b. Geocentrické – v těžišti Země
c. Heliocentrické – ve středu Slunce …a další

Pravoúhlá souřadnicová soustava určuje polohu bodu pomocí tří kolmých jednotkových vektorů e_x, e_y, e_z. Poloha libovolného bodu se poté vyjádří jako lineární kombinace vektoru báze.

Astronomické souřadnicové soustavy se využívají pro určování poloh kosmických těles. Pro určování souřadnic můžeme zvolit tři základní roviny

a. Rovina obzorníku (rovina kolmá na svislici v místě pozorování)
b. Rovina rovníku (rovina kolmá na osu rotace Země)
c. Rovina ekliptiky (rovina dráhy Země kolem Slunce)

Podle toho se poté dělí souřadnicové soustavy na:

A. *Obzorníková souřadnicová soustava*
   - Obzorníková souřadnice prvního druhu - základním směrem je svislice v bodě pozorování, kde je umístěn střed jednotkové koule. Rovina kolmá na směr svislice umístěná ve středu koule protne jednotkovou kouli v horizontu. Svislice protíná jednotkovou kouli ve dvou bodech, v bodě Z (zenit) a v bodě N (nadir). Úhel mezi vertikální rovinou proložené objektem H se měří od místního poledníku po horizontu záporným směrem a nazývá se **azimut A**.

Azimut je závislý na čase a s přibývajícím časem roste. Nabývá hodnot na intervalu od 0° do 360°.

- obzorníkové souřadnice druhého druhu se měří po výškové kružnici (rovina kolmá na spojnici Z a N) proložené zvolenou hvězdou. Udává se bud jako **výška H** (úhel, který svírá směr ke hvězdě s rovinou horizontu) nebo **zenitová vzdálenost z** (úhel měřený od zenitu k hvězdě)

B. *Rovníková souřadnicová soustava*

- základním směrem je směr rotační osy Země, základní rovinou je rovina světového poledníku. Jedním ze základních směrů je **deklinace δ**, což je úhlová vzdálenost měřená po místním poledníku od rovníku až po směr ke kosmickému tělesu. Nabývá hodnot $-90° \leq \delta \geq 90°$. Druhá rovníková souřadnice je dvojího typu – závislá na čase a nezávislá na čase:
- *v první rovníkové soustavě* měříme **hodinový úhel t** a měří se od průsečíku místního poledníku s rovníkem. Hodinový úhel je tedy závislý na rotaci Země, udáváme ho v hodinách a o první rovníkové soustavě hovoříme jako o na čase závislé.
- *v druhé rovníkové soustavě* prochází základní rovina tzv. jarním bodem. Od této roviny se měří **rektascenze α**. Udává se v časových jednotkách a pro vztah s hodinovým úhlem platí vztah $s = \alpha + t$, kde s je *místní hvězdný čas*. Tato soustava není závislá po pozici pozorovatele ani na rotaci Země, a proto se využívá při sestavování katalogů hvězd, efemerid Slunce, Měsíce a planet.

C. *Soustava ekliptikálních souřadnic*

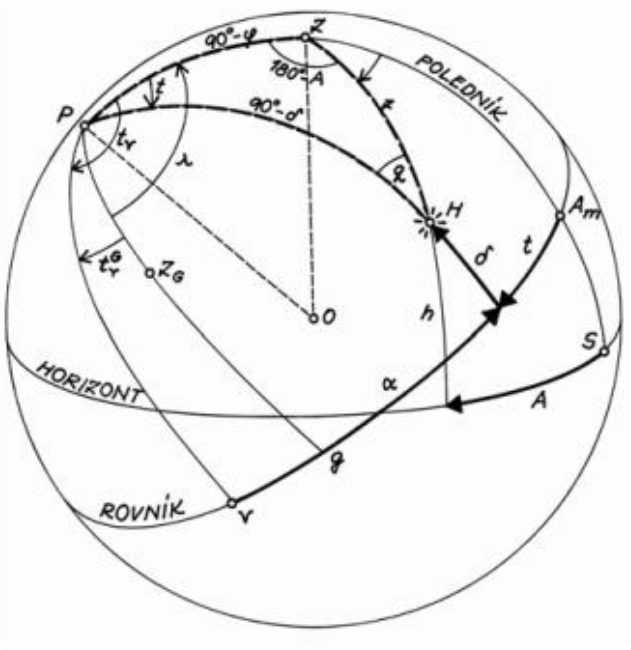
- Rovník a ekliptika se protínají v rovnodennostních bodech, bodě jarním ♈ a bodě podzimním Ω. Měří se **ekliptikální šířka β** a **ekliptikální délka** β. Úhel, pod kterým se protínají rovník a ekliptika se nazývá **sklon ekliptiky** ε.
- Další body, které je zajímavé zmínit jsou body slunovratové, a to bod zimní ♑ a bod letní ♋. Od toho jsou poté pojmenovány vedlejší roviny, rovnoběžné s rovníkem a procházející těmito body, jako obratník Kozoroha a obratník Raka.

2.2 Výpočty

Astronomický azimut se měří od místního poledníku po horizontu.

Výpočet používaného vzorce vychází ze sférické trigonometrie:

$$\cos(90-\delta) = \cos(90-\varphi)\cdot\cos(90-z) + \sin(90-\varphi)\cdot\sin(90-z)\cdot\cos(180-A)$$



Obr. 17 Převod mezi obzorníkovou a rovníkovou souřadnicovou soustavou [56]

Pro azimut libovolného východu či západu Slunce platí speciální vzorec, kde uvažujeme *z=90°,* po úpravě tedy platí:

$\mathbf{\cos A = -\frac{\sin\delta}{\cos\varphi}}$ **; kde δ je deklinace Slunce a ϕ je zeměpisná šířka.**

O speciálních dnech slunečního cyklu, jako jsou slunovraty, známe deklinaci Slunce, protože pro ni v tyto dny platí zvláštní pravidla (viz výše).

Pro letní a zimní slunovrat platí, že v tento den Slunce dosáhne největší deklinace, která nyní činí δ=23°27‘ (díky menší přesnosti potřebné pro tuto práci se počítá s hodnotou 23,5°).

Pro dny jarní a podzimní rovnodennosti platí, že se Slunce promítá do jarního (podzimního) bodu a jeho deklinace je δ=0°.

Pro zeměpisné šířky mezi 23,5° jižně a 23,5° severně (neboli mezi obratníky) lze pozorovat dva průchody Slunce zenitem. Přímo na obratnících lze pozorovat průchody zenitem ve dni slunovratu, na obratníku Raka o červnovém slunovratu, na obratníku Kozoroha o prosincovém slunovratu. Pro starověké obyvatele mohl mít tento den zvláštní význam, neboť stíny se postupně zkracují, až mizí právě ve chvíli, když je Slunce v zenitu. Je známo několik památek, které tuto teorii potvrzují, některé pyramidy nebo stavby byly budovány s úzkou vertikální šachtou, kdy bylo možno sledovat na dně šachty paprsek slunce přesně při průchodu zenitem. Tímto měli stavitelé kalendářní pomůcku fungující s přesností jednoho dne. Protože Peru na těchto zeměpisných šířkách leží, můžeme počítat azimut východu Slunce pro den průchodu zenitem. Tento den nastává v každé zeměpisné šířce v jiný den a musí platit, že $\delta = \phi$, tedy že deklinace Slunce se musí rovnat zeměpisné šířce, odkud východ pozorujeme. Podobné pravidlo platí i pro průchod nadirem, a to že $\delta = - \phi$.

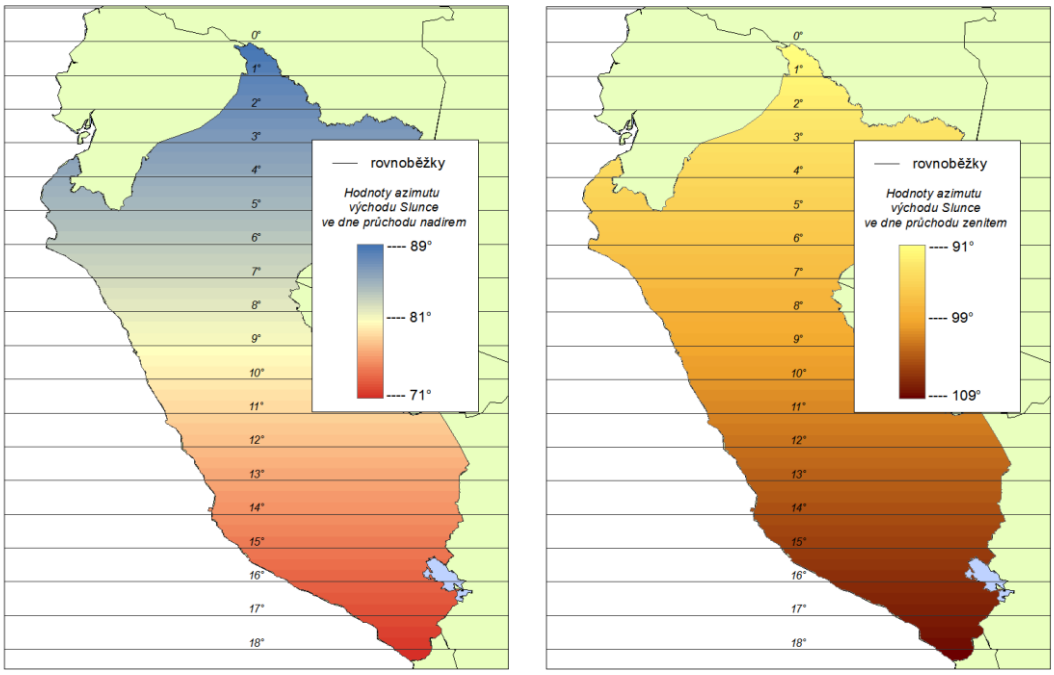
Azimuty východů a západů se počítají na tzv. ideálním horizontu, tj. výška nad obzorem se předpokládá 0° (neboli zenitová vzdálenost je 90°). Pokud bychom chtěli počítat azimuty na pravém horizontu, musíme znát průběh terénu v okolí pozorovatele. Například v horách se azimut východu Slunce ve výškách 10°, 20° a 30° nad obzorem liší o 3°, 7° a 13° [29].

Pro potřeby archeoastronomických výpočtů, které mají nízkou požadovanou přesnost asi ±1°, lze některé astronomické výpočty zjednodušit. Například deklinace Slunce je považována za konstantní. Také refrakce je zjednodušována, uvažována je pro ideální horizont, což ve vypočtených azimutech udělá chybu menší než 0,1°.

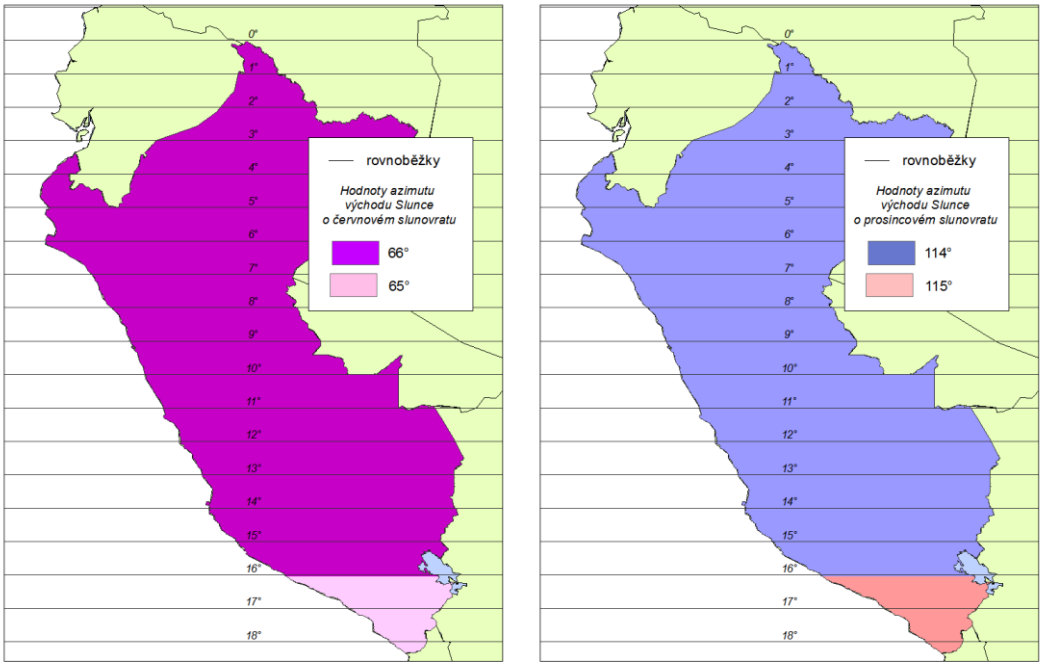
2.2.1 Vypočtené azimuty

Samotné výpočty předpokládaných azimutů východů Slunce pro výše zmíněné dny byly provedeny pomocí skriptu v programu MATLAB, který jsem pro tuto práci napsala. Podrobně vypsané azimuty jsou k nahlédnutí v Příloze č.1.,skript je v elektronické příloze.

Následující mapy na Obr. 18 a Obr. 19 ukazují graficky hodnoty azimutu pro jednotlivé zeměpisné šířky.



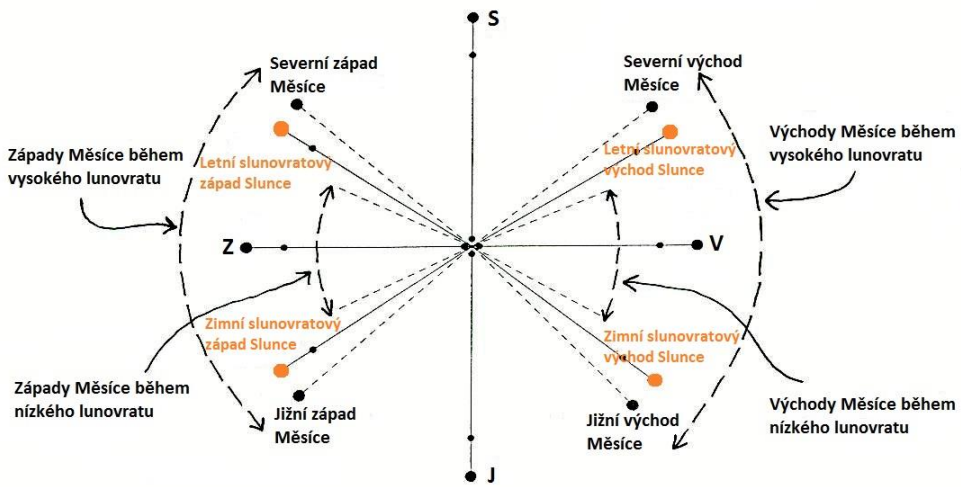
Obr. 18 Grafické zobrazení změn v hodnotách azimutu východu Slunce při průchodu nadirem (vlevo) a zenitem (vpravo). Zdroj podkladů: [63]



Obr. 19 Grafické zobrazení změn v hodnotách azimutu východu Slunce při zimním slunovratu (vlevo) a letním slunovratu (vpravo) Zdroj podkladů: [63]

2.3 Pozorování Měsíce

Pohyb Měsíce po obloze je poněkud složitější, než je tomu u Slunce. Slunce se vždy po roce o dni slunovratu objevuje na tom samém místě (pokud zanedbáme pro tento účel v čase se měnící sklon ekliptiky). Pohyb Měsíce po obloze probíhá v kratším intervalu, v cyklu drakonických měsíců (27,2 dní). Za tuto dobu Měsíc dosáhne dvou tzv. lunovratů, tedy severní a jižní mezní polohy. Na rozdíl od Slunce se ale v čase mění i polohy těchto mezních poloh v cyklu 18,6 let. Mezní polohy Měsíce oscilují mezi tzv. vysokým a nízkým lunovratem. Znamená to, že Měsíc může vycházet (a zapadat) severněji/jižněji než Slunce ve slunovratu. To je dáno oběžnou drahou Měsíce, která není přímo v rovině ekliptiky, ale je k ní skloněna o 5,15°. Zároveň ale není stacionární a otáčí se. Z tohoto důvodu se deklinace v průběhu tohoto otáčení mění v rozmezí od ±19° až do ±29 °. Těchto měsíčních extrémů dosahuje Měsíc vždy po 9,3 roku [57] [58]. Hezky je vývoj vidět na *Obr. 20.*



Obr. 20 Slunovraty - východy a západy Slunce nad obzorem. Lunovraty - východy a západy Luny nad obzorem. Rozdíl mezi vysokým a nízkým lunovratem. [58]

Je zřejmé, že právě tyto extrémní východy/západy Měsíce mohly starověké pozorovatele zaujmout.

- Pro vysoký lunovrat platí : $\delta = \pm(23.5° - 5{,}15°)$
- Pro nízký lunovrat platí : $\delta = \pm(23{,}5° + 5{,}15°)$ [57]

Vzorec pro výpočet východu Měsíce při mezním lunovratu platí stejný, jako výše pro Slunce.

Azimuty východu Měsíce v těchto čtyřech extrémech se na území Peru příliš nemění. Zjednodušeně jsou uvedeny vypočtené azimuty východů Měsíce v Tab. 2.

Zeměpisná šířka:	1°-15° j.š.	15°-18° j.š.
Vysoký severní lunovrat	61°	60°
Vysoký jižní lunovrat	119°	120°
Nízký severní lunovrat	71°	71°
Nízký jižní lunovrat	109°	109°

Tab. 2 Azimuty východů Měsíce v lunovratech

2.4 Vysvětlení některých pojmů

V rešerši se uvádí výraz heliakický východ. Co to znamená?

Heliakický východ je v den, kdy se poprvé v průběhu roku objeví nebeský objekt (nejčastěji hvězda) na ranní obloze těsně před východem Slunce. Pro starověké obyvatele Země měly tyto dny zvláštní význam, například Egypťané podle heliakického východu Siria určovali začátek záplav Nilu, jak již bylo v rešerši řečeno [59].

3 Historický vývoj Peru

Následující kapitola čerpá z [60] a [61], pokud není uvedeno jinak. Dělení horizontů a období je převzato z [60], totéž dělení po použito pro měřené lokality.

Dnešní Republika Peru se nachází v Jižní Americe, v oblasti nazývané Centrální Andy. Zabírá nejen samotné pohoří, ale také část amazonského pralesa na východě a na západě pobřežní pouště, vyznačuje se tedy vysokou biologickou diverzitou.

Dějiny osídlení Peru jsou velmi bohaté, začínají několik tisíc let př.n.l., kdy na se na území usadily skupiny lovců a sběračů, které přišly ze severu za zvěří. Již v osmém tisíciletí začal člověk zde obdělávat úrodná údolí (což dokazují nálezy záměrně pěstovaných fazolí) a usadil se v jeskyních. Jednou takovou jeskyní je El Guitarrero v Callejonu Huaylas, ve vrstvách z období 8600-8000 př.n.l. byly nalezeny zbytky tkaniny. V tomto období se také začalo rozvíjet zemědělství, pěstovanými plodinami byla pálivá paprika, fazole, o dva tisíce let později dýně a kukuřice.

3.1 Předkeramické období (4000-1800 př.n.l.) - první monumentální centra

Od roku 3000 př.n.l. se kulturní vývoj zrychlil, nastala přeměna na městský způsob života a začala se rozvíjet monumentální architektura. Na pobřeží se rozvíjely dva směry - první na nejsevernějším a nejjižnějším pobřeží, kde se stavěly pouze prosté vesnice bez monumentálních staveb. V centrálním pobřeží se však začala rozvíjet samostatná administrativní a náboženská střediska. Poprvé se zde ukazuje fenomén pohřbívání budov; pokud měly být přestavěny či zbourány, byly místo toho pečlivě pokryty pytli naplněnými oblázky, a poté se na nich znovu stavělo. Ke stavbě důležitých objektů se na pobřeží používaly cihly sušené na slunci, adobe, v horách se užíval kámen. Objevily se stupňovité stavby, na vrcholcích se nacházely místnosti a malá nádvoří. Na vrchol byl přístup pouze po schodišti a rampě, a pravděpodobně do těchto míst měli přistup pouze kněží a vyvolení lidé.

Caral

V údolí Supe se v tomto období rozvíjela civilizace Caral. Jedná se o nejstarší dosud známou civilizaci na americkém kontinentu. V údolí se nachází 18 dosud objevených měst, největším z nich je Caral, po kterém byla celá civilizace pojmenována. Podle radiouhlíkové metody datování město existovalo již v roce 2627 př.n.l., pravděpodobně je však mnohem starší. Byl postaven lidmi, kteří byli vysoce

organizovaní politicky i sociálně; vládcové Caralu zřejmě vládli uskupení, které ovládalo i jiná městská centra v údolí. V městě se nachází celkem třicet dva architektonických celků, dodnes je odkryto alespoň částečně šest pyramidových konstrukcí a několik menších či větších budov, jako chrámy, sklady, a obytné čtvrti. Největší komplex nejen ve městě, ale také v celém údolí, je Templo Mayor. Skládá se z dvacet metrů vysoké stupňovité pyramidy, na jejímž úpatí se nachází kruhové zapuštěné *patio*. Jednalo se nejspíše o nejdůležitější stavbu, kde se shromažďovala náboženská, politická a administrativní moc celého státu. Moc města nejspíše sahala i do vedlejších údolí Pativilky, Huaury a Fortalezy.

Další důležitou lokalitou v údolí řeky Supe je Aspero. Má značnou rozlohu a nachází se zde šest velkých a jedenáct menších pyramidových celků. Nejvíce studované a nejznámější jsou zde dva objekty; tzn. „Pyramida idolů“ a „Obětní pyramida“.

Dnes je známo asi padesát center postavených v této době, z nichž většina se nachází na pobřeží. Dvě lokality ale byly důkladně prozkoumány i v horských oblastech. Jsou jimi Kotosh u Huánuca a La Galgada v departmentu Ancash.

3.2 Rané keramické období (1800-1300 př.n.l.)

První keramika se na území Peru objevila kolem roku 1800 př.n.l. a trvalo asi 500 let, než se rozšířila po celém území. I ta nejstarší keramika je dokonale vyrobená a všeobecně převládá názor, že keramika byla dovezena ze severu z území dnešní Kolumbie.

V této době se lidé intenzivněji věnovali zemědělství a začínali stavět monumentální komplexy i na úpatí hor a ve střední části říčních toků. Zatímco v dřívějších stoletích bylo zemědělství závislé na pravidelných ročních záplavách, nyní se začaly budovat důmyslné zavlažovací systémy. Nejdůležitější změnou ve stavitelství je změna architektonických plánů center na severním pobřeží. Ke stupňovitým pyramidám se přidávají dvě symetrická postranní křídla, takže půdorys staveb získává tvar U, většinou otevřený na východ.

Nejvýznamnější a nejprostudovanější komplex této doby je Caballo Muerto v údolí Moche. Skládá se z osmi huacas [62], z nichž nejznámější je Huaca de los Reyes. Zde se nacházely dvě pyramidální stavby, které spolu s křídly vytvářely již zmiňovaný půdorysný tvar U.

V údolí Casmy se nachází hned několik objektů, jejichž vznik se datuje do tohoto období. Je jimi například Las Aldas, nebo imponující komplex Sechín Alto, kde se nachází obrovská pyramida o stranách tří set metrů a výšky třicet pět metrů. O kus dále se nachází Cerro Sechín, slavný komplex tvořený třístupňovou stavbou a vnějšími

zdmi sestavenými z bloků. Na každém z bloků je vyrytá lidská postava nebo její část a právě tato část komplexu přitahuje nejvíce pozornosti. Nikde v Peru se nenašlo nic podobného a účel stavby zůstává záhadou.

Také oblast dnešního hlavního města Limy byla hustě osídlená. V údolí řeky Chillón a Rímac se objevují impozantní centra, z nichž nejdůležitější je Garagay. Sloužilo nejspíše jako ceremoniální centrum, nikoliv městské, a i zde má architektonický plán tvar U. V horských oblastech je stále mnoho obydlených jeskyní a příchod keramiky neměl mnoho vlivu na kvalitu života zdejších obyvatel. Některá náboženská centra z předchozího období byla opuštěna, pohřbena či zničena, archeologové to vysvětlují pravděpodobnou změnou náboženství.

3.3 Formativní období (1300-900 př.n.l.)

V této epoše je již v každém údolí zemědělství založené na zavodňovacích systémech a díky přebytkům se dále budují monumentální sídla. Poprvé se objevuje zpracování zlata. Ve vyšších částech říčních údolí kontrolují ceremoniální sídla přítok vody, ale také výměnu zboží mezi pobřežím, horami a pralesem. Na pobřeží se pokračuje s budováním chrámů ve tvaru U, většina těchto chrámů byla také určena pro nějaký druh astronomického pozorování a s ním spojených rituálů.

Monumentální centra sloužila jako ceremoniální a ve výstavbě je značný rozdíl mezi ceremoniálními centry a sídlišti. Mezi nejznámější sídla této doby patří Puncurí v údolí Nepeña, což je malý pahorek vytvořený stavbami ze sušených cihel, důležitý pro své dobře zachovalé terasy, schodiště a nádvoří, zdi jsou omítnuté a pomalované barvami. Dále v údolí Casma je to Mojeque a v horách se nachází Pacopampa, zde stál třístupňový chrám s vnitřními chodbami a zapuštěným nádvořím.

3.4 Raný horizont (900-200 př.n.l.) - Horizont Chavín

Výsledkem předchozího vývoje je kultura Chavín, nebo také Horizont Chavín. Toto období trvalo několik set let a vliv a kulturní prvky ovlivňovaly velkou část dnešního Peru. Nejdůležitějšími oblastmi na pobřeží jsou údolí Casma a Nepeña, monumentální centrum se ale nachází v horách. Chavín de Huántar, podle kterého byla celá kultura pojmenována, je jednou z nejdůležitějších archeologických památek. Ještě za španělské kolonizace vyprávěli domorodí obyvatelé, že zde bylo důležité náboženské centrum, kam směřovaly tisíce poutníků. Centrum zaniklo náhle asi v letech 200 př.n.l., bylo mnohokrát zaplaveno a stavby na povrchu jsou poničené, protože sloužily jako zásobárna kamenů. Centrum vzniklo kolem roku 900 př.n.l. Tvoří ho několik

pyramidových staveb s podzemními chodbami, zapuštěná patia, brány a terasy propojené schodišti. Nejdůležitějšími stavbami jsou zde Templo Antiguo (Starý chrám), a Templo Nuevo, (Nový chrám). Starý chrám byl postaven ve tvaru U, otevřený na východ. Stavba se skládá z centrální platformy, dvou křídel a zapuštěného atria, pod budovou a atriem se nachází síť chodeb. V jedné z nich stojí socha boha El Lanzón, který je hybridem hada, kočkovité šelmy a člověka. U nádvoří byly objeveny dvě chodby, a jedna z nich zřejmě sloužila k provozování rituálů. Byly zde nalezeny stovky keramických nádob, zbytky lidských i zvířecích těl. Rituály zde konané byly zasvěcené kultu vody a byly významné nejen pro okolní kraj, ale i pro mnoho dalších částí Peru. Nový chrám je přestavbou pravého křídla Starého chrámu a je mohutnější než původní stavba. Zasvěcený mohl být bohu se žezly s rysy kočkovité šelmy (konkrétně jaguára), zobrazenému na stéle, který je v pozdější peruánské historii důležitý, a bývá později identifikován jako incký bůh Viracocha. Toto zobrazení lze mimo chavínského umění nalézt i na keramice, textiliích a kamenných předmětech z pozdější doby. Mnoho předmětů s tímto vyobrazením se vyskytuje po celém Peru, nejednalo se tady nejspíš o boha pouze Chavínské kultury. Toto náboženství bylo nejvíce rozšířené v letech 400-200 př.nl., sahalo od města Lambayeque na pobřeží až po Iku a v horách od Pacopampy po Ayacucho. Staré chrámy v centrech z minulého období byly přestavěny nebo byly postaveny nové, aby vyhovovaly ideologii přicházející z Chavínu. V celém Chavínu nebyly nalezeny žádné pozůstatky po obytných budovách (Stingl, 1966), byl zřejmě pouze hlavním střediskem rozvíjejícího se kultu [60].

Jižní Peru a kultura Paracas

Do jižního Peru vliv Chavína již nezasáhl. V oblastech Cuzka a Altiplána se civilizace rozvíjí nezávisle, ačkoliv archeologové prokázali, že existovaly styky s pralesem a jezerem Titicaca. V oblastech Cuzka existovaly v této době pravděpodobně jen poměrně samostatné vesnice, které spolu obchodovaly. Jednou z nich je Marcavalle na předměstí Cuzka.

Kultura Paracas se rozvíjela v jižní části pobřeží dnešního Peru v letech 1000-200 př.n.l. Jméno dostala podle poloostrova Paracas, který je jedním z nejsušších míst na Zemi, a na kterém si tato kultura zřídila pohřebiště. Zdejší suchý písek těla mumifikoval a ta se zachovala v perfektním stavu přes dva tisíce let. V údolí Chincha vědci zdokumentovali několik městských komplexů, obsahujících pyramidové pahorky, celé komplexy, včetně samotných pyramid, jsou orientovány východo-západně. Komplex Soto se skládá ze tří pyramid, na ose dlouhé téměř tisíc metrů. Další komplex, San Pablo, se skládá ze čtyř pyramid. Největší stavbou v údolí byla Huaca Santa Rosa, jedna z nejstarších pyramid této kultury, jež je přes čtyři sta metrů dlouhá a více než sto čtyřicet metrů široká. Díky svému umístění v centru údolí a kolosálním rozměrům byla hlavním chrámem, dnes na ní ovšem stojí moderní vesnice Santa Rosa.

3.5 Rané Intermediální období (200 př.n.l. - 900 n.l.)

V tomto období nastal nebývalý rozkvět řemesel a regionálních kultur. Důsledkem rozvinutého zemědělství se rozrůstalo obyvatelstvo a válečné konflikty, vedené za účelem získání půdy, byly běžné. O některých kulturách z této doby toho víme poměrně hodně, některé jsou však dosud neprobádané. Jednou z takových kultur je *Kultura Vicus (200 př.nl. - 500 n.l.),* která se rozvíjela na severu Peru, u hranic s Ekvádorem. O architektuře Vicus toho není moc známo. Dosud bylo nalezeno několik sídlišť a dvě pyramidové stavby, ale významný archeologický průzkum zde zatím neproběhl. Ve známost tato kultura vešla díky keramice, která se dochovala v hrobech na rozsáhlých pohřebištích.

V letech 400-200 př.n.l. se v údolích řek Chicama, Virů a Moche rozvíjela kultura *Salinar*. Jednou z nejdůležitějších charakteristik je vymizení monumentálních center této kultury. Salinarské chrámy jsou malé a nejčastěji se stavěly pouze malé vesnice. Výjimkou je Cerro se Arena, kde se zachovaly stovky kamenných domů a přítomnost větších domů s povrchovou úpravou a nádvořími naznačuje jistou vládnoucí hierarchii.

Kultura Gallinazo, nebo také Virů, se rozvíjela v letech 300 př.n.l. až 300 n.l. Vznikla v údolí řeky Virů, časem se rozšířila od údolí Santy a Nepeňi na jihu až po Lambayeque, Zani a Jequetepeque na severu. Zpočátku stavěla sídliště v dolní části údolí, později se začaly stavět znovu pyramidové chrámy, na strategických místech se stavělo opevnění; nejimpozantnější z nich je lokalita El Castillo Tomabal.

Kultura Moche

Kultura Moche je jednou z nejznámějších a vědecky nejprobádanějších kultur v Peru. Vznikla nejspíše v prvních třech stoletích před naším letopočtem a existovala až do roku 700 n.l., kdy podlehla okupaci kultury Huari. Rozpínala se od měst Lambayeque až po Huarmey. Hlavním městem, ze kterého Mochikové řídili celou kulturu, byla lokalita Moche ve stejnojmenném údolí, nyní známá především kvůli Chrámu Slunce a Chrámu Měsíce. V každém údolí se nacházela lokální hlavní města, kterému se podřizovaly okolní usedlosti. Ve všech větších i menších městech byly velké chrámy, kde se konaly náboženské ceremonie a oběti.

Huaca del Sol (Chrám Slunce) v lokalitě Moche je považována za jednu z největších staveb předkolumbovské Ameriky. Původně byla dlouhá 493 metrů, na výšku má necelých 50 metrů a měla půdorys ve tvaru kříže. Tato struktura byla i obývaná. Naproti tomu Huaca de la Luna (Chrám Měsíce) je menší, a plnila posvátnou funkci.

V každém údolí postavili Mochikové velké množství monumentálních staveb. Další významnou stavbou je komplex El Brujo, ve kterém se nachází Huaca El Brujo a Huaca Cao Viejo. Zde archeologický výzkum dále pokračuje. V této lokalitě bylo nalezeno dokonale mumifikované tělo ženy, pojmenované Paní z Caa. V hrobě bylo nalezeno velké množství krásné keramiky, nádherných šperků a látek. Žena měla na sobě tetování a byla pravděpodobně vysoce postavenou kněžkou s věšteckými schopnostmi.

Další slavnou lokalitou této kultury je Sípán. Nachází se zde dvě pyramidy, ale známou se tato lokalita stala díky nalezenému bohatému hrobu. Hrob Pána ze Sipánu patřil starému muži, pohřben byl s nesmírným pokladem a doprovázelo ho osm lidí.

Mochikové měli perfektně zvládnutý systém zavlažování a vědci vypočítali, že Mochikové byli schopni v dolní části údolí obdělávat o polovinu větší plochu, než je možné dnes s moderními stroji (Moseley a Feldman, 1985).

Kolem roku 600 n.l. započal úpadek kultury Moche, z hlavního města Moche se většina obyvatel přestěhovala do města Galindo. Mochická civilizace postupně zmizela, ale díky jejímu základu vznikly nové vyspělé kultury Lambayeque a Chimu.

Dnes je keramika kultury Moche velmi ceněnou a obdivovanou částí muzejních sbírek, zejména pro kvalitu a časté erotické výjevy.

Kultura Lima

Kultura Lima se rozvíjela na místě nynějšího hlavního města a v jeho blízkém okolí. Tato kultura je výjimečná svými monumentálními stupňovitými pyramidami, kterých je dodnes v hlavním městě několik, ačkoliv mnoho z nich byla v minulosti odklizeno, když jim ještě nebyla uznána náležitá historická důležitost. Známými památkami je například komplex Culebras nebo Cerro Trinidad v údolí Chancay, či Maranga u řeky Rímac, což bylo hlavní město tohoto údolí a velké náboženské a administrativní středisko. Ve své době získala tato oblast velkou prestiž, což se odráží v keramice a textiliích. To se změnilo až příchodem kultury Huari.

Kultura Nazca

Kultura Nazca patří mezi nejznámější kultury v Peru a centrum rozvoje se nacházelo v povodí Rio Grande. Je pravděpodobné, že nazkánská kultura je jistým pokračováním kultury Paracas. V údolí řeky Nazca bylo založeno hlavní město Cahuachi, které se stalo náboženským a administrativním centrem. Na jižní části pobřeží je to jediné středisko, které se svou mohutností může rovnat komplexům na severu. Nalézá se zde třicet čtyři pyramidových chrámů, oddělených otevřenými prostory, nejspíš nádvořími či náměstími. V komplexu nebyly nalezeny žádné stopy po

městské či vojenské aktivitě, celé město bylo věnované kultu a bydleli zde nejspíše pouze kněží. Ti byli také pravděpodobně těmi, co navrhli a nechali vytvořit známé linie a gigantické obrazce na blízké planině (pampě). Celá lokalita je otočená na sever směrem k planině a jisté dlouhé linie spojují nejdůležitější chrám v Cahuachi s pampou. Ve 3.stol.n.l. bylo ale město opuštěno kvůli dvěma přírodním katastrofám, způsobeným znásobeným efektem El Niño. Lidé celý zničený komplex pravděpodobně pokryli pískem a hlínou. Později byla založena v blízkosti sídelní jednotka, dnes zvaná La Estaquería. Jedná se o sérii obdélníkových základen, postavených z adobe, v jedné z nich se nacházelo celkem 240 sloupů z kmene stromu rohovníku. Některé mají na konci vidlici; existují názory, že vidlice nesly střechu, jiný názor je, že se mohlo jednat i o astronomickou observatoř.

Také Nazkové potřebovali ke svému zemědělství vodu; vyřešili tento problém však trochu jinak než lidé na severu. Budovali rezervoáry, kam sváděli vodu z podzemních zdrojů sítí složitých nadzemních i podzemních kanálů (puquíos). Mnohé z těchto kanálů se používají dodnes.

Horské oblasti - Cajamarka a Recuray

V horské oblasti se rozvíjela v oblasti Cajamarky stejnojmenná kultura. O organizaci těchto lidí zatím mnoho známo není, archeologický průzkum zatím proběhl jen na několika lokalitách. Tato kultura stavěla opevněná sídliště na vrcholcích kopců, což ukazuje na neklidnou dobu. Kolem roku 400 n.l. bylo postaveno velké opevněné město Marcahuamachuco. Dalšími známými lokalitami jsou Cerro Amaru, sloužící jako ceremoniální centrum, pevnost Cerro Tuscan nebo obytné centrum Cerro Sazón.

V Callejón de Huaylas se rozvíjela kultura zvaná Recuray, na východě sahala k řece Maraňon a na západě do horních údolí řeky Moche, Virů, Santa, Casma a Huarmey. Jedním z prvků, které proslavily tuto kulturu, byly velké kamenné sochy, představující především bytosti spojující kočkovité šelmy a hady, či tzn. obětní hlavy. Sochy bývaly postavené na volných prostranstvích a pravděpodobně hrály důležitou roli při náboženských ceremoniálech. Kultura Recuray byla nejspíš vojensky organizovaná, blízce spjatá s náboženstvím. To vysvětluje i opevněná sídliště Mochiků ve vyšších částech údolí. Důležité lokality byly Pashash, Catac, Tambo či Shumay.

V oblasti dnešního Ayacucha se rozvíjela kultura Huarpa. Stavěli především sídliště v údolí, většinou malé osady zemědělců. Výjimkou je jen Ňahuimpuquio, které bylo hlavním centrem této kultury.

Jižní Peru - Pucara a Tiahuanaco

U jezera Titicaca se rozkládá Altipláno, což znamená doslova vysoká rovina. Zde rozkvétala v letech 250 př.n.l až 380 n.l. kultura Pucara. Nejdůležitější lokalitou byla stejnojmenný komplex Pucara, který se nachází v departementu Puno. Největší a nejznámější stavba se jmenuje Calasaya a rozkládá se na svahu kopce. Hlavní chrám je zapuštěný do země, uvnitř je řada místností s oltáři a na centrálním náměstí se nachází hrobky. Celá přední část stavby je ozdobena kamennými sochami, které jsou velmi známé a obsahují typické vzory Chavínu.

V jižní části Altiplána se rozrůstá kultura Tiahuanaco. Centrem této kultury je lokalita Tiahuanaco, která se nalézá již na území dnešní Bolívie, ale svým rozvojem a rysy je Tiahuanaco kultura peruánská. Mnoho prvků se shodných s kulturou Pucara a Chavín. Nejznámější stavbou v této lokalitě je Calasasaya, obrovská terasa, velmi blízko se nachází Polopodzemní chrám. V Calasasaye byla také nalezena tzn. Sluneční brána, což je asi deset tun vážící kus andezitu, bohatě zdobený reliéfem, s otvorem pro dveře. Tiahuanaco se stalo prvním státem Centrálních And, který sjednotil různé národy; dnes již víme, že se tak stalo vojenskou silou. Dalšími centry důležitými pro tuto kulturu byla Luqurmata a Pajchiri. Ve 13.století kultura Tiahuanaco zcela zmizela.

3.6 Střední horizont (500-900 n.l.)

V této době se v oblasti Ayacucha objevila kultura Huari, zvaná také Wari. Vznikla spojením kultury Huarpa a Nazca. Hlavním centrem této kultury bylo město Huari, které bylo nejen administrativním centrem, ale také centrem vojenským. Odtud byly prováděny výpady a v 6.-7. století n.l. došlo k maximální expanzi říše Huari. Dosahovala od Cajamarky na severu až po řeku Sihuas a v horách dosáhla dnešního města Sicuan. V dobytém kraji stavěl lid kultury Huari cesty a zavodňovací kanály, také pevnosti, ale ceremoniálních staveb bylo nalezeno málo. Po celém Peru rozšířili náboženství Boha se žezly. Vystavěli také mnoho velkých měst po celém impériu, které dodržují definované architektonické plány a velmi se podobají hlavnímu městu Huari. Hlavním náboženským centrem byl Pachacamac v údolí řeky Lurín. Postavili také město Pikillacta, jedno z nejstudovanějších míst Peru, dříve připisované pozdější Incké říši. Postavena byla pravděpodobně jako politické a náboženské centrum, pro svou velikost a komplexnost to pravděpodobně bylo hned po Huari nejdůležitější centrum. Další významné město, jejichž architektonický plán je pro kulturu Huari typický, je Viracochopampa. Zánik říše Huari byl náhlý a zatím z neznámého důvodu. Jednou z příčin mohl být silný fenomén El Niño.

3.7 Pozdní intermediální období (900-1438 n.l.)

Po pádu říše Huari znovu vzkvétají dřívější kulturní modely, ale stopy ovlivnění okupací zůstávají. Na severním pobřeží se ve velké míře začala budovat rozlehlá města. U jezera Titicaca se rozvíjela království Lupaca a Colla, známé je také regionální panství Huanca ve Středních Andách nebo Chinca a Ica na jižním pobřeží, ale archeologické výzkumy zatím chybí. U Cuska se rozvíjí malá etnická skupina, která byla později základem pro vznik Incké říše.

Po ukončení okupace Huari vzniká v údolí Huaura a Chillón kultura Chancay. Ani zde nebylo provedeno mnoho výzkumu, nalezena byla tři velká sídliště: Huaral Viejo, které bylo kompletně zničeno zemědělci, a Pisquillo Chico a Lumbra.

V údolí Chincha se rozvíjela kultura Chincha. Hlavní komplex byl tvořen mohutnými pyramidovými komplexy La Centinela, La Cumbe a Tambo de Mora. V údolí bylo nalezeno více pyramidových staveb, ale nebyly dosud prozkoumány. Po dobytí Inky bylo mnoho staveb přestavěno, proto je těžké odlišit typickou architekturu Chincha.

Na Altiplánu vzniklo v této době po zániku Tiahuanako několik menších či větších království. Typickým projevem těchto národů byly pohřební věže, podle tradice v nich byli uchování náčelníci.

Království Chimor a Lambayeque

Kultura Chimu vznikla znovuzrozením mochické kultury s prvky Huari. V této době se začalo stavět slavné město Chan Chan. Počátek království Chimor spadá o pár století později, kolem roku 1300. Největší rozlohy dosáhla říše za vlády posledního krále Minchancamana, nazývaného také Chimo Cápac, hranice říše sahaly na severu do Tumbezu a na jihu k dnešní Limě. Za jeho vlády však zároveň říši ovládli Inkové a Chimo Cápac byl tedy posledním nezávislým králem Chimoru. Je zajímavé, že v některých údolích byl nejvyšším bohem Měsíc, dokonce mu Chimuové přisuzovali větší moc než Slunci.

Samotné město Chan-Chan je dnes dosti poničené a jeho centrum se skládá z deseti citadel (nebo paláců). Nevznikly současně, ale postupně. V každé z nich je nejdůležitější a dominantní pohřební platforma. Americký archeolog Conrad se domnívá, že platformy byly postaveny na počest mrtvého krále. Když král zemřel, jeho město bylo zapečetěno a spolu s ním byly pohřbeny oběti. V blízkosti Chan-Chanu se nachází dvě ceremoniální centra, Huaca Esmeralda a Huaca del Dragón. Důležitou lokalitou byl také Farfán v údolí Jequetepeque nebo Pacatnamú, obranné a ceremoniální centrum

Stát Lambayeque, nebo také Sícán, se rozvíjel v údolí řeky Lambayeque, Reque a Chancay. Jeho kultura vznikla spojením kultury Huari a Cajamarky. Kolem roku 900 se hlavním městem stala lokalita Batan Grande, kde se nalézá 17 kónických pyramid. Po dlouhém období sucha byly chrámy zřejmě zapáleny a opuštěny a bylo založeno nové hlavní město Túcume. Jedná se o největší komplex prehistorických pyramid v celé Jižní Americe, nachází se jich zde dvacet šest. Postaveno je kolem kopce La Raya. Kolem roku 1350 bylo království dobyto královstvím Chimor. O popularizaci Tucúme se zasloužil např. známý cestovatel a mořeplavec Thor Hayerdall.

3.7.2 Kultura Chachapoyas

Na východních svazích And, v oblasti porostlé hustým pralesem, se nacházelo území kultury Chachapoyas. Zanechali po sobě mnoho lokalit, z nichž nejznámější je Gran Pajatén a Kualép, kde proběhl prvotní výzkum. Všechny jimi zbudované lokality jsou typické kruhovými zděnými stavbami na terasách zbudovanými na svazích kopců. I tento národ si později podrobili Inkové, ačkoliv byli Chachapoyas dobří bojovníci a boje trvaly delší dobu.

3.8 Incká říše

Počátky Inků jsou dosud zahaleny záhadou, ačkoliv byla jejich mocná říše vyvrcholením dějin Peru. O Incké kultuře toho víme nejvíce díky Španělům, kteří říši dobyli a rozvrátili, ale zanechali nám mnohé písemné doklady. Původní Inkové byli pravděpodobně skupinou přistěhovalců, etnikem, které si postupně podrobilo ostatní národy, žijící v údolí Cuzka. Jejich vůdcem byl dle vyprávění Manco Cápac. Po dobytí celého údolí začal šířit pověsti o svém božském původu a postavil si své sídlo v Cuzku. Zde se shromažďovala moc civilní, vojenská, justiční i náboženská. Moc Inků v údolí zatím nebyla příliš silná, upevnila ji až vyhraná válka s kmenem podrobených Alcahuisů.

Prvním vládcem, který začal dobývat území sousedních národů, byl Inka Roca. Byl také prvním, který opustil titul Cápac a přijal titul Inka. Zavedl také zvyk, že každý nastupující inka si vybuduje vlastní sídlo a bývalý palác přenechá potomkům předchůdce. V době, kdy byl zavražděn tehdejší vůdce Inků Yahuar Huaca i se svou rodinou, stát upadl do chaosu. Příštím Inkou se stal Jatun Topac, který se nechal přejmenovat na Viracocha. Jeho následníkem se stal syn Urco, který svým neschopným vládnutím zapříčinil napadení Inckého království národem Chanků. Viracocha se synem Urcem utekli, do čela obrany se postavil jeho jiný syn princ Cusi Yupanqui. Ten byl po vyhrané válce jmenován inkou a přijal jméno Pachacutec. Tímto vítězstvím započala nová éra a vznikla velká říše Inků, která byla největší říší v předkolumbovské Americe.

Ačkoliv tato slavná říše trvala pouze necelé století, byla dovršením rozvoje trvajícího několik tisíc let. V roce 1532 Cuzko dobyli španělští conquistadoři v čele s Pizzarem. Incký odpor skončil v roce 1572, kdy byl popraven poslední inka Tupac Amaru.

Inkové po sobě zanechali perfektní silnice s milníky, cestovními stanicemi a zásobárnami. Zajímavostí také je, že ačkoliv je říše známá jen jako Incká říše, ve skutečnosti je její název Tawantinsuyu, což z jazyka kečua přeloženo znamená „čtyři světové strany“.

4 Sběr dat

Peru je stále rozvojová země a mapové podklady jsou často zastaralé a nevyhovující. Letecké snímky, které by byly pro dokumentaci památek přínosem, jsou tajné a většinou špatně dostupné. Jedinou možností, jak získat přehled o dané lokalitě, jsou družicové snímky. Software Google Earth je program, který uveřejňuje družicové snímky (ortofoto) celého světa zdarma. Dříve poskytoval rozlišení v řádu desítek metrů, ale dnes je již situace jiná. Většina obydlených lokalit je nyní zobrazena na datech z tzv. submetrových družic (Ikonos, QuickBird, GeoEye), které mají velikost pixelu běžně 50 cm. [30] Software poskytuje také digitální model terénu, jeho přesnost je ale nízká.

Sběr dat probíhal v softwaru Google Earth Pro, verze 7.3.2.5776. Jedná se o časově a finančně nejméně náročný způsob získání dat tohoto typu z velké plochy. Velkou nevýhodou je oproti osobní návštěvě lokality to, že z družicových snímků nelze zjistit detaily, které jsou patrné při pohledu ze země při návštěvě objektu, například kterým směrem míří okna, zda je objekt vyvýšená plošina či nikoliv atd. Celkové klady této metody ale mnohonásobně vyvažují zápory, a proto je tento software využíván v pracích tohoto typu stále častěji jako nástroj pro základní průzkum.

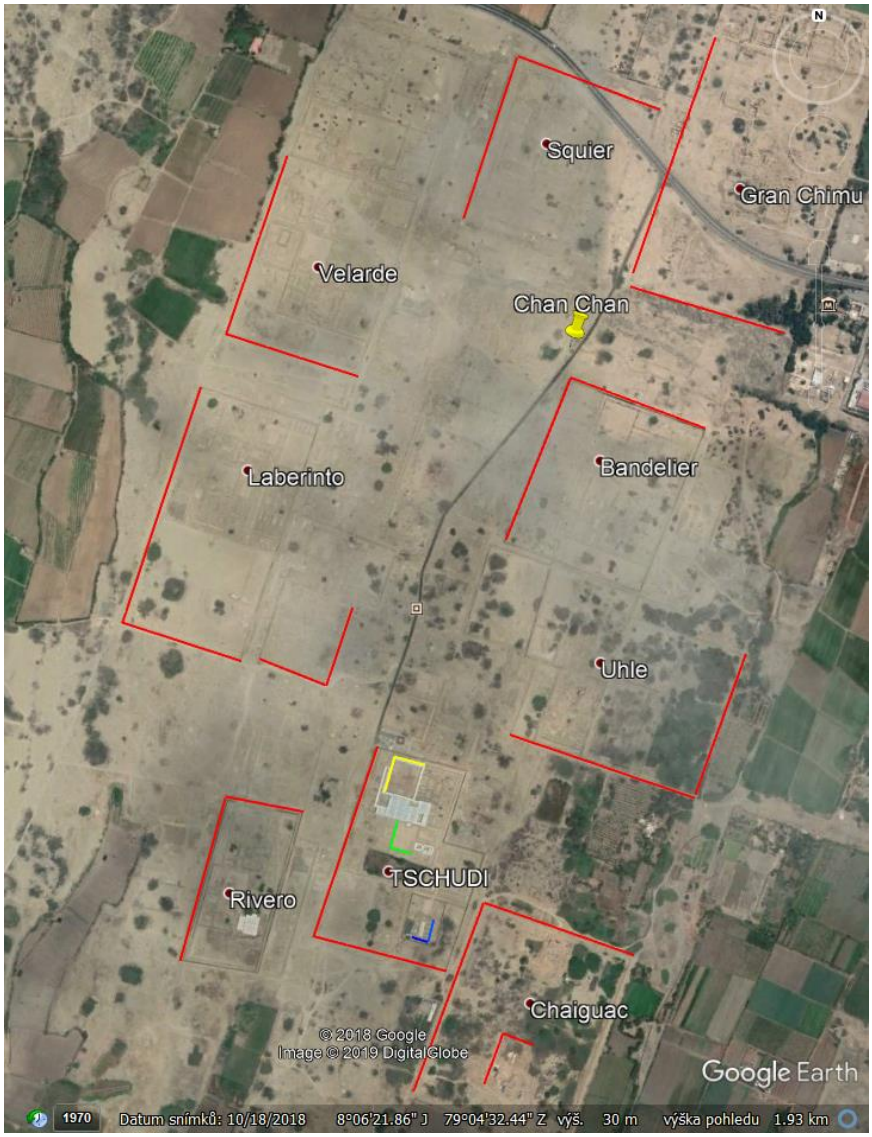
4.1 Postup získání a zpracování dat

Postup získání a zpracování dat byl následující:

1) V první fázi bylo potřeba vyhledat obecně jednotlivé lokality, souřadnicově je určit, zjistit jejich stáří a případně, ke které kultuře náležely. Pokud bylo u lokality možné zjistit jméno, bylo zjišťováno, zda neexistuje nákres, mapa nebo plánek této lokality, které by pomohly určit významy jednotlivých struktur. Je totiž pravděpodobnější, že významnou orientaci bude možné nalézt na obřadní plošině, než v rezidenční zástavbě, a ačkoliv kvalita obrazových dat, dostupných v aplikaci Google Earth, je ve většině oblastí vysoká, na některých místech nelze spolehlivě struktury odlišit, ať již vinou nižší kvality snímků či kvůli špatným podmínkám přímo v lokalitě (například z části zasypaná lokalita pískem). Google Earth nabízí také možnost prohlédnout si starší snímky, mohl být tedy vybrán i snímek staršího data, na kterém je lokalita lépe vidět.

2) Po získání dostupných dat o lokalitě proběhlo samotné měření. Google Earth nabízí možnost měření v mapě, funkcí jménem *Pravítko*, kde se dá vybrat také způsob měření (obrazec, linie, 3D linie…). Pro tuto práci bylo použito pouze měření pomocí linie. Program vypočítá délku zadané linie a její kurz, což je výraz, který se používá místo azimutu v nautice a zeměpise [30]. K měření byly vybrány vždy výrazné a významné směry. Jedná se například o směr zástavby, orientaci pyramidy, orientaci chrámu atd. Počet měřených azimutů se lišil podle

členitosti lokality. Pokud se jednalo o velké město s množstvím budov, mohl počet měřených kurzů čítat přes dvacet (například v Chan-Chan bylo měřeno 35 významných azimutů). Na některých místech bylo možné změřit na základě předchozího výzkumu i směry, které nebyly určeny přímo strukturou, ale pouze místem, odkud bylo možno pozorovat nebeský jev (například na lokalitě Chankillo). Všechny měřené azimuty byly uloženy jak v samotném Google Earth, tak přepsány do tabulky Excel, připravené pro následné zpracování. Celkem bylo změřeno 176 lokalit po celém Peru z různých časových období a 1159 azimutů. Směry byly měřeny vždy v prvních dvou kvadrantech v rozsahu 0°-180°. Tabulky s měřenými azimuty, souřadnicemi a dalšími podrobnostmi jsou k nahlédnutí kvůli své velikosti pouze v elektronické příloze.



Obr. 21 Příklad výběru významných směrů na lokalitě Chan-Chan

3) Lokality byly podle doby vzniku rozděleny na 8 skupin. Základní členění bylo převzato od Farfánové-Barriosové *(Pohřbená tajemství starého Peru, 2009)*. Samostatně jsou uvedeny lokality vybudované Inky a poté je zvlášť skupina lokalit, u kterých není známa doba vzniku.

   (1) 4000–1800 př.n.l. Předkeramické období

   (2) 1800–1300 př.n.l. Rané keramické období

   (3) 1300–900 př.n.l. Formativní období

   (4) 900 př.n.l. - 200 n.l. Raný (Chavínský) horizont

   (5) 200 př.n.l. - 900 n.l. Rané intermediální období + Střední horizont

   (6) 900–1438 n.l. Pozdní intermediální období

   (7) 1438–1533 n.l. Pozdní (Incký) horizont

   (8) Ostatní

4) V programu Octave byl naprogramován skript na výpočet azimutů východů Slunce ve významné dny v závislosti na zeměpisné šířce. Zahrnut byl výpočet pro letní a zimní slunovrat, rovnodennost, den průchodu Slunce zenitem a den průchodu Slunce nadirem (neboli antizenitem), viz kapitola 2. Azimut východů Slunce pro slunovraty a rovnodennosti se na území Peru nemění. Naopak k průchodu zenitem (a nadirem) dochází na každé zeměpisné šířce v jiný den, proto se mění i azimuty východu Slunce. Západy Slunce počítány nebyly, protože platí:

   $A_{západ\ 21.6} = A_{východ\ 21.12.} + 180°$

   $A_{západ\ 21.12} = A_{východ\ 21.6.} + 180°$

   $A_{západ\ rovnodennost} = A_{východ\ rovnodennost} + 180°$

   $A_{západ\ zenit} = A_{východ\ nadir} + 180°$

   $A_{západ\ nadir} = A_{východ\ zenit} + 180°$

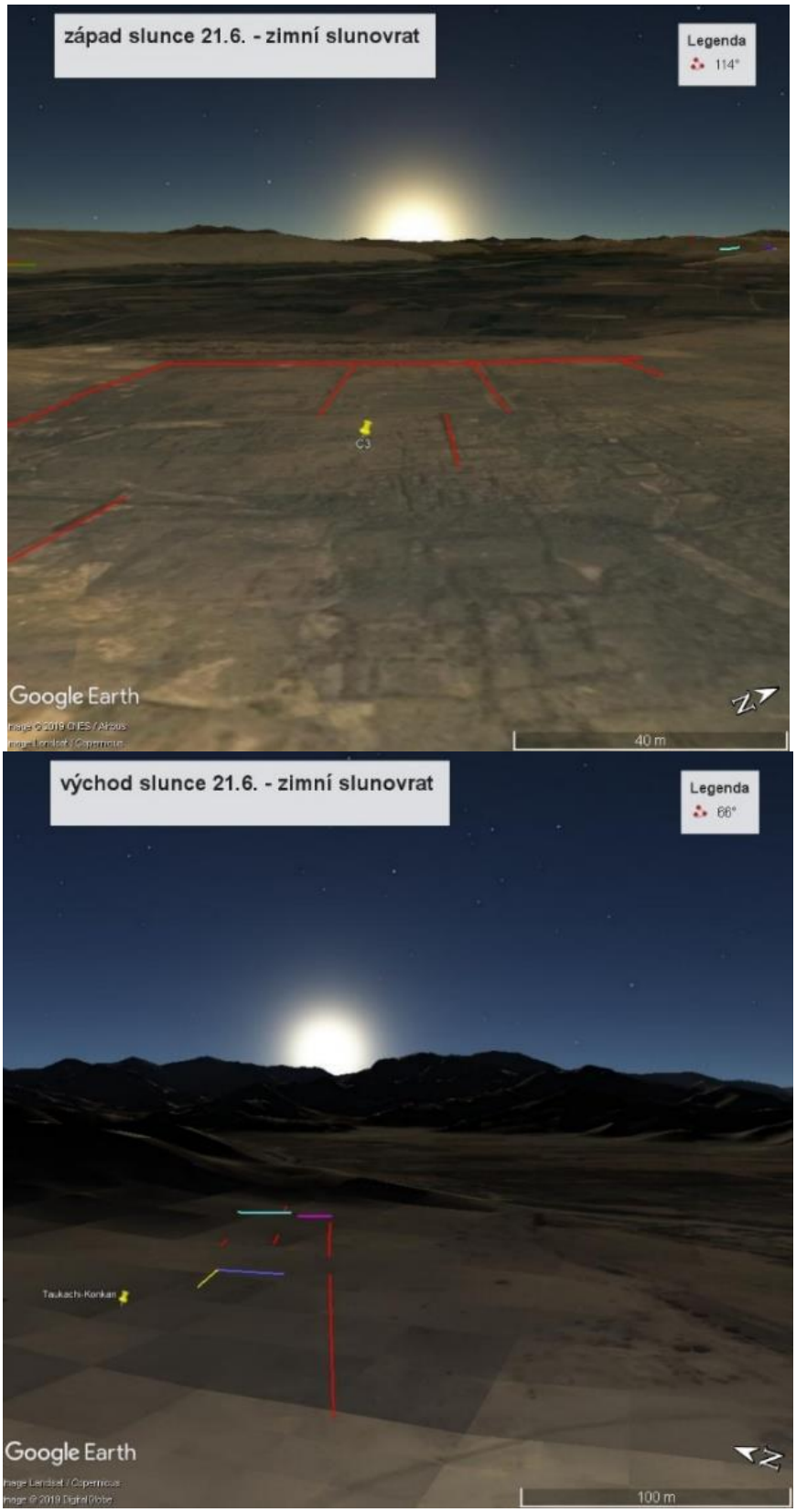
   A tedy pokud byly astronomické azimuty měřeny v rozsahu 0°-180°, nelze zjistit, zda se orientovali dávní stavitelé podle východu či podle západu. Bylo by možné použít digitální model terénu, ale protože v této práci jde spíše o statistiku slunečně orientovaných lokalit, nebylo třeba rozlišovat mezi východy a západy Slunce.

5) Poté byly v tabulce vyhodnoceny všechny naměřené azimuty. Každá lokalita byla poté označena podle zjištěné orientace. Tabulky jsou k nahlédnutí v Příloze 2-9. Ke každému objektu byla také vyhotovena malá přehledka s legendou, na které struktuře byly azimuty měřeny. Příklad takové přehledky je na *Obr. 21*. Jedná se o objekt Huaca Catalina, který je orientován k východu Slunce o rovnodennosti (azimut 88°) a k východu Slunce v antizenitu (80°). Další obrázek *Obr. 22* ukazuje tabulku Huaca Catalina, do které byly měřené azimuty zapisovány.

Obr. 22 Huaca orientovaná k východu Slunce o rovnodennosti

12° 5'13.24"J 77° 1'5.17"Z	údolí Chillon	Huaca Catalina	rampa	88	
			komplexni orientace	80	Lima
			-	174	-200 až 600
			-	178	

Obr. 23 Tabulka objektu Huaca Catalina



Obr. 24 Google Earth také umožňuje simulovat pohyb Slunce. Tímto lze získat zajímavé pohledy, i z hlediska orientace objektů. (nahoře Purgatorio, dole Taukachi-Konkan.)

4.2 Přehled lokalit a jejich slunečních orientací

Obr. 25 Měřené lokality

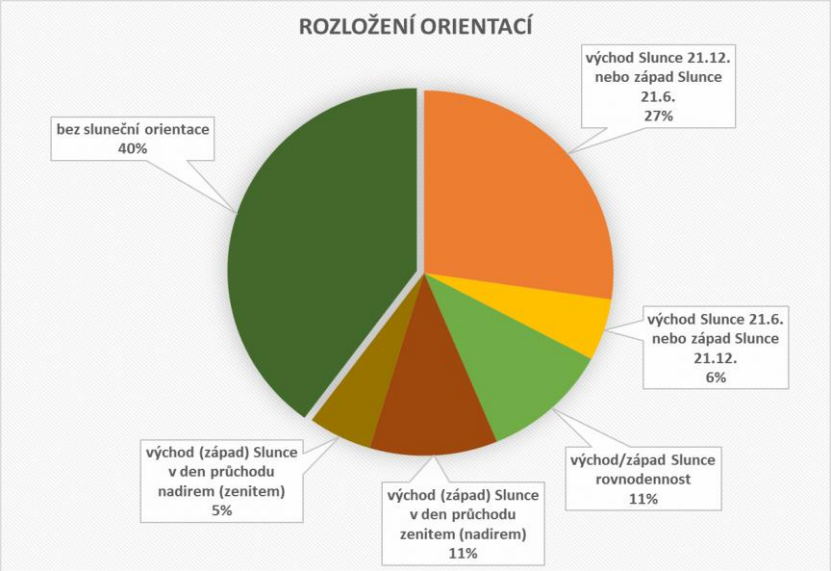
V následujících podkapitolách jsou rozděleny měřené lokality podle historických období.

4.2.1 Předkeramické období

Z tomto období jsou měřeny především lokality kultury Caral. Často se jedná o velmi erodované pyramidy. U 60 % analyzovaných lokalit byla sluneční orientace nalezena, dvě z těchto lokalit mají navíc sluneční orientace dvě. Nejvíce je zastoupen východ Slunce o prosincovém slunovratu.

Počet lokalit	15
Lokality slunečně orientované	9
z toho nalezeno:	
východ Slunce 21.12. nebo západ Slunce 21.6.	5
východ Slunce 21.6. nebo západ Slunce 21.12.	1
východ/západ Slunce rovnodennost	2
východ (západ) Slunce v den průchodu zenitem (nadirem)	2
východ (západ) Slunce v den průchodu nadirem (zenitem)	1

Tab. 3 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z předkeramického období



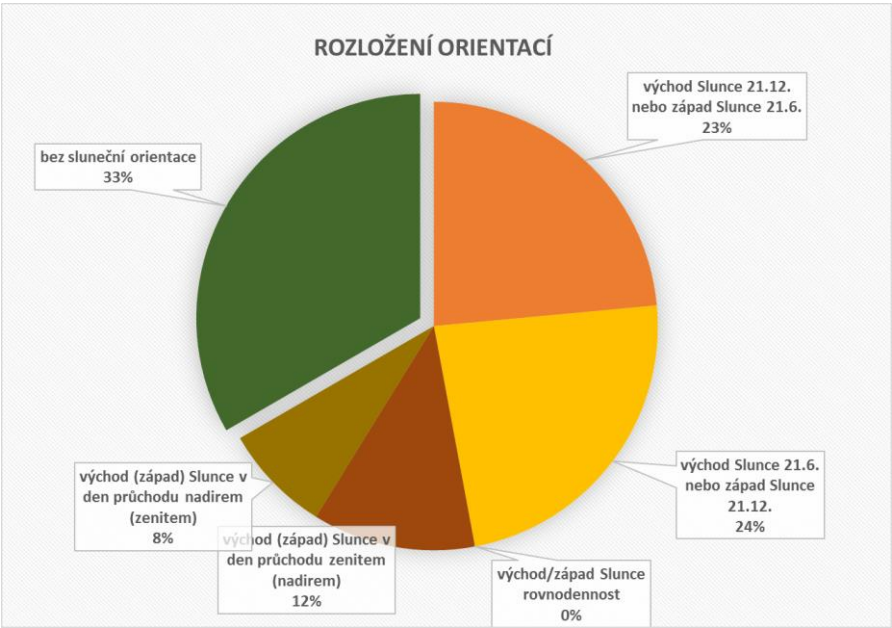
Graf 1 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z předkeramického období

4.2.2 Rané keramické období

Celkem 67 % z analyzovaných lokalit v tomto období má sluneční orientaci. Z toho tři lokality mají dvě nalezené sluneční orientace a dvě lokality mají tři nalezené sluneční orientace. Největší četnost mají oba slunovraty, zatímco rovnodennostní orientace nebyla nalezena žádná.

Počet lokalit	15
Slunečních orientací celkem?	10
z toho nalezeno:	
východ Slunce 21.12. nebo západ Slunce 21.6.	6
východ Slunce 21.6. nebo západ Slunce 21.12.	6
východ/západ Slunce rovnodennost	0
východ (západ) Slunce v den průchodu zenitem (nadirem)	3
východ (západ) Slunce v den průchodu nadirem (zenitem)	2

Tab. 4 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z raně keramického období



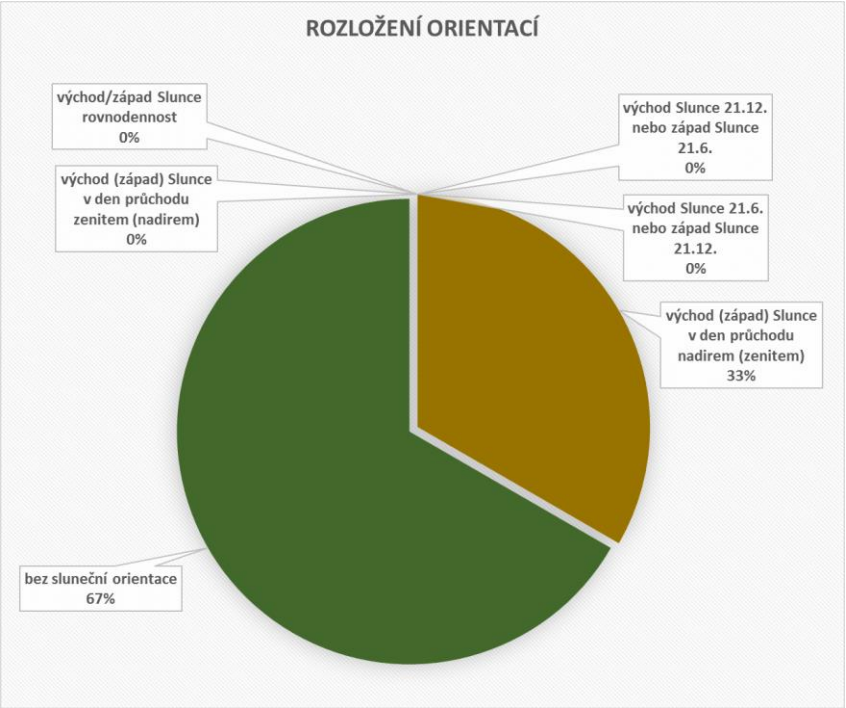
Graf 2 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z raně keramického období

4.2.3 Formativní období

V tomto období nebylo nalezeno příliš lokalit, proto výsledky nemusí odpovídat skutečnosti. Nalezena byla jediná orientace, a to k východu Slunce o dni jeho průchodu antizenitem.

Počet lokalit	3
Slunečních orientací celkem?	1
z toho nalezeno:	
východ Slunce 21.12. nebo západ Slunce 21.6.	0
východ Slunce 21.6. nebo západ Slunce 21.12.	0
východ/západ Slunce rovnodennost	0
východ (západ) Slunce v den průchodu zenitem (nadirem)	0
východ (západ) Slunce v den průchodu nadirem (zenitem)	1

Tab. 5 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z formativního období



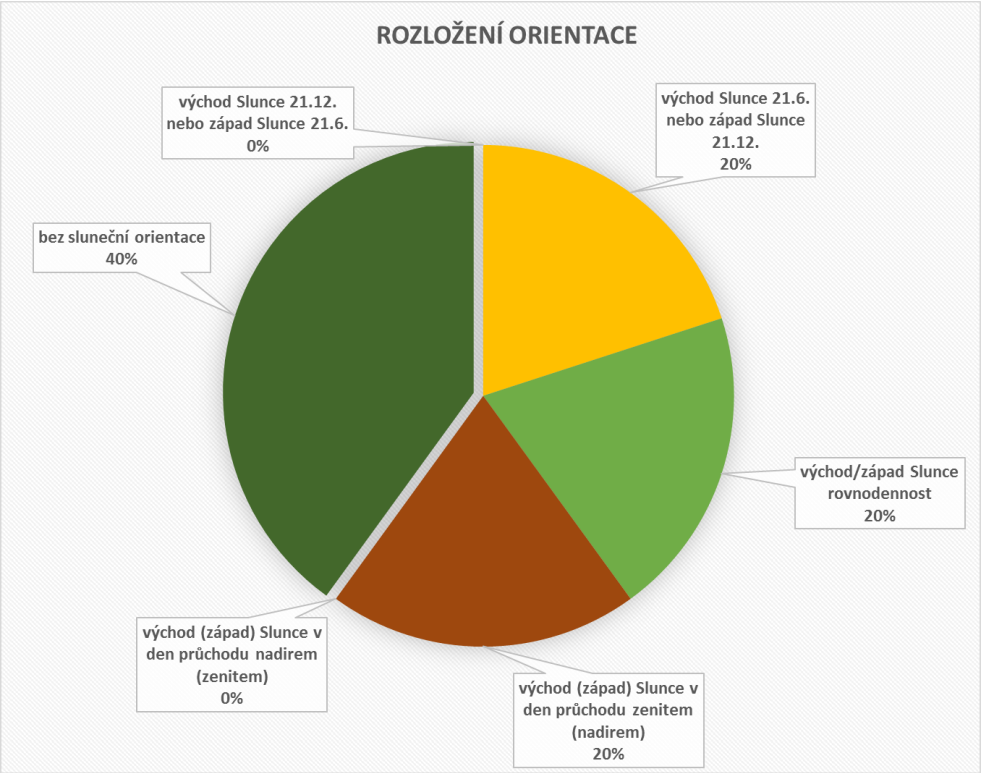
Graf 3 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z formativního období

4.2.4 Raný (chavínský) horizont

V chavínském horizontu také nebylo nalezeno příliš lokalit. Tři z pěti lokalit mají prokázanou sluneční orientaci.

Počet lokalit	5
Slunečních orientací celkem?	3
z toho nalezeno:	
východ Slunce 21.12. nebo západ Slunce 21.6.	0
východ Slunce 21.6. nebo západ Slunce 21.12.	1
východ/západ Slunce rovnodennost	1
východ (západ) Slunce v den průchodu zenitem (nadirem)	1
východ (západ) Slunce v den průchodu nadirem (zenitem)	0

Tab. 6 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z raného horizontu



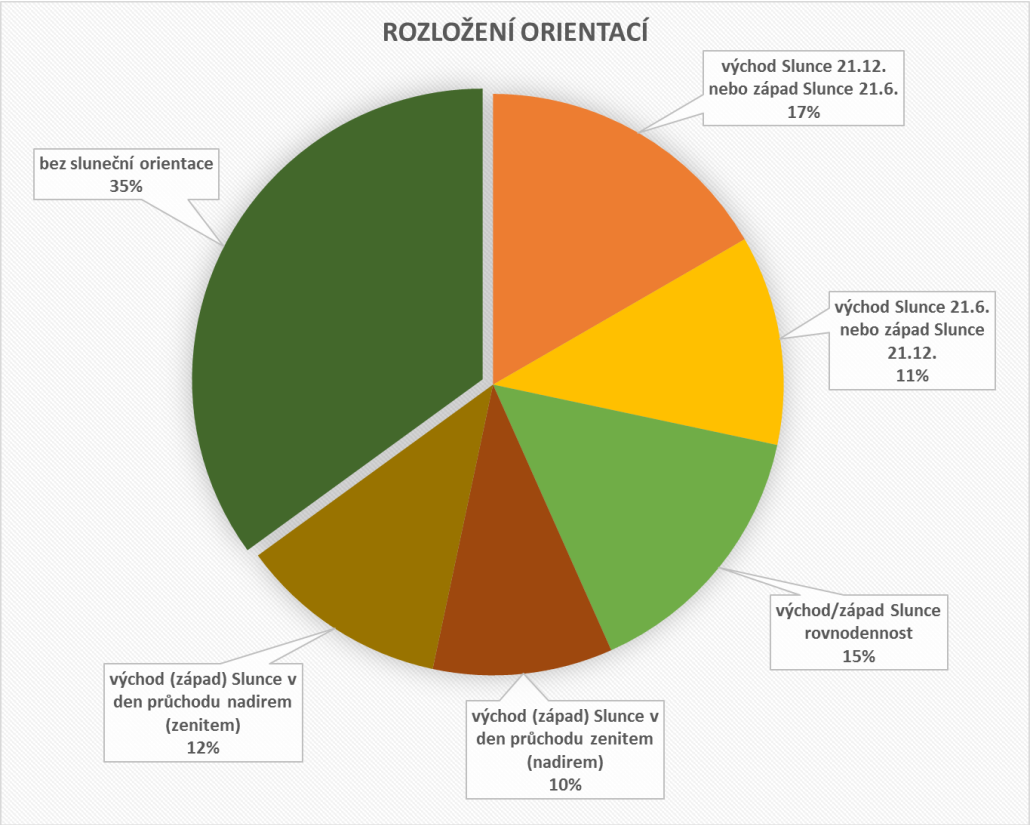
Graf 4 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z raného horizontu

4.2.5 Rané intermediální období + Střední horizont

Pro potřeby této práce bylo období Středního horizontu spojeno s raným intermediálním obdobím, protože se časově překrývají. Celkem 65 % analyzovaných lokalit má sluneční orientaci. Z toho tři lokality mají dvě orientace, a dvě lokality mají tři orientace.

Počet lokalit	49
Slunečních orientací celkem?	32
z toho nalezeno:	
východ Slunce 21.12. nebo západ Slunce 21.6.	10
východ Slunce 21.6. nebo západ Slunce 21.12.	7
východ/západ Slunce rovnodennost	9
východ (západ) Slunce v den průchodu zenitem (nadirem)	6
východ (západ) Slunce v den průchodu nadirem (zenitem)	7

Tab. 7 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z raného intermediálního období



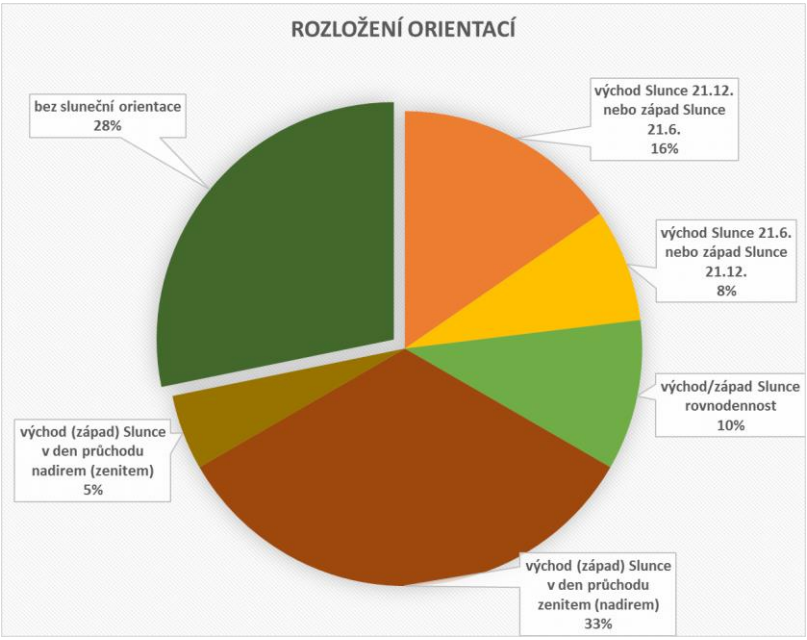
Graf 5 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z raného intermediálního období

4.2.6 Pozdní intermediální období

Toto období zahrnuje především lokality kultury Chimú, Chancay, Sícán a Chincha. Ačkoliv i kultura Chachapoyas zanechala mnoho památek, většina z nich se nachází na zarostlém území a nelze je ze satelitních snímků změřit. Celkem 72 % analyzovaných lokalit je slunečně orientovaných. Z toho tři lokality mají dvě sluneční orientace a dvě lokality mají tři sluneční orientace. Nejvíce lokalit mělo orientaci k východu Slunce v den jeho průchodu zenitem.

Počet lokalit	29
Slunečních orientací celkem?	21
z toho nalezeno:	
východ Slunce 21.12. nebo západ Slunce 21.6.	6
východ Slunce 21.6. nebo západ Slunce 21.12.	3
východ/západ Slunce rovnodennost	4
východ (západ) Slunce v den průchodu zenitem (nadirem)	13
východ (západ) Slunce v den průchodu nadirem (zenitem)	2

Tab. 8 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z pozdního intermediálního období



Graf 6 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z pozdního intermediálního období

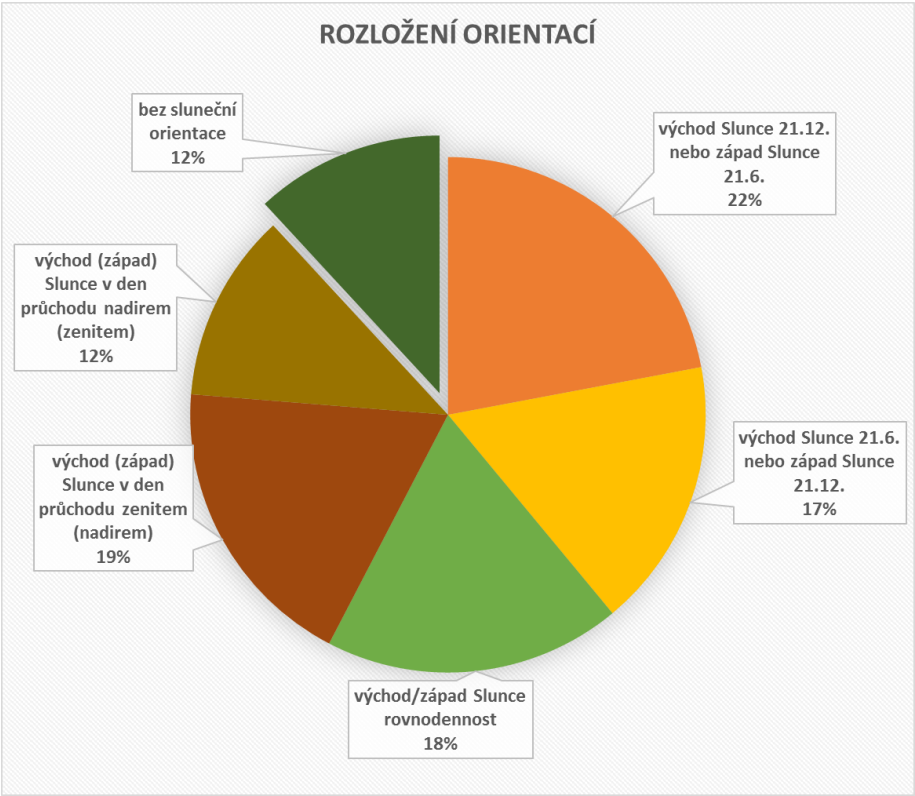
4.2.7 Pozdní (Incký) horizont

Že byli Inkové vyznavači Slunce je všeobecně známo, jejich kultura je protkána znalostí astronomie. Vládce Inka byl považován za potomka boha Slunce. Není proto divu, že převážná část inckých památek je slunečně orientována, 88 % analyzovaných lokalit měřených v této práci má alespoň jednu sluneční orientaci. Dvanáct lokalit má struktury orientované podle dvou slunečních orientací, čtyři lokality mají tři sluneční orientace a jedna dokonce čtyři. U některých lokalit již archeoastronomický výzkum proběhl, a proto byly do následující tabulky zahrnuty i orientace, které se nevztahují k pevné struktuře, ale spíše k prostorovým pohledovým liniím [37] [38] [30]. Poměr mezi slunečními orientacemi je zde nejvíce vyrovnaný.

Výsledky se shodují s prací Gullberga (2010) [44], který se ve své studii zaměřil na 29 inckých lokalit v jihovýchodním Peru. Dne jeho závěru 79 % těchto lokalit má alespoň jednu sluneční orientaci, také zjistil, že lokality jsou častěji orientovány k východu Slunce než k jeho západu, a že o trochu více orientací se vztahovalo k červnovému slunovratu než k prosincovému. Ačkoliv v mé práci vyšel poměr červnového a prosincového slunovratu naopak, rozdíl není příliš velký.

Počet lokalit	33
Slunečních orientací celkem?	29
z toho nalezeno:	
východ Slunce 21.12. nebo západ Slunce 21.6.	13
východ Slunce 21.6. nebo západ Slunce 21.12.	10
východ/západ Slunce rovnodennost	11
východ (západ) Slunce v den průchodu zenitem (nadirem)	11
východ (západ) Slunce v den průchodu nadirem (zenitem)	7

Tab. 9 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z inckého období



Graf 7 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z inckého období

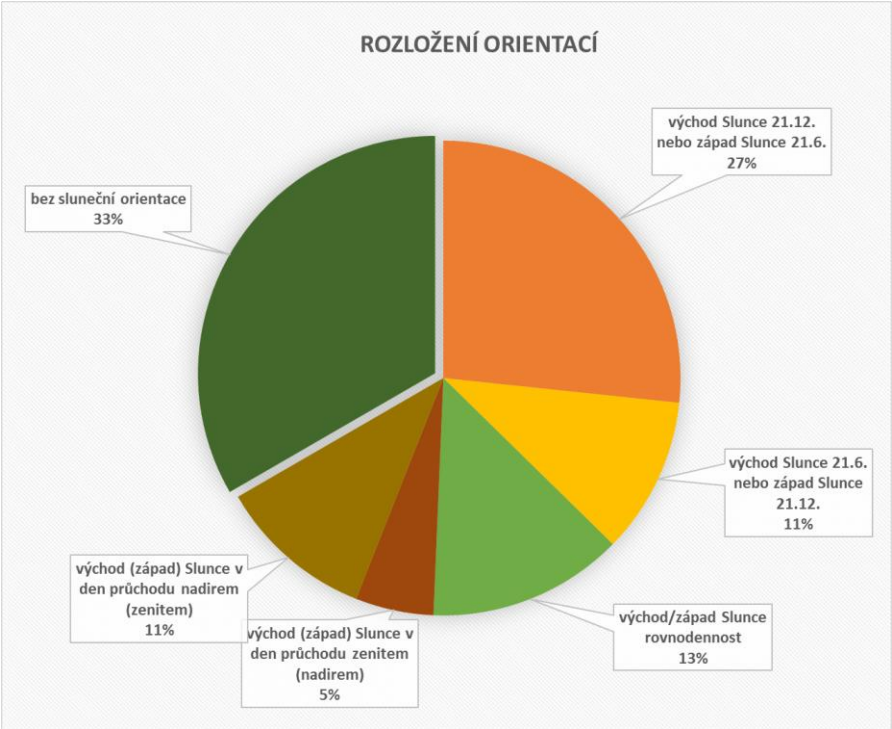
4.2.8 Ostatní

V této kategorii jsou zařazeny lokality, u kterých nebylo možné prokazatelně určit stáří. Nachází se většinou v údolích, kde se vystřídalo v průběhu věků více kultur, a proto ani z některých map osídlení údolí, které lze nalézt, nelze rozeznat, do kterého období lokalita patří. Jedná se především o údolí řeky Nepeňa, Huarmey a Casma-Sechín.

67 % nalezených analyzovaných lokalit má sluneční orientaci, nejčastější orientací je východ Slunce o prosincovém slunovratu. Pět lokalit má dvě sluneční orientace, u jedné byly sluneční orientace nalezeny 3.

Počet lokalit	27
Slunečních orientací celkem?	18
z toho nalezeno:	
východ Slunce 21.12. nebo západ Slunce 21.6.	10
východ Slunce 21.6. nebo západ Slunce 21.12.	4
východ/západ Slunce rovnodennost	5
východ (západ) Slunce v den průchodu zenitem (nadirem)	2
východ (západ) Slunce v den průchodu nadirem (zenitem)	4

Tab. 10 Nalezené sluneční orientace na lokalitách neznámého stáří



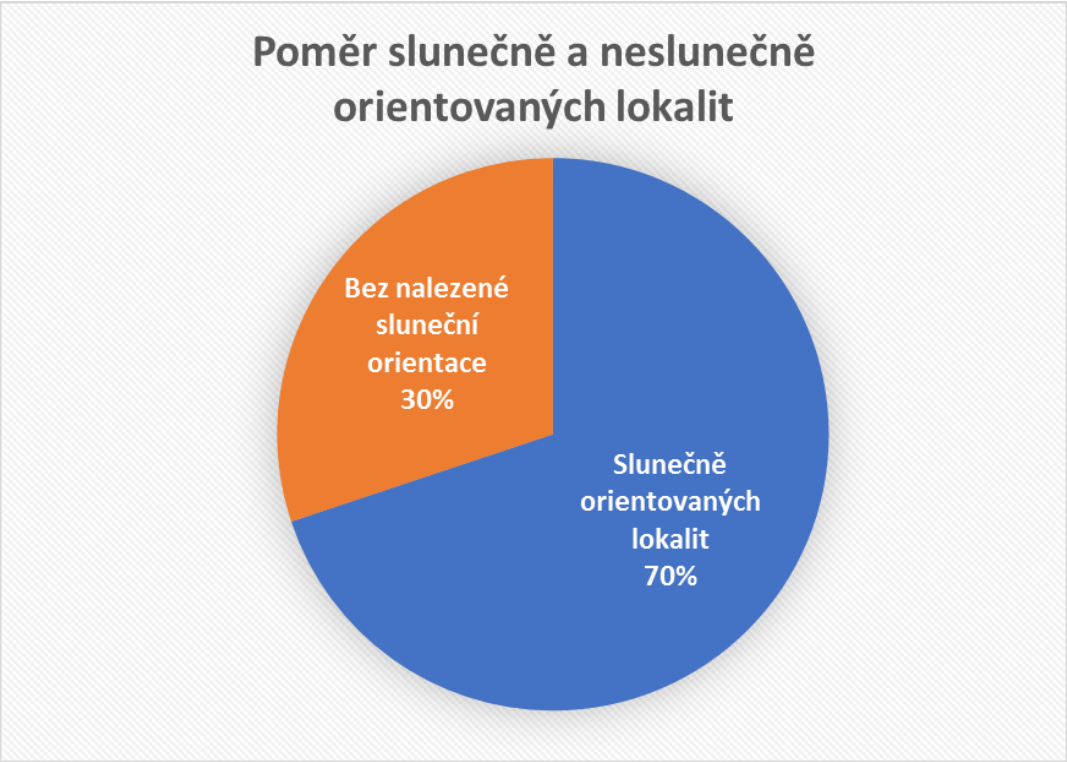
Graf 8 Nalezené sluneční orientace na lokalitách neznámého stáří

5 Vyhodnocení a diskuze

Celkem bylo v rámci této diplomové práce změřeno 176 lokalit v časovém rozpětí více než pět tisíc let. Nejstarší lokality sahají dále než 3000 př.n.l., nejmladší jsou z doby Incké říše. Největší počet lokalit v této práci spadá do doby po začátku našeho letopočtu, některé starší lokality z doby před naším letopočtem nebylo možné najít, ačkoliv byla známa přibližná poloha a název.

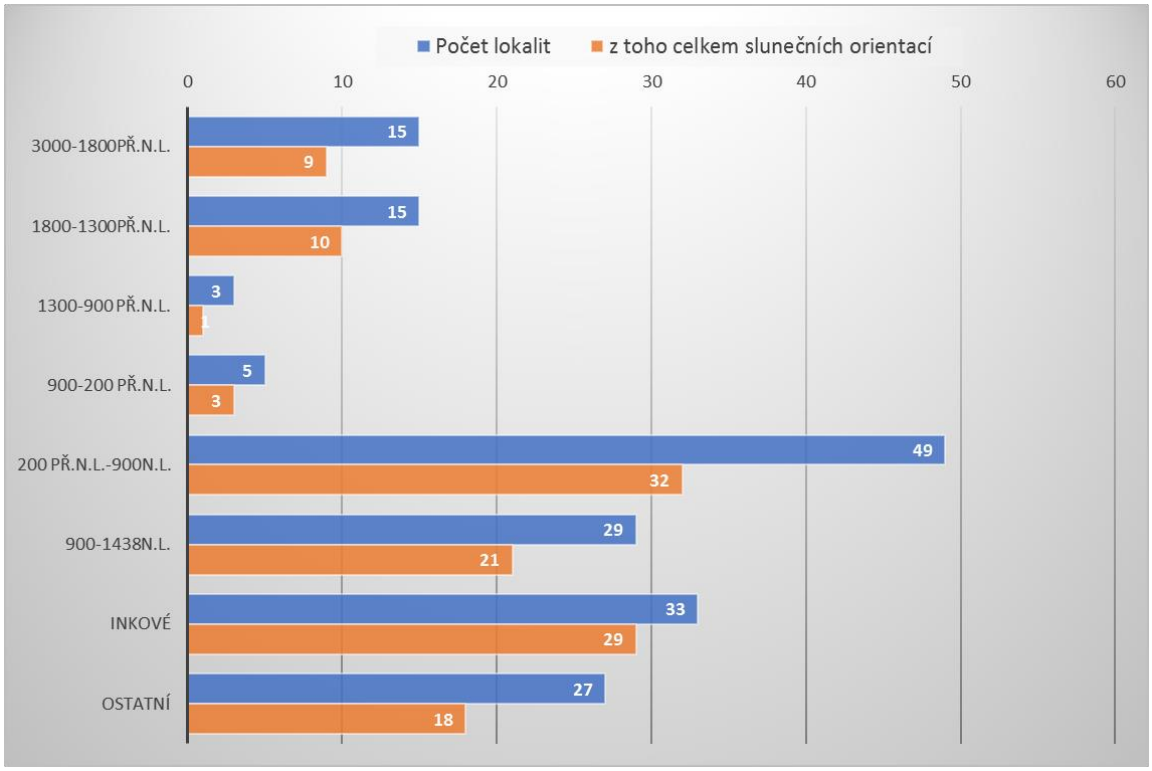
123 ze 176, tedy 70% analyzovaných lokalit je slunečně orientovaných. Mnoho z nich má více než jednu sluneční orientaci.

- Celkem **50 lokalit** mělo alespoň jednu orientaci **ve směru východu Slunce 21.12. nebo západu Slunce 21.6.**
- Celkem **32 lokalit** mělo alespoň jednu orientaci **ve směru východu Slunce 21.6. nebo západu Slunce 21.12.**
- Celkem **32 lokalit** mělo alespoň jednu orientaci **ve směru východu/západu Slunce o rovnodennosti.**
- Celkem **38 lokalit** mělo alespoň jednu orientaci **ve směru východu (západu) Slunce v den průchodu zenitem (nadirem).**
- Celkem **24 lokalit** mělo alespoň jednu orientaci **ve směru východu (západu) Slunce v den průchodu nadirem (zenitem).**



Graf 9 Poměr slunečně a neslunečně orientovaných lokalit

Následující *Graf 9* ukazuje poměr neslunečních a slunečních orientací v jednotlivých časových obdobích. Jak již bylo napsáno v předchozí kapitole, procentuálně nejvíce těchto orientací je v lokalitách z inckého období. V každém z období, kromě formativního, má více než polovina zkoumaných míst slunečně orientované struktury.

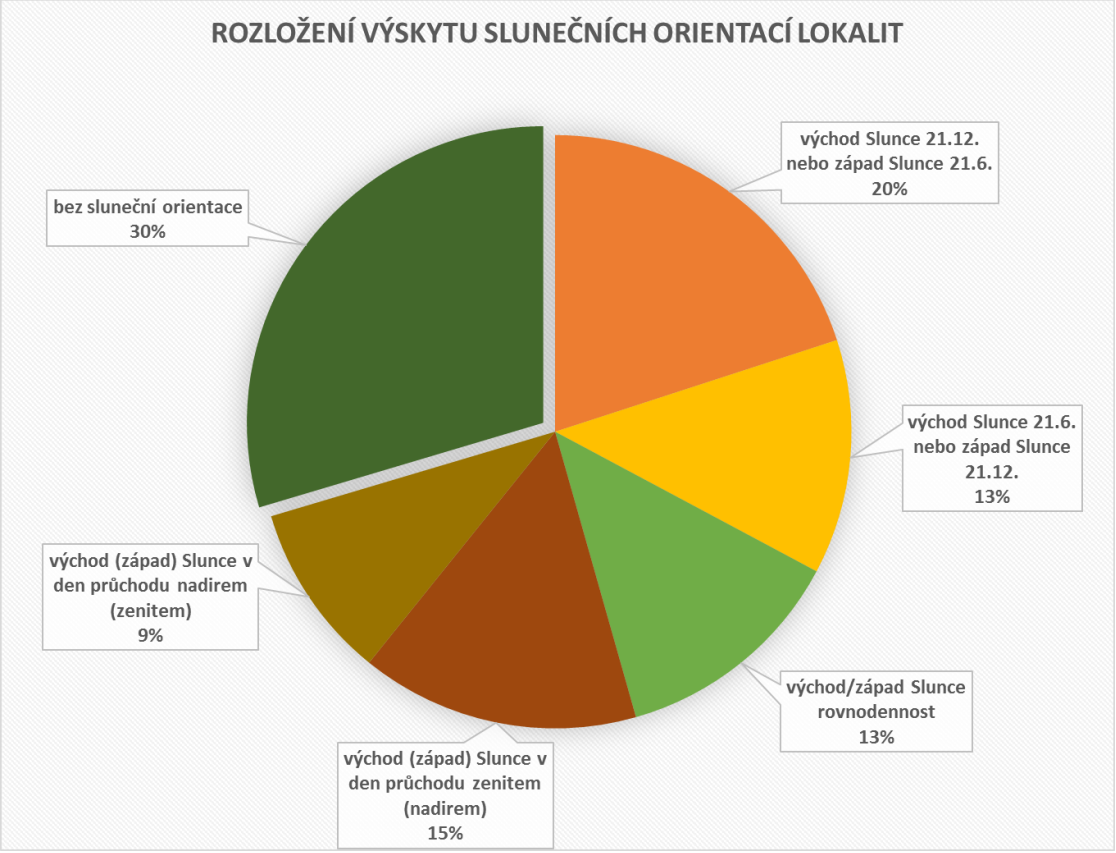


Graf 10 Počet slunečních orientací rozdělených podle historických období

Je tedy patrné, že sluneční orientace měla velký význam po celou historii vývoje kultur na území dnešního Peru. V měřeném souboru se nevyskytuje nápadný pokles podílu slunečně orientovaných lokalit v jednotlivých obdobích, kterých je celkem osm. Ačkoliv ve dvou obdobích je naměřeno málo objektů, a jsou tedy statisticky nepřesné, pouze v jednom období nedosáhla sluneční orientace 50% (byla nalezena pouze jedna slunečně orientovaná lokalita ze tří měřených lokalit) – tím je výše zmíněné formativní období.

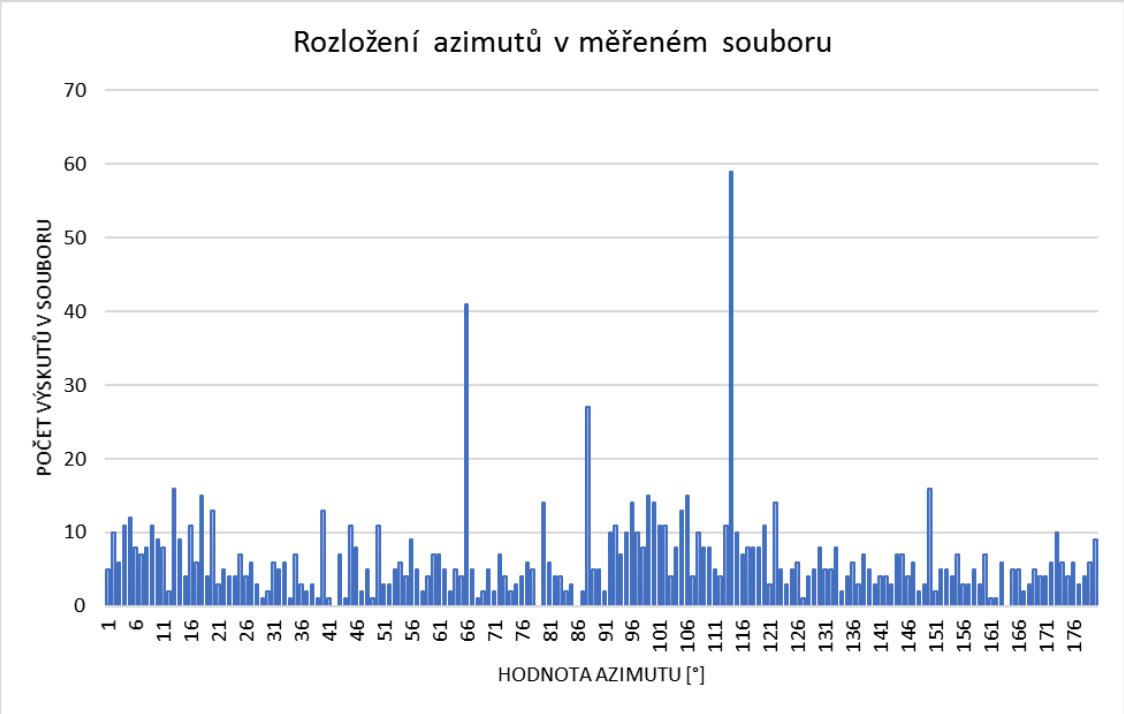
Graf 10 ukazuje rozložení druhu slunečních orientací v celém souboru. Je zde patrné, že lehce převažuje orientace k východu Slunce o letním (prosincovém) slunovratu. Nejméně je lokalit, které mají struktury orientované podle východu Slunce ke dni jeho průchodu nadirem.

Dá se říci, se pozorování Slunce bylo důležité ve všech významných dnech slunečního cyklu, ačkoliv slunovraty významně převažují. To lze také vyčíst z výzkumů uvedených v rešerši – slunovratová orientace je zmíněna mnohem častěji než zbývající tři.



Graf 11 Rozložení druhu slunečních orientací v celém souboru

Poslední *Graf 11* ukazuje počet jednotlivých azimutů. Z grafu je patrné, že slunovratové azimuty 114° a 66° z měřeného souboru značně vystupují. Taktéž rovnodennostní azimut 88° je významný. Velký výkyv je také vidět v oblasti azimutů 95°-105°, což jsou azimuty odpovídající východu Slunce o dni průchodu zenitem pro různé zeměpisné šířky. Ze souboru měřených azimutů dále vystupuje také azimut 150°. Je pravděpodobné, že se jedná o specifický východ nějaké významné hvězdy. Detailnější graf azimutů je v Příloze č.10.



Graf 12 Rozložení azimutů v měřeném souboru

Měřené azimuty byly také porovnány s vypočtenými azimuty východů Měsíce pro lunovraty, ale v grafu tyto hodnoty příliš nevyčnívají. Největší výkyv lze v grafu zaznamenat v oblasti východu Měsíce pro vysoký jižní lunovrat (119° na ideálním horizontu), ale oproti orientacím slunečním je tento výskyt zanedbatelný. Orientace na Měsíc tedy pravděpodobně nebyla příliš častá.

6 Závěr

Hlavním cílem této práce bylo vyhledat na území Peru vhodné lokality, pomocí nástroje Google Earth změřit azimuty výrazných struktur a analyzovat měřený soubor.

Práce obsahuje rešerši existující literatury na téma astronomické orientace historických objektů po celém světě, s důrazem na oblast Peru. Poté následuje kapitola o astronomických výpočtech užitých v této práci. Další kapitola se snaží o stručné shrnutí historie Peru, popisuje nejznámější kultury. Dále práce popisuje způsob sběru dat a vyhodnocení. Vyhodnocení dat bylo provedeno v tabulkách, pro lepší představu jsou k dispozici přehledné grafy, ukazující poměry a procenta jednotlivých druhů orientací. Lokality bylo třeba vyhledat časově a polohově rozdílné. Většinu lokalit bylo možno časově zařadit do jednotlivých historických období Peru a často byla známa i kultura, která daný objekt postavila. Nejvíce lokalit bylo nalezeno na středním a severním pobřeží, což odpovídá i území, které bylo v historii nejvíce osídlené.

Dle výsledků lze říci, že pro starodávné kultury Peru bylo Slunce tak důležité, že podle něj často orientovaly své stavby i v lokalitách, kde taková orientace přinášela práci navíc. Je pravděpodobné, že pro ně byly zvláštní nejen dny, zkoumané v této práci, možná své stavby orientovali podle významných kalendářních dnů, které dnes již nemáme jak zjistit. Hlavní náboženství Slunce bylo navíc doplněno dalšími méně významnými kulty Měsíce či hvězd. V historických společenstvích lze též předpokládat respekt k horským vrcholům a uctívání vodu. Mnoho zde nevysvětlitelných orientací by mohlo být vztaženo k těmto modlám. Existují také práce, které odkazují na spojitost staveb s extrémními východy a západy Měsíce [45] [46]. V této práci ale není významná orientace na Měsíc prokázána.

Řada míst zůstává astronomicky neprozkoumaná a tak je zde ještě mnoho prostoru na další výzkumy.

Použité zdroje

[1] AVENI Anthony: *Schody ke hvězdám*. Dokořán a Argo, 2004. ISBN 80-7203-568-1

[2] KREJČÍ Jaromír, SUKOVÁ Lenka a kol.: *Kapitoly z dějin egyptské archeoastronomie*. Český egyptologický ústav Filozofické fakulty UK v Praze, 2008. ISBN 978-80-7308-258

[3] BROPHY Thomas, ROSEN Paul: *Satellite Imagery Measures of the Astronomically Aligned Megaliths at Nabta Playa*. Mediterranean Archaeology and Archaeometry Vol.5, 2005.

[4] MALVILLE John, SCHILD Romauld, WENDORF Fred, BRENMER Robert: *Astronomy of Nabta Playa*. AFRICAN SKIES/CIEUX AFRICAINS, č. 11, 2007. ISSN 10278389

[5] URAMA Johnson, HOLBROOK Jarita: *The African Cultural Astronomy project*. International Astronomical Union, 2011. DOI: 10.1017/S1743921311002134

[6] *Namoratunga: 'People Of Stone' And Ancient Astronomical Observatory* [online]. Ancientpages.com [cit. 21.3.2019] dostupné z http://www.ancientpages.com/2016/06/12/namoratunga-people-of-stone-and-ancient-astronomical-observatory/

[7] MINISTR Zdeněk: *Geniové dávnověku*. Mladá fronta, 2007. ISBN 978-80-204-1454-0

[8] KROUPA Pavel: *Kameny krve a víry*. Karpana, 2010. ISBN 978-80-903952-7-5

[9] *Megalit* [online]. cs.wikipedia.org [cit. 26.3.2019] dostupné z https://cs.wikipedia.org/wiki/Megalit

[10] SKLENÁŘ Karel: Tanec obrů. Academia, 1996. ISBN 80-200-0415-7

[11] *Newgrange Stone Age Passage Tomb* [online]. boynevalleytours.com [cit. 26.3.2019] dostupné z https://www.boynevalleytours.com/newgrange.htm

[12] *Neolithic Lunar Maps at Knowth* [online]. knowth.com [cit. 26.3.2019] dostupné z https://www.knowth.com/lunar-maps.htm

[13] *Dowth Megalithic Passage Tomb* [online]. knowth.com [cit. 26.3.2019] dostupné z https://www.knowth.com/dowth.htm

[14] *Maeshowe* [online]. en.wikipedia.org [cit. 27.3.2019] dostupné z https://en.wikipedia.org/wiki/Maeshowe

[15] *A Spectacular Neolithic Chambered Cairn built 5,000 years ago* [online] maeshowe.co.uk [cit. 27.3.2019] http://www.maeshowe.co.uk/

[16] *Hill of Tara* [online]. knowth.com [cit. 26.3.2019] dostupné z https://www.boynevalleytours.com/hill-of-tara.htm

[17] *Samhain* [online]. cs.wikipedia.org [cit. 26.3.2019] dostupné z https://cs.wikipedia.org/wiki/Samhain

[18] *Loughcrew Megalithic Cairns* [online]. knowth.com [cit. 26.3.2019] dostupné z https://www.knowth.com/loughcrew.htm

[19] *Cairnpapple by Jackie Queally* [online]. knowth.com [cit. 26.3.2019] dostupné z https://www.knowth.com/cairnpapple.htm

[20] MACKIE Euan: *Archaeological test on supposed prehistoric astronomical sites in Scotland*. The Hunterian Museum, The University Glasgow, 1974. ISSN: 2054-0272

[21] VORÁČEK Jan: *Zaměření a analýza Kounovských kamenných řad*. Západočeská univerzita v Plzni, 2016.

[22] CHARVÁTOVÁ Ivanka, KLOKOČNÍK Jaroslav, KOSTELECKÝ Jan, KOLMAŠ Josef: *Čínské pyramidy. Jejich orientace podle kompasu*. Vesmír 90, 419, 2011/7.

[23] CHARVÁTOVÁ Ivanka, KLOKOČNÍK Jaroslav, KOSTELECKÝ Jan, KOLMAŠ Josef: *Chinese tombs oriented by a compass: evidence from paleomagnetic pole changes versus the age of tombs*. Stud. Geophys. Geod. 55, 159–174, 2011.

[24] BERGMANN Horst, ROTHE Frank: *Nově odkrytá tajemství pyramid.* Fontána, 2005. ISBN 80-7336-255-4

[25] STENCEL Robert, GIFFORD Fred, MORÓN Eleanor: *Astronomy and cosmology at Angkor Wat*, časopis Science, číslo 4250, 1976

[26] KAK Subhash: *Time, space and astronomy on Angkor Wat*. Luisiana State University, 2011

[27] MAGLI Guilio: *Archaeoastronomy in the Khmer Heartland*. Studies in Digital Heritage Volume 1, Issue 1, 2017

[28] HEYWORTH Robin: *Monte Alban – Ancient Observatory*. [3.5.2019]. Dostupné online z https://uncoveredhistory.com/mexico/monte-alban-ancient-observatory/

[29] KLOKOČNÍK Jaroslav, KOSTELECKÝ Jan: *Orientace starobylých staveb Mezoameriky*. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, ročník58 (2013), č. 2

[30] PAVELKA Karel, KLOKOČNÍK Jaroslav, KOSTELECKÝ Jan: *Astronomicko-historické otazníky Mezoameriky a Peru*. České vysoké učení technické v Praze, 2013. ISBN 978-80-01-05219-8

[31] *El Caracol – The Observatory of Chichen Itza* [online]. atlasobscura.com [cit. 26.3.2019] dostupné z https://www.atlasobscura.com/places/el-caracol-chichen-itza-mexico

[32] KLOKOČNÍK Jaroslav: *Pakalova hrobka je astronomicky orientovaná*. Vesmír 90, 712, 2011/12.

[33] KLOKOČNÍK Jaroslav: *Znali Mayové kompas? O podivné orientaci mayských staveb.* Vesmír 82, 333, 2003/6.

[34] KLOKOČNÍK Jaroslav, VÍTEK Frantisek: *Archiv*, 2005. Online dostupné z http://www.asu.cas.cz/~jklokocn/DENIK/uvod.html

[35] BAUER Brian, DEARBORN David: *Astronomy and empire in the ancient Andes: the cultural origins of Inca sky watching*. University of Texas Press, 1995. ISBN 9780292708297

[36] MAGLI Giulio: *On the astronomical content of the sacred landscape of Cusco in Inka times*. Dipartimento di Matematica del Politecnico di Milano

[37] HANZALOVÁ Karolína, KLOKOČNÍK Jaroslav, KOSTELECKÝ J.: *New knowledge in determining the astronomical orientation of Incas object in Ollantaytambo*, Peru. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-5, 2014.

[38] HANZALOVÁ Karolína, KLOKOČNÍK Jaroslav, KOSTELECKÝ J.: *New discoveries on astronomical orientation of Inca site in Ollantaytambo*, Peru. DOI: 10.14311/gi.14.2.4

[39] MALVILLE John McKim:Cosmology in the Inca Empire: *Huaca Sanctuaries, State-Supported Pilgrimage, and Astronomy*. Journal of Cosmology, 2010, Vol 9, 2106-2120.

[40] PAVLÍK Michal: *Po stopách Inků.* Online dostupné z: http://gefos.sk/files/ctools/referat_pro_42.gid.pdf

[41] KLOKOČNÍK Jaroslav, KOSTELECKÝ Jan: *Orientace starobylých staveb Peru*. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, ročník59 (2014), č. 1.

[42] MALVILLE John McKim: *Inca Royal Estates in the Sacred Valley*. Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy, 2015. ISBN 978-1-4614-6141-8

[43] DEARBORN David, BAUER Brian: *Island of the Sun: Elite and Non-Elite Observations of the June Solstice*. Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy, 2015. ISBN 978-1-4614-6141-8

[44] GULLBERG Steven: *Inca Solar Orientations in Southeastern Peru*. Journal of Cosmology, 2010, Vol 9, 2078-2091.

[45] MATOS José Luis Pino: *Observatorios y alineamientos astronómicos en el Tampu Inka de Huánuco Pampa*. Arqueología y Sociedad, Nº 15, 2004.

[46] ZIÓŁKOWSKI Mariusz, KOŚCIUK Jacek, ASTETE Ferdinando: *Inca Moon: Some Evidence of Lunar Observations in Tahuantinsuyu*. Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy, 2015. ISBN 978-1-4614-6141-8.

[47] REICHE Maria: *Mystery on the desert*. Heinrich Fink GmbH, 1968.

[48] *The Nazca Lines: A Mystery on the Plains* [online] archaeologyonline.net [cit. 15.2.2019] dostupné z http://www.archaeologyonline.net/artifacts/nazca-lines

[49] TEICHERT Bernd, RUST Christoph: *Nasca Symposium 2006*. Fachbereiches Vermessungswesen/Kartographie der HTW Dresden, 2007. ISSN 1436-0004

[50] KLOKOČNÍK Jaroslav, PAVELKA Karel, SONNEK Jiří, HANZALOVÁ Karolína: *Hypotheses about geoglyphs at Nazca, Peru: new discoveries*.

[51] RICHTER Christiane, BERND Teichert, PAVELKA Karel, CERVENY Alex: *The Nasca project – a german-czech cooperation (22 years of research in Peru)*. ČVUT v Praze, 2017. ISBN 978-80-01-06324-8

[52] GHEZZI Ivan, RUGGLES Clive: Chankillo: *A 2300-Year-Old Solar Observatory in Coastal Peru*. Science 315(5816):1239-43, 2007.

[53] https://sollumis.com/index2018.html

[54] SPARAVIGNA Amelia Carolina*: The solar towers of Chankillo*. Department of Applied Science and Technology, Politecnico di Torino, 2012.

[55] MOTTA Silvia, GASPANI Adriano: *An archaeoastronomical investigation of Pre-Inca sites along the Rio Grande,in the Casma province of the Ancash Region, Perù*. Istituto Nazionale di Astrofisica Osservatorio Astronomico di Brera- Milano.

[56] FIXEL Jan, MACHOTKA Radovan: *Geodetická astronomie a kosmická geodézie I*. Vysoké učení technické v Brně, fakulta stavební, 2007.

[57] *Měsíc* [online]. rocnikd.sweb.cz cit. 2019-04-18]. Dostupné z http://rocnikd.sweb.cz/mesic.htm

[58] *Měsíc - vysoký a nízký lunovrat* [online]. Myty.info [cit. 2019-04-18]. Dostupné z http://myty.info/view.php?cisloclanku=2016110002#[9]

[59] *Heliaktický východ* [online]. Encyclopaedia Beliana, ISBN 978-80-89524-30-3. [cit. 2019-04-18]. Dostupné z: https://beliana.sav.sk/heslo/heliakticky-vychod

[60] FARFÁNOVÁ BARRIOSOVÁ Eva: *Pohřbená tajemství Starého Peru.* Mladá Fronta, 2009. ISBN 978-80-204-1-1743-5

[61] LONGHENA Maria, ALVA Walter: *Peru - Historie a kultura Inků a dalších andských civilizací.* Rebo 1999. ISBN 80-7234-048-4

[62] ŠILHÁNKOVÁ Vladimíra, PONDĚLÍČEK Michael: *Urbanistický vývoj předinckých a inckých měst v oblasti centrálních And*. Fakulta stavební ČVUT v Praze, 2018. ISBN 978-80-01-06409-2

[63] https: freegisdata.rtwilson.com/

Seznam obrázků

Obr. 1 Spojnice pyramid v Gíze s Heliopolí. Obrázek Google Earth, popis autorka 11

Obr. 2 Devatenáct megalitů v Namoratunga II [6] 14

Obr. 3 Stonehenge ([9] Autor: garethwiscombe) 16

Obr. 4 Pohled na Stonehenge a jeho možné astronomické funkce [1] 17

Obr. 5 Paprsek světla putující chodbou Newgrange [11] 19

Obr. 6 Maeshowe - pohled na paprsek vycházejícího Slunce [15] 20

Obr. 7 Příklad jedné z čínských pyramid; je zde vidět výrazná odchylka od SJ směru [22] 22

Obr. 8 Caracol v Chichén Itzá, celkový pohled (vlevo) [31]. Plánek Caracolu (vpravo), Kresba F. Vítek (2005). [29] 25

Obr. 9 Orientace krypty a sarkofágu [32] 26

Obr. 10 Změna orientace v průběhu přestavby jedné z budov v Uaxactúnu [33] 28

Obr. 11 Linie spojující pyramidu, Chrám Slunce a Tvář Inky (směr východu Slunce o zimním slunovratu) [38] 31

Obr. 12 a) Torreón, (b) detaily uvnitř chrámu, měřený azimut A, odvozený azimut B, (c) východ Slunce o červnovém slunovratu, kdy paprsek dopadána kámen uvnitř chrámu, (d) Torreón a jeho orientace [41] 32

Obr. 13 Detail opracování Yurac Rumi [40] 33

Obr. 14 Schody vedoucí směrem k zenitovému Slunci - Sondor [39] 34

Obr. 15 Geoglyf Opice [48] 37

Obr. 16 západy Slunce pozorované z východního stanoviště [52] 41

Obr. 17 Převod mezi obzorníkovou a rovníkovou souřadnicovou soustavou [56] 44

Obr. 18 Grafické zobrazení změn v hodnotách azimutu východu Slunce při průchodu nadirem (vlevo) a zenitem (vpravo). Zdroj podkladů: [63] 46

Obr. 19 Grafické zobrazení změn v hodnotách azimutu východu Slunce při zimním slunovratu (vlevo) a letním slunovratu (vpravo) Zdroj podkladů: [63] 46

Obr. 20 Slunovraty - východy a západy Slunce nad obzorem. Lunovraty - východy a západy Luny nad obzorem. Rozdíl mezi vysokým a nízkým lunovratem. [58] 47

Obr. 21 Příklad výběru významných směrů na lokalitě Chan-Chan 61

Obr. 22 Huaca orientovaná k východu Slunce o rovnodennosti 63

Obr. 23 Tabulka objektu Huaca Catalina 63

Obr. 24 Google Earth také umožňuje simulovat pohyb Slunce. Tímto lze získat zajímavé pohledy, i z hlediska orientace objektů. (nahoře Purgatorio, dole Taukachi-Konkan.) 64

Obr. 25 Měřené lokality 65

Seznam grafů

Graf 1 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z předkeramického období 66

Graf 2 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z raně keramického období 67

Graf 3 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z formativního období 68

Graf 4 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z raného horizontu 69

Graf 5 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z raného intermediálního období 70

Graf 6 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z pozdního intermediálního období 71

Graf 7 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z inckého období 73

Graf 8 Nalezené sluneční orientace na lokalitách neznámého stáří 74

Graf 9 Poměr slunečně a neslunečně orientovaných lokalit 75

Graf 10 Počet slunečních orientací rozdělených podle historických období 76

Graf 11 Rozložení druhu slunečních orientací v celém souboru 77

Graf 12 Rozložení azimutů v měřeném souboru 78

Seznam tabulek

Tab. 1 Možné astronomické funkce částí Stonehenge (převzato a upraveno z [1]) 18

Tab. 2 Azimuty východů Měsíce v lunovratech 48

Tab. 3 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z předkeramického období 66

Tab. 4 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z raně keramického období 67

Tab. 5 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z formativního období 68

Tab. 6 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z raného horizontu 69

Tab. 7 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z raného intermediálního období 70

Tab. 8 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z pozdního intermediálního období 71

Tab. 9 Nalezené sluneční orientace na lokalitách z inckého období 73

Tab. 10 Nalezené sluneční orientace na lokalitách neznámého stáří 74

Seznam příloh

Příloha č. 1 Tabulka vypočtených azimutů 90

Příloha č. 2 Tabulka slunečních orientací - předkeramické období 91

Příloha č. 3 Tabulka slunečních orientací - Rané keramické období 92

Příloha č. 4 Tabulka slunečních orientací - Formativní období 93

Příloha č. 5 Tabulka slunečních orientací - Raný horizont 94

Příloha č. 6 Tabulka slunečních orientací - Rané intermediální období 95

Příloha č. 7 Tabulka slunečních orientací - Pozdní intermediální období 96

Příloha č. 8 Tabulka slunečních orientací - Pozdní horizont 97

Příloha č. 9 Tabulka slunečních orientací - Ostatní 98

Příloha č. 10 Rozložení měřených azimutů v souboru 99

Příloha č. 11 Elektronické přílohy 100

Příloha č. 1 Tabulka vypočtených azimutů

výsledné azimuty východů Slunce					
Zeměpisná šířka	slunovrat prosincový	slunovrat červnový	rovnodenost	den průchodu zenitem	den průchodu nadirem
1°	114°	66°	90°	91°	89°
2°	114°	66°	90°	92°	88°
3°	114°	66°	90°	93°	87°
4°	114°	66°	90°	94°	86°
5°	114°	66°	90°	95°	85°
6°	114°	66°	90°	96°	84°
7°	114°	66°	90°	97°	83°
8°	114°	66°	90°	98°	82°
9°	114°	66°	90°	99°	81°
10°	114°	66°	90°	100°	80°
11°	114°	66°	90°	101°	79°
12°	114°	66°	90°	102°	78°
13°	114°	66°	90°	103°	77°
14°	114°	66°	90°	104°	76°
15°	114°	66°	90°	106°	74°
16°	115°	65°	90°	107°	73°
17°	115°	65°	90°	108°	72°
18°	115°	65°	90°	109°	71°
19°	115°	65°	90°	110°	70°
20°	115°	65°	90°	111°	69°
21°	115°	65°	90°	113°	67°

Příloha č. 2 Tabulka slunečních orientací - předkeramické období

	Název	Geografická oblast	kultura	114°	66°	rovnode-nost	zenit	antizenit	**sluneční orientace?**
1	Kotosh	Huánuco	-	1			1		1
2	Caral	údolí Supe	Caral	1					1
3	Aspero	údolí Supe	Caral						0
4	Alpacoto	údolí Supe	Caral						0
5	La Galgada	údolí Tablachaca	-	1					1
6	Las Shicras	údolí Chancay	Caral		1			1	1
7	Pueblo Nuevo	údolí Supe	Caral				1		1
8	Miraya	údolí Supe	Caral						0
9	Lurihuasi	údolí Supe	Caral	1					1
10	Bandurria	údolí Huaura	-			1			1
11	Era de Pando	údolí Supe	Caral			1			1
12	Caballete	údolí Paramonga	Caral	1					1
13	Cerro Lampay	údolí Paramonga	Caral						0
14	Huaural	údolí Huaura	Caral						0
15	Huaca El Paraíso	údolí Chillon	-						0
			Počet	5	1	2	2	1	9

Příloha č. 3 Tabulka slunečních orientací - Rané keramické období

	Název	Geografická oblast	kultura	114°	66°	rovnode-nost	zenit	antizenit	**sluneční orientace?**
1	Sechín Alto	údolí Sechín	-		1				1
2	Cerro Sechin	údolí Sechín	-						
3	Garagay	údolí Rímac	-						
4	Mangomarca	údolí Rímac	-						
5	Las Haldas	údolí Casma	-	1	1				1
6	Taukachi-Konkan	údolí Sechín	-		1				1
7	San Diego	údolí Sechín	-	1					1
8	Sechín Bajo	údolí Sechín	-		1		1		1
9	Pampa Rosario	údolí Casma	Casma						
10	Huerqueque	údolí Sechín	-	1	1			1	1
11	Pallka	údolí Casma	-				1		1
12	Chankillo	údolí Casma	-	1	1				1
13	K'anamarca	údolí Apurímac	K'ana	1			1	1	1
14	Bahia Seca	údolí Casma	-						
15	Pampa de los Perros	údolí Chillon	-	1					1
			Počet	6	6	0	3	2	10

Příloha č. 4 Tabulka slunečních orientací - Formativní období

	Název	Geografická oblast	kultura	114°	66°	rovnode-nost	zenit	antizenit	**sluneční orientace?**
1	Punkuri	Údolí Nepena	-						
2	Pampa de Llamas	údolí Casma	-						
3	Pacopampa	Údolí Cajamarca	-					1	1
			Počet	0	0	0	0	1	1

Příloha č. 5 Tabulka slunečních orientací - Raný horizont

	Název	Geografická oblast	kultura	114°	66°	rovnode-nost	zenit	antizenit	**sluneční orientace?**
1	Chavín de Huántar	Callejon de Conchucos	Chavín						
2	Soto	Chinca	Paracas			1			1
3	San Pablo	Chinca	Paracas				1		1
4	Cayán	údolí Nepeňa	Chavín		1				1
5	Manchay Bajo	údolí Lurín	2000-500 př.n.l.						
			Počet	0	1	1	1	0	3

Příloha č. 6 Tabulka slunečních orientací - Rané intermediální období

	Název	Geografická oblast	kultura	114°	66°	rovnode-nost	zenit	antizenit	**sluneční orientace?**
1	El Castillo Tomabal	údolí Virú	Virú						0
2	Gallinazo	údolí Virú	Virú				1		1
3	V1	údolí Virú	Virú	1					1
4	V2	údolí Virú	Virú						0
5	V3	údolí Virú	Virú	1					1
6	Huaca del Sol	údolí Moche	Moche	1					1
7	Huaca de la Luna	údolí Moche	Moche	1					1
8	El Brujo	údolí Chicama	Moche				1		1
9	Sípán	údolí Chancay	Moche						0
10	Galindo	údolí Moche	Moche		1				1
11	Dos Cabezas pyramid	údolí Jequetepeque	Moche				1		1
12	Chequén	údolí Jequetepeque	Moche		1				1
13	Maranga	údolí Rímac	Lima	1			1		1
14	Cahuachi	údolí Nazca	Nazca				1		1
15	Los Paredones	údolí Nazca	Nazca			1			1
16	Taruga	údolí Nazca	Nazca						0
17	Cajamarquilla	údolí Rímac	Huari						0
18	Marcahuamachuco	La Libertad	Cajamarka/Recurey/Huari						0
19	Viracochapampa	La Libertad	Huari					1	1
20	Cerro Amaru	La Libertad	Cajamarka	1					1
21	Pumapunku	Altipláno	Tiahuanaco			1			1
22	Cerro Culebras	údolí Chillon	Lima						0
23	Wariwilca	údolí Mantaro	Huari						0
24	Arwaturo	Ayacucha	Huarpa		1				1
25	Saltur	údolí Chancay	Moche			1			1
26	Pachacamac	údolí Lurín	Huari		1				1
27	Cerro Baúl	Mariscal Nieto Province	Huari		1				1
28	V4	údolí Virú	Virú						0
29	Cerro Arena	údolí Moche	Salinar	1					1
30	Pukara	department Puno	Pucara			1			1
31	Pikillacta	údolí Urubamba	Huari						0
32	Conchopata	Ayacucho	Huari						0
33	Huari	Ayacucho	Huari		1	1		1	1
34	Cerro Pátapo	údolí Chancay	Huari						0
35	Huilcahuaín	údolí Paria	Huari nebo Recuay					1	1
36	Rumicolca	údolí Urubamba	-						0
37	Catac	Callejon de Huaylas	Recuay	1					1
38	Pashash	Callejon de Huaylas	Recuay		1	1		1	1
39	Yaynu	Callejon de Huaylas	Recuay	1		1			1
40	Castillo de Huarmey I.	údolí Huarmey	Huari						0
41	Huancarpon	údolí Nepeña	Recurey						0
42	Pañamarca	údolí Nepeña	Moche						0
43	Huambacho	údolí Nepeña	Moche						0
44	Huaca Catalina	údolí Chillon	Lima			1		1	1
45	Huaca Huantille	údolí Rímac	Ischma/Huari	1					1
46	Huaca Huallamarca	údolí Rímac	Lima			1			1
47	Huaca Puellana	údolí Rímac	Lima				1		1
48	Huaca Bellavista	údolí Chillon-Rímac	Yschna					1	1
49	Huaca Grande	údolí Lurín	Moche					1	1
			Počet	10	7	9	6	7	32

Příloha č. 7 Tabulka slunečních orientací - Pozdní intermediální období

	Název	Geografická oblast	kultura	114°	66°	rovnode-nost	zenit	antizenit	**sluneční orientace?**
1	Farfán	údolí Jequetepeque	Chimú				1		1
2	Cerro de la Virgen	údolí Moche	Chimú						0
3	Pacatnamu	údolí Jequetepeque	Chimú				1		1
4	Huaca Esmeralda	údolí Moche	Chimú						0
5	Huaca El Dragón	údolí Moche	Chimú	1					1
6	Menocucho	údolí Moche	Salinar-Chimú						0
7	Túcume	údolí La Leche	Sicán	1			1		1
8	Batan Grande	údolí La Leche	Sicán				1		1
9	Apurlec	údolí Motupe	Sicán				1		1
10	Huaca Chotuna	údolí Lambayeque	Sicán			1			1
11	Chotuna Chornancap	údolí Lambayeque	Sicán			1	1		1
12	Kuélap	severní Andy	Chachapoyas						0
13	Lumbra	údolí Chancay	Chancay						0
14	Chancay-unknown	údolí Chancay	Chancay						0
15	Pisquillo	údolí Chancay	Chancay			1	1	1	1
16	La Centinela	údolí Chico	Chincha						0
17	Tambo de Mora	údolí Chico	Chincha				1		1
18	La Cumbre	údolí Matagente	Chincha			1			1
19	Mateo Salado	údolí Rímac	Ychsma				1		1
20	Paramonga	Fortaleza	Chimú	1			1		1
21	Manchan	údolí Casma	Chimú	1					1
22	Chan Chan	údolí Moche	Chimú	1					1
23	Huacatambo	údolí Nepeña	Chimú						0
24	Pampa de las Flores	údolí Lurín	-		1				1
25	Purgatorio	Casma-Sechín	-	1	1		1		1
26	Panquilma	údolí Lurín	-		1				1
27	Huaca La Luz	údolí Rímac	-				1		1
28	Huaca Monterrey	údolí Rímac	Chimú				1		1
29	Pedreros	údolí Rímac	Chimú					1	1
			Počet	6	3	4	13	2	21

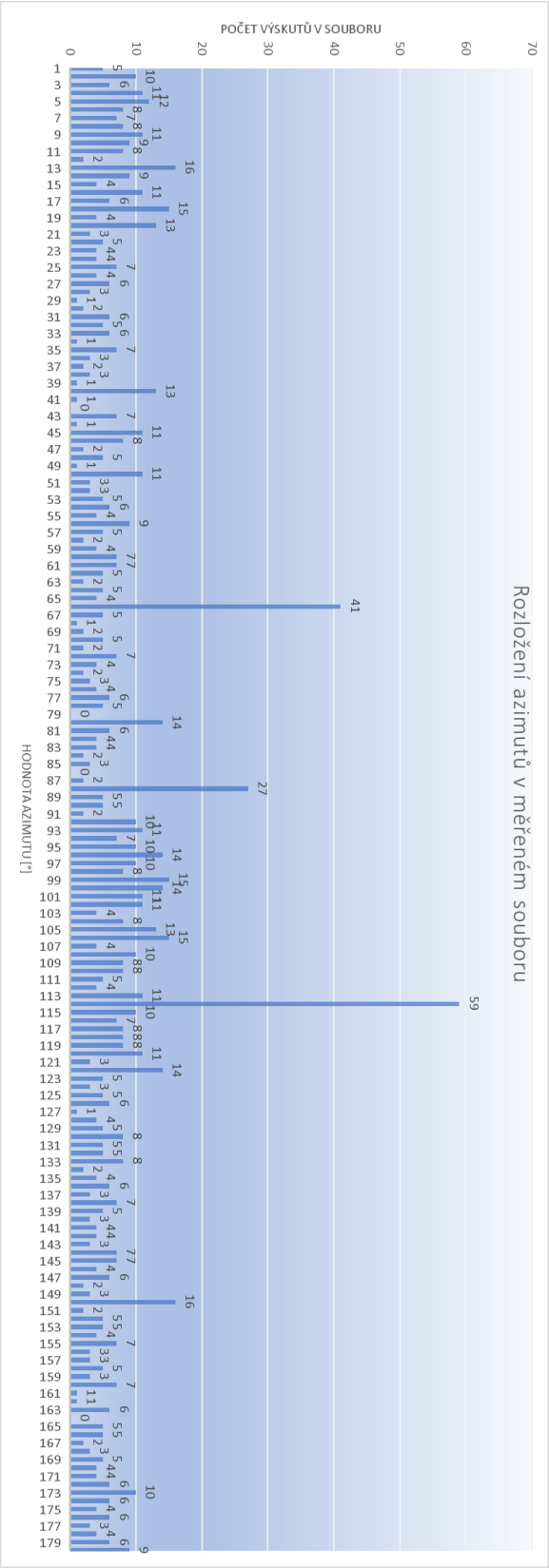
Příloha č. 8 Tabulka slunečních orientací - Pozdní horizont

	Název	Geografická oblast	kultura	114°	66°	rovnode-nost	zenit	antizenit	**sluneční orientace?**
1	Mawk'allaqta		Inkové	1				1	1
2	Tarahuasi		Inkové						0
3	Patallacta		Inkové	1		1			1
4	Sayacmarca		Inkové				1		1
5	Intipata		Inkové	1					1
6	Wiñay Wayna		Inkové	1		1			1
7	Puyupatamarca		Inkové						0
8	Chachabamba		Inkové				1		1
9	Moray		Inkové	1	1				1
10	Coricancha		Inkové		1				1
11	Sacsayhuamán		Inkové	1			1		1
12	Puka Pucara		Inkové			1			1
13	Ollantaytambo		Inkové	1	1	1	1		1
14	Samanco		Inkové	1					1
15	Palacio Oquendo	údolí Chillon	Inkové						0
16	Huaca Oquendo		Inkové	1					1
17	Tambo Colorado	údolí Pisco	Inkové					1	1
18	Huaca Tambo Inga	údolí Lurín	Inkové		1				1
19	Q'enco		Inkové	1			1		1
20	Huarcapay		Inkové		1	1		1	1
21	Curamba		Inkové			1	1	1	1
22	Ruinas de Sondor		Inkové	1			1		1
23	Runkuraqay		Inkové			1			1
24	Llactapata		Inkové						0
25	Llactapata - 2		Inkové		1				1
26	Tipón		Inkové	1				1	1
27	Pukara	tipon	Inkové		1		1		1
28	Machu Picchu	údolí Urubamba	Inkové		1		1		1
29	Waqrapukara		Inkové	1	1				1
30	Choquequirao		Inkové		1	1		1	1
31	Huácopampa		Inkové			1			1
32	Ruinas de San Juan de Rímac	údolí Chillon-Rímac	Inkové			1	1	1	1
33	Nieve	údolí Lurín	Inkové			1	1		1
			Počet	13	10	11	11	7	29

Příloha č. 9 Tabulka slunečních orientací - Ostatní

	Název	Geografická oblast	kultura	114°	66°	rovnode-nost	zenit	antizenit	**sluneční orientace?**
1	N1	údolí Nepeña	-	1					1
2	N2	údolí Nepeña	-					1	1
3	N3	údolí Nepeña	-						
4	N5	údolí Nepeña	-					1	1
5	S1	údolí Santa	-		1				1
6	H1	údolí Huarmey	-	1					1
7	H2	údolí Huarmey	-					1	1
8	H3	údolí Huarmey	-						
9	H4	údolí Huarmey	-						
10	H5	údolí Huarmey	-		1			1	1
11	H6	údolí Huarmey	-						
12	H7	údolí Huarmey	-						
13	H8	údolí Huarmey	-			1			1
14	H9	údolí Huarmey	-						
15	H10	údolí Huarmey	-	1		1			1
16	H11	údolí Huarmey	-			1	1		1
17	L1	údolí Lurín	-	1					1
18	Cantina	Casma-Sechín	-						
19	C1	Casma-Sechín	-						
20	C10	údolí Sechín	-				1		1
21	C6	Casma-Sechín	-	1	1	1			1
22	C7	Casma-Sechín	-	1					1
23	C8	Casma-Sechín	-	1		1			1
24	C2	Casma-Sechín	-	1					1
25	C5	Casma-Sechín	-	1					1
26	C4	Casma-Sechín	-						
27	C3	Sechín	-	1	1				1
		Počet		10	4	5	2	4	18

Příloha č. 10 Rozložení měřených azimutů v souboru



Příloha č. 11 Elektronické přílohy

- Lokality_obrazky – obrázky (přehledky) lokalit roztříděné ve složkách
- Tabulky.xlsx – tabulky měřených azimutů, rozdělené na listech podle období
- Výpočetní skript – skript.m
- Měření na Google Earth ve formátu *.kmz