



▲ Obr. 1 Typické prostorové uspořádání angorského chrámu – první pískovcový chrám Bakong, konec 9. století (zdroj: Shutterstock)

# Technický stav středověkých kamenných chrámů v Angkoru, 1. díl



**doc. Ing. Jan Pašek, Ph.D.**

Vedoucí oddělení stavebního inženýrství na Fakultě aplikovaných věd ZČU v Plzni, vedoucí výzkumného týmu CNPA v Angkoru, člen certifikačního orgánu Asociace technických diagnostiků ČR, v porotě soutěže Stavba roku zastupuje Svaz podnikatelů ve stavebnictví. Je docentem v oboru teorie stavebních konstrukcí a materiálů, autorizovaným inženýrem ČKAIT pro pozemní stavby.  
E-mail: pasek@kme.zcu.cz

**Archeologický park Angkor v Kambodži je světově unikátním stavebním a archeologickým pracovištěm. Zahrnuje stovky kamenných monumentů z období existence rozvinuté středověké khmérské říše, z nichž se velká většina**

**nachází v různém stadiu rozpadu. Český výzkumný tým CNPA (Czech National Project at Angkor) se ve spolupráci s kambodžským Úřadem pro ochranu a správu Angkoru a regionu Siem Reap (APSARA Authority) zabývá zkoumáním a hodnocením jejich technického stavu i souborem účinků ovlivňujících další porušování těchto světově unikátních středověkých památek a možnostmi jejich záchrany.**

## Historické souvislosti

Khmérské království patřilo mezi 9. a 14. stoletím mezi nejrozvinutější a nejmocnější říše v oblasti jihovýchodní Asie. Impérium bylo značně rozsáhlé, jeho hranice se však velmi dynamicky měnily; po značnou část své existence se nacházelo na ploše současné Kambodže a významné části Vietnamu, Laosu, Thajska a Myanmaru. Na jeho území a částečně i mimo něj bylo realizováno kolem



tisíce kamenných a v malém počtu i cihelných a kamenocihelných chrámů jako výrazu moci krále, lidem vnímaného jako boha. Typickým architektonickým slohem byl hinduistický a buddhistický styl s rozsáhlou reliéfní výzdobou.

Nejvýznamnějšími sídelními oblastmi byly Angkor, který po dobu téměř celé historie říše plnil funkci hlavního města, a Koh Ker. Angkor byl rovněž unikátní rozvinutým vodohospodářským systémem a hustotou osídlení, takže je považován za největší středověké město s mimořádně promyšleným a fungujícím režimem regulace vodního hospodářství. Vedle chrámů mezi další dochované konstrukce patří i kamenné stavby mostního, silničního a vodního stavitelství. Jejich největší koncentrace byla soustředěna v prostoru královských sídel, přičemž každý monarcha si obvykle budoval sídlo vlastní (příklad viz obr. 1). V prostoru dnešního archeoparku Angkor bylo takových center kolem čtyřiceti.

Od pádu Khmérské říše v roce 1431 Angkor přestal být hlavním městem království, od 16. století bylo území tehdejší populací prakticky opuštěno na více než tři staletí a chrámy i vodohospodářský systém až na výjimky přestaly být udržovány. Nacházelo se v něm pouze náboženské centrum regionálního významu a soustava vesnic zemědělského charakteru. Běžná výstavba rozsáhlé osídlené oblasti středověkého Angkoru, materiálově založená zejména na organické bázi, se do současné doby nedochovala, s výjimkou dřevěných zbytků postupně objevovaných během archeologických vykopávek.

Od poloviny 19. století byla jihovýchodní Asie kolonizována Francií. Přestože existence Angkoru byla známa po celou dobu od jeho zániku, jeho tzv. „znovuobjevení“ nebo spíše popularizace pro západní společnost se datuje až rokem 1860 návštěvou badatele Henriho Mouhota. Po roce 1901 byl zahájen systematický výzkum Angkoru a navštívili jej i první turisté, v roce 1907 v něm zahájila archeologické a záchranné aktivity výzkumná a konzervátorská Francouzská škola pro Dálný východ EFEO (l'École Française d'Extrême Orient). Záchranné práce ve 20. století byly několikrát přerušeny, nejzásadněji během 2. světové války a během vnitřních bojů v letech 1970 až 1975. Naopak nejintenzivnější činnost probíhala v šedesátých letech 20. století a od roku 1993 do současnosti; výzkumem technického stavu chrámů, jejich statického chování, příčinami a procesy degradace a možnostmi sanace se od roku 2009 zabývá i Český výzkumný tým CNPA (Czech National Project at Angkor).

Unikátnost a historický význam památek khmérské architektury vyústily do vzniku archeologického parku Angkor, zapsaného na Seznam světového kulturního dědictví UNESCO v roce 1992. Jedná se o 401 km<sup>2</sup> území, na kterém je v současnosti lokalizováno více než 700 staveb od drobných kamenných ruin až po rozsáhlé chrámové komplexy; zachovaných je však jen několik desítek chrámových staveb. V těsné blízkosti parku se nachází město Siem Reap, které se rozvinulo z původního přežívajícího středověkého osídlení. V roce 1860 bylo pouhou vesnicí, roku 1992 mělo cca 20 000 obyvatel, v roce 2002 přes 100 000, v současnosti již více než 150 000 obyvatel. Osa dráhy jeho mezinárodního letiště, které je významným znečišťovatelem životního prostředí, směřuje do cca 3 km vzdáleného centra chrámového komplexu Angkor Thom. Po roce 1992 se Siem Reap stal významným administrativním centrem oblasti a zázemím pro přibližně 2 miliony turistů, před vypuknutím pandemie ročně navštěvujících Angkor. Největšímu náporu zejména organizovaného pohybu turistů jsou vystaveny především monumentální chrámy Angkor Wat, Bayon, Phnom Bakheng, Ta Prohm a Preah Khan. Spolu s několika dalšími patří mezi nejzachovalejší dědictví Khmérské říše, svědčící o značné vyspělosti tehdejších stavitelů a unikátní stavební technice.

## Geografické, hydrologické, geologické, klimatické a biologické podmínky

Archeologický park Angkor leží v severozápadní oblasti Kambodže, v provincii Siem Reap. Lokalita v současnosti trpí důsledky civilizačního náporu, souvisejícího jednak s růstem populace města Siem Reap a okolních více než sta vesnic a jednak s rozvojem turistiky, dopravy, výroby energií a odběru podzemní vody. Důsledkem je zejména mechanické poškozování chrámových konstrukcí následkem pohybu turistů, zatížení plynnými emisemi, aerosoly, dalšími chemickými látkami či pevnými částicemi, dále destabilizace chrámových staveb nadměrným kolísáním hladiny podzemní vody v podloží a jeho sedáním, ovlivněným i neschopností zhroutené vodohospodářské infrastruktury Angkoru regulovat monzunové povodně a hydrologické cykly.

Velmi dynamický hydrologický režim Angkoru ovlivňuje blízkost jezera Tonlé Sap a stejnojmenná řeka, dále řeka Siem Reap protékající územím Angkoru a ústící do jezera, velká plochost území Angkoru i Kambodže obecně, cca 30 km vzdálené pohoří Phnom Kulen s vodními toky stékajícími do Angkoru a každoroční monzunový cyklus, způsobující střídání období dešťů (květen–říjen, průměr srážek cca 200 mm za měsíc) a výrazně suché období po zbytek roku (průměrně cca 50 mm/měsíc). Roční objem dešťových srážek v Angkoru je mezi 1 150 až 1 900 mm. Řeka Tonlé Sap je v celosvětovém měřítku unikátní, během suché části roku vytéká z jezera Tonlé Sap a po cca 120 km ústí do Mekongu, po část období letního monzunu zvednutá hladina Mekongu její tok obrací. Během letního monzunu je podloží Angkoru vodou nasyceno až k úrovni terénu a lokalita bývá vystavena povodním; v suchém období roku hladina podzemní vody klesá do hloubky 3 m (lokálně až 5 m) pod úroveň terénu. Tato pravidelnost je však v posledních letech narušena intenzivním čerpáním podzemních vod zejména pro potřebu hotelových komplexů v blízkém Siem Reapu.

Podloží chrámů se skládá z povrchové vrstvy o mocnosti cca 40 m, sahající až do úrovně kvartérních ložisek, a dále skalního podkladu, který se nachází v hloubce cca 70–80 m pod povrchem. Svrchní vrstvu půdy tvoří převážně naplavené usazeniny, tvořené vrstvami jemného písku, hlinitého a jílovitého písku nebo písčité hlíny, mezi nimi se dále nacházejí časté mezivrstvy hlín. Pod touto svrchní vrstvou naplavenin se nachází zvětralý pískovec nebo tuf z doby kenozoické. Podklad tvoří vulkanická hornina nebo pískovec z období jury [1].

Teplotní podmínky v Angkoru odpovídají tropickému pásmu – teplota vzduchu v létě přesahuje i 40 °C, v zimě neklesá pod 10 °C, obvyklým minimem je však spíše 15 až 20 °C – tzn. že chrámy v žádném případě nejsou vystaveny působení mrazu. Termografická měření provedená v rámci výzkumu CNPA prokázala, že teploty na nejintenzivněji osluněných površích chrámových staveb se v létě blíží 70 °C [2]. Slunce se během velké části dne nachází vysoko nad horizontem, takže svým zářením exponuje horizontální konstrukce výrazně více než ty svislé.

Předpokládá se, že v době výstavby chrámů a osídlení Angkoru byly sídelní oblasti prakticky zbavené dřevin. Po pádu říše v 15. století došlo k intenzivnímu prorůstání tropické vegetace do chrámových komplexů, kterou několik století nikdo neodstraňoval. Výjimkou je chrám Angkor Wat, který jediný byl osídlen prakticky nepřetržitě. U některých významných chrámů dochází k redukci a eliminaci stromových porostů od zahájení působení EFEO do současnosti. V angorské vegetaci převažuje polozelený les. Skutečnost, že pronikl do mnoha chrámů během let zanedbávání údržby, je v současnosti považována za součást přírodního a kulturního dědictví Angkoru. Jedná se zejména o stromy rodu ceiba (vlnovec), vyznačující se



## Materiálové a konstrukční řešení chrámových staveb

Typický angkorský chrám obsahuje centrální masivní stupňovitou pyramidu s jedním až pěti stupni, tvořenou kamenným pláštěm a vnitřním jádrem z hutného štěrkopísku (viz obr. 2). Na jednotlivých stupních jsou osazeny kamenné galerie, věže a sochy, výjimečně věže cihelné. V menší míře byly vybudovány i chrámové komplexy rozložené v úrovni terénu. Centrální stavba je obvykle doplněna dalšími stavbami, jako jsou galerie, knihovny, ohradní zdi, brány, mosty, vodní příkopy, jezera atd. Převažujícím stavebním prvkem jsou kamenné kvádry z pískovce nebo lateritu (viz obr. 3).

Ve výrazně menší míře je použito zdivo z pálených cihel, zejména u nejstarších chrámů z 9. až 10. století. Cihelné konstrukce ovšem tvoří samostatnou obsáhlou problematiku, proto je další text zaměřen pouze na převažující kamenné konstrukce.

Pískovec použitý pro výstavbu chrámových komplexů v Angkoru pochází převážně z lomů na úpatí blízkého pohoří Phnom Kulen, případně z prostoru parku Běng Mealea. Byly identifikovány níže uvedené tři hlavní skupiny kamene; všechny druhy jsou výrazně vrstevnaté [4].

- Šedý až žlutavě hnědý pískovec, je nejrozšířenější a je zastoupen téměř ve všech angkorských chrámech. Vykazuje vyšší pórovitost, nižší pevnost a odolnost než ostatní dva typy.

- Červený pískovec, použitý např. v komplexu Banteay Srei. Je středně odolný.

- Nazelenalá droba, použitá např. na částech chrámu Ta Keo. Je velmi hutná a odolná.

Měření pevností pískovce v tlaku provedené různými postupy [4,5] ukázalo obrovský rozptyl hodnot v rozmezí cca 20–100 MPa, a to na zdánlivě kvalitních pískovcových blocích; rozdíl pevností mezi suchým a nasáknutým pískovcem je až 20 %. Materiál je navíc značně heterogenní, pevnost v tlaku v obou směrech rovnoběžných se sedimentačními vrstvami je až řádově nižší než ve směru kolmém na vrstvy. Navíc se v konstrukcích chrámů vyskytuje obrovský podíl bloků s vysokou mírou degradace, jejichž pevnost se blíží nule.

Laterit je lokální, velmi snadno opracovatelný, ale méně odolný zvětralý pórovitý nerost červenohnědé barvy. Jedná se o zbytkový minerál, který se ve vlhkém tropickém prostředí metamorfuje ve spodních vrstvách sedimentů. Je lehký a snadno tvarovatelný řezáním, ovšem je velmi nehomogenní a porézní, takže zpravidla není vhodný pro detailní reliéfní profilaci tak jako pískovec. Laterit je obvykle použit pro základové a zabudované skryté konstrukce, u některých menších chrámů i pro pohledové zdivo některých stěn. V angkorských chrámech se vyskytují dva typy lateritu [4]:

- velmi porézní laterit, jehož velké póry byly pravděpodobně původně vyplněny kaolinitem, který byl následně odplaven;

- pisolitický laterit, který byl mj. použit i na obvodové stěny chrámů zdobených reliéfy.



▲ Obr. 2 Centrální stavba chrámu Phimeanakas, konec 10. století (zdroj: archiv autora)



▲ Obr. 3 Konstrukce stěny chrámové chodby kombinující lateritové a pískovcové bloky, chrám Ta Nei, konec 12. století (zdroj: archiv autora)

hutným a těžkým dřevem. Stromy s chrámovými stavbami vytvářejí vizuálně velmi atraktivní a unikátní prostředí.

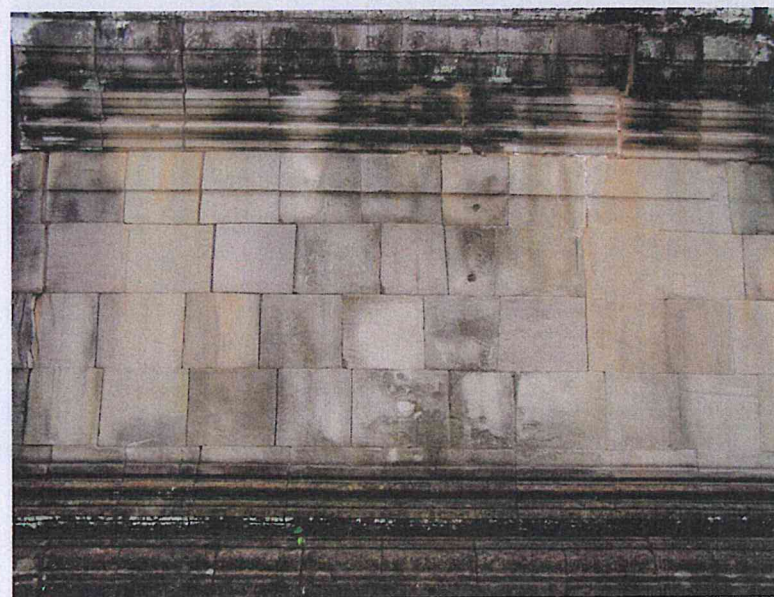
Ačkoli jednotlivé stromy způsobují ohrožení stability chrámových konstrukcí, les jako celek hraje i ochrannou roli [3]. V první řadě ovlivňuje mikroklimatické a hydrologické podmínky, vedoucí jednak ke stabilizaci půdního podloží, jednak k ochraně kamene v chrámech. Dále podporuje růst povrchových lišejníkůvých biofilmů, jejichž přítomnost je vnímána částečně pozitivně – zejména při srovnání s povrchy kamenných konstrukcí přímo vystavenými slunečnímu záření a monzunovým deštěm. Ty podléhají rozsáhlé anorganické mechanické degradaci; lišejníky degradaci zpomalují. Tato pozitivní role lišejníkůvých porostů slouží jako argument proti odstraňování některých z nich; je tak podpořeno zpomalení degradace tesaných reliéfních povrchů účinky současného klimatického prostředí.



Podloží základových konstrukcí chrámů je poměrně propustné, zastoupené převážně jílovitopísčitymi kvarténními náplavami. Typickou základovou konstrukcí chrámů je mělké plošné založení z lateritových bloků, uložených na více než třímetrovou vrstvu polštáře z písčité směsi. Touto směsí byl vyplněn prostor po vytěžené nedostatečně únosné původní zemině. Stabilizace směsí byla provedena zřejmě střídavým proléváním vodou a pěchováním po vrstvách. Nejsou použity žádné základové piloty nebo pilíře, a to ani pod masivními centrálními věžemi. Písčité polštáře přesahují obrysy vrchních částí chrámových staveb až o 10 m. Materiál směsi byl pečlivě vybírán, křemenný písek byl doplněn o podíl 5 až 40 % jílovité příměsi z kaolínové skupiny. Zkouškami byly prokázány výborné mechanické vlastnosti směsi v suchém stavu; ve vodě však dochází k jejímu rychlému hroucení, pokud není stabilizována sevřením, resp. stlačením [1]. Z tohoto hlediska je obdivuhodné, že obrovské centrální věže některých hlavních chrámů – s výškou přesahující i 40 m – stojí téměř 1000 let na písčitém polštáři, hutněném středověkými technologiemi, cyklicky namáhaném kolísáním hladiny podzemní vody. Přibližně od třicátých let 20. století byla jako jedna ze sanačních technologií používána náhrada části písčitého polštáře za železobetonovou desku.

Základové konstrukce chrámů se obvykle skládají ze základny tvořené suchými lateritovými bloky, osazenými na urovnanou horní plochu písčitého polštáře. Rozměry jednotlivých bloků jsou standardní. Nerovnoměrné stlačení podloží může vyvolat vysoké namáhání základové konstrukce, jejíž pevnost a tuhost závisí zejména na smykových parametrech, resp. na tření mezi styčnými povrchy sousedních bloků. Pokud jsou povrchy narušeny či je snížen kontakt mezi kvádry, tření se významně sníží, což následně způsobuje další deformace a poruchy. Zdivo horních částí chrámových konstrukcí bylo kladeno nasucho v pestrém uspořádání spárořezu – sloupcovém (bez převázání), neuspořádaném (náhodném) a s běžnou vazbou – viz obr. 4. Právě první typ nekvalitní skladby zdiva je poměrně častý, a to zejména u velmi rozsáhlých konstrukcí. Šířka původních spár zdiva byla téměř nulová; usuzuje se, že tehdejší stavitelé ovládali některý dosud neodhalený způsob perfektního opracování pískovce a lateritu. Kamenné konstrukce byly z kvádrů sestaveny nejprve v hrubém tvaru a poté opracovány do výsledného tvaru, typického členitostí a velmi bohatou reliéfní výzdobou. Následně byly doplněny další prvky – zdobné omítky, štuky, malby apod., ze kterých se do současnosti dochovaly pouze dílčí fragmenty. Opěrné zdi po obvodě masivu teras chrámových pyramid jsou vystaveny tlaku vnitřních pískových jader, často zvýšenému v důsledku částečného zvodnění jádra. Téměř nulová tloušťka původních spár mezi jednotlivými bloky opěrných stěn umožňovala vytékání vody infiltrované do jádra a současně zamezovala vyplavování jeho materiálu na povrch. Stabilita, resp. odolnost těchto gravitačních stěn proti posunutí v patě je zajištěna pouze jejich masivností; zdi současně podporují konstrukce realizované na hranách jednotlivých teras. Zdi zpravidla tvoří vnitřní vrstva lateritových bloků a vnější pohledová vrstva z pískovce (viz obr. 5). Zaklopení horních ploch teras pyramid je obvykle provedeno rovněž pískovcovými bloky.

Vodorovné konstrukce tvoří pískovcové překlady, architrávy nebo přečnělkové (nepravé) klenby. Překlady nad dveřními a okenními otvory i architrávy podporující paty kleneb, zastřešení chodeb a galerií jsou tvořeny masivními kvádry. Kamenné lemy obvodu otvorů s balustrádovou výplní jsou řešeny z rozměrných pískovcových bloků (i v lateritových stěnách), často s klínovým tvarem styků. Khmérští stavitelé neznali působení oblouku, proto pro zastřešení galerií, chodeb i věží používali nepravé klenby. Princip spočívá v uspořádání vodorovných kvádrů na sebe tak, že bloky vyšší vrstvy konzolově přesahují spodní vrstvu (viz obr. 6). Pod klenbami galerií některých chrámů byly vloženy stropy, resp. podhledy z dřevěných desek s vyřezávanými reliéfy, v současnosti již nedochované. Vodorovné



▲ Obr. 4 Příklady spárořezu zdiva chrámových zdí – sloupcový, náhodný, s vazbou (zdroj: archiv autora)

konstrukce jsou podpírány jednodílnými (monoblokovými) sloupy, skládanými pískovcovými pilíři nebo zděnými stěnami. Součástí chrámových komplexů tvořila obvykle umělá vodní díla, nejtípciější byl vodní příkop po vnějším obvodě ohradní zdi (viz obr. 1)





▲ Obr. 5 Dvouvrstvá opěrná zeď opláštění stupně pyramidy se zhroutilou vnější pískovcovou vrstvou, chrám Bakong (zdroj: archiv autora)



▲ Obr. 6 Nepravá klenba angorského chrámu ve stavu narušené stability a probíhajícího kolapsu, chrám Ta Nei (zdroj: archiv autora)

▼ Obr. 7 Konstrukce vnější přístupové cesty – tzv. causeway, chrám Baphuon, polovina 11. století (zdroj: archiv autora)



anebo jezera v zelených plochách uvnitř areálu. U velkých chrámů tvořily součást jejich vnitřních prostor bazény, některé menší chrámy byly umístěny doprostřed vodní nádrže. Angkorské pláně jsou často cyklicky zaplavovány v době monzunů. Pro přístupy a přechody přes vodní a zaplavované plochy byly budovány vyvýšené cesty hustě podepřené pilíři, tzv. causeways (viz obr. 7). Chrámové stavby byly opatřeny systémem pro zachycení a odvedení dešťové vody, jenž zajišťoval ochranu jejich uživatelů i stabilitu konstrukcí, a to zejména v období monzunu. Pokud byla zachována jejich těsnost, vnitřní a vnější odvodňovací opatření zajišťovala efektivní a kontrolovaný odvod dešťové vody. Jednalo se zejména o dešťové drážky, žlaby a tunely, odvádějící vodu

z povrchu pyramidových plošin. Obvykle se nacházejí v pochozí dlažbě a jsou vedeny pod galeriemi. V současnosti, v souvislosti s celkovou degradací konstrukcí chrámů, je tento odvodňovací systém narušen a svou funkci prakticky neplní (viz obr. 8). Opatření odvádějící posvátné tekutiny používané při náboženských obřadech tvoří samostatný systém.

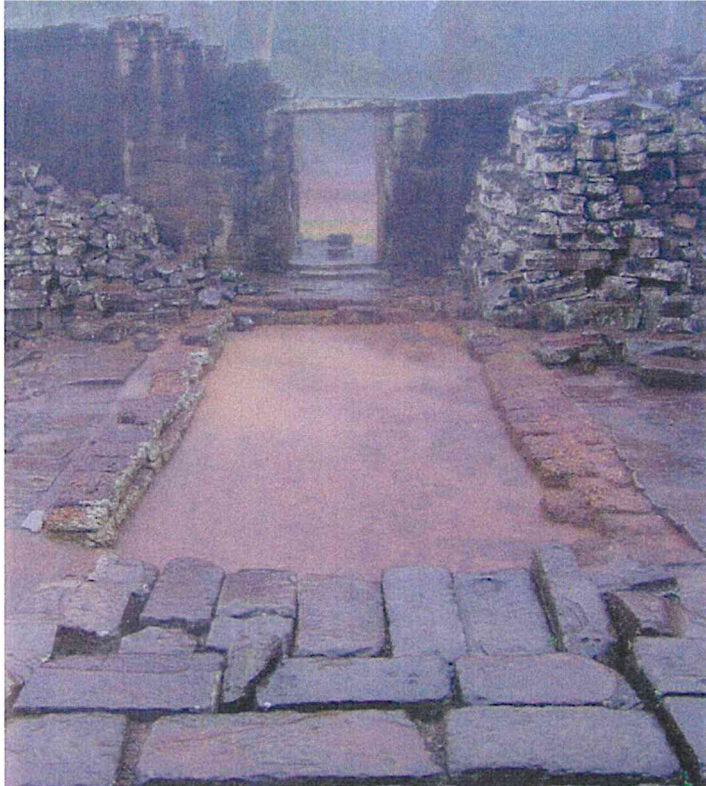
Výstavba chrámů byla ukončena na přelomu 14. a 15. století. V průběhu celé jejich historie nebyly chrámové stavby příliš dotčeny přestavbami (asi s výjimkou chrámu Baphuon, v 16. století částečně přestavěného do podoby ležícího Buddhy). Případné dílčí zásahy se omezovaly na odstranění symbolů předchozího náboženství, jinak lze do doby opuštění Angkoru předpokládat běžnou údržbu, spojenou s užíváním chrámů. Nejzásadnější zásahy tak přišly až po polovině 19. stol., se zahájením záchranných prací; oblast Angkoru patří mezi historická průkopnická pracoviště v oblasti využití železobetonu při rekonstrukcích. V chrámových konstrukcích jsou tak zabudovány železobetonové stěny, stropy (viz obr. 9), překlady, pilíře, vzpěry, ale i dřevěné podpory a rozpěry (původně zřejmě zamýšlené jako dočasné). Některé z dříve provedených zásahů jsou však v současnosti považovány za nevhodné, v rozporu se současnou chartou pro ochranu a restaurování památek Angkoru [3]. ■

Příspěvek byl zpracován s laskavou podporou APSARA Authority.

#### Zdroje:

- [1] IWASAKI, Y.; M. FUKUDA; R. MCCARTHY; M. ISHIZUKA; T. NAKAGAWA; L. VANNA. Authenticity of the Soils and Foundation of Heritage Structure of Bayon Temple, Angkor, Cambodia. In: International Symposium on Geotechnical Aspects of Heritage Structures ISGHS Chennai 2019, IIT Madras, Chennai, India, 2019.
- [2] KRANDA, K.; J. PAŠEK; J. SVOBODA; H. P. GAYA. Time-resolved Thermo-imaging of Sandstone Structures. Unpublished Lecture, ICC – Angkor Conference, Siem Reap, December 2009.
- [3] ANGKOR CHARTER: Recommendations for the Conservation and Restoration of Angkor Monuments. APSARA/UNESCO, 2012.
- [4] UCHIDA, E.; Y. OGAWA; N. MAEDA; T. NAKAGAWA. Deterioration of Stone Materials in the Angkor Monuments, Cambodia. In: *Engineering Geology* 55 (1999), pp. 101–112, Elsevier, 1999.





▲ Obr. 8 Nefunkční odvodnění plošiny chrámové pyramidy a z toho vyplývající důsledky, chrám Bayon, přelom 12. a 13. století (zdroj: archiv autora)



▲ Obr. 9 Novodobý železobetonový strop chodby, tvarová replika původního dřevěného podhledu, chrám Baphuon (zdroj: archiv autora)

[5] PAŠEK, J.; K. KRANDA. Existing Analysis and Evaluation of the Observed Structural Faults in Standing Constructions of Angkor. Published lecture, 21<sup>st</sup> Technical Session of International Co-ordinating Committee for the Safeguarding and Development of the Historic Site of Angkor Meeting, Siem Reap, June 2012, pp. 105–107.

[6] SOK, C. *Angkor Water Crisis*. The UNESCO Courier, April 2017.

[7] PAŠEK, J.; H. P. GAYA. Numerical Simulations of the Static Behaviour of Stone Temples in Angkor, Cambodia. In: *WTA CZ*, Vol. 9, No. 3, Prague, pp. 16–21, 2011.

[8] PAŠEK, J.; H. P. GAYA. Numerical Simulations of the Influence of Temperature Changes on Structural Integrity of Stone Temples in Angkor, Cambodia. In: *Applied Mathematics and Computation 267 (2015)*, pp. 409–418, Elsevier, 2015.

[9] PAŠEK, J. Authenticity of the Medieval Temple Complex of Angkor in 21<sup>st</sup> Century. In: *7<sup>th</sup> Architecture in Perspective 2015*. VŠB-TU Ostrava, 2015. s. 134–139.

[10] HOSONO, T.; E. UCHIDA; C. SUDA; A. UENO; T. NAKAGAWA. Salt Weathering of Sandstone at the Angkor Monuments, Cambodia: Identification of the Origins of Salts Using Sulfur and Strontium Isotopes. In: *Journal of Archaeological Science 33 (2006)*, pp. 1541–1551, Elsevier, 2006.

inzerce

## english synopsis

### Technical State of the Stone Temples in Angkor, Part 1

Archeological park in Cambodian Angkor is the world famous and unique construction and archeological working site. It consists of hundreds of stone monuments dating back to the medieval Khmer Empire – many of them are slowly decreasing and falling apart. Czech National Project representatives at Angkor cooperate with APSARA Authority, and they examine and assess the technical state of the constructions and the surrounding environment influencing the monuments. The possibilities of their further protection are part of the task.

#### klíčová slova:

památky UNESCO, architektura, konstrukce nosné, konstrukce základové, řešení konstrukční

#### keywords:

UNESCO monuments, architecture, load-bearing constructions, base constructions, construction solution

## I. ROČNÍK MEZINÁRODNÍ KONFERENCE

STŘEDNÍ MORAVA  
KŘÍŽOVATKA DOPRAVNÍCH  
A EKONOMICKÝCH ZÁJMŮ

LUHAČOVICE  
13. 5. 2021

[www.konference-morava.cz](http://www.konference-morava.cz)

Konferenci pořádá:

