

Rekonstrukce neolitických domů a jejich 3D zobrazení

Príspevek se zabývá přehledem dosavadních názorů na rekonstrukci neolitických domů. Navazuje na klasické představy ze šedesátých let minulého století. Upozorňuje na nové poznatky především nálezů dřevěného roubení neolitických studní, kde jsou doloženy relativně vyspělé tesařské techniky spojování dřevěných prvků staveb. Autoři předpokládají, že podobné techniky se musely projevit i na stavbách neolitických domů. Z této téze vychází jejich 3D rekonstrukce a vizualizace staveb.

■ Ivan PAVLŮ

Petr VAVREČKA

Archeologický ústav AV ČR,
Praha, v. v. i.

Nové poznatky k rekonstrukci neolitických domů

Množství poměrně dobře prozkoumaných půdorysů neolitických domů, poněkud s lineární keramikou, menší množství s vypíchanou a pozdně neolitickou keramikou, podporovalo již od počátku (*Buttler-Haberey 1936*) snahu rekonstruovat nadzemní část stavby. Časem se ustálila představa základních principů takové rekonstrukce, která je poplatná na jedné straně našemu modernímu chápání „primitivní“ architektury v neolitu a na druhé straně etnograficky doloženým stavbám z různých částí světa především jižní a jihovýchodní Asie. Kromě archeologicky doložitelné substrukce kůlové kostry staveb nemáme přímé doklady vzhledu nadzemní části. Výjimkou je stále dosud unikátní model domu ze Střelice (*Palliardi 1916*), který je ale datován v kontextu s moravskou malovanou keramikou. To by ovšem neškodilo, pokud připustíme, že se jedná o symbolický předmět, který může zakonzervovat stav

kulturně o stupeň starší. Geneticky nemůžeme naši neolitickou architekturu srovnávat ani se staršími stavbami z oblastí na Předním východě nebo Balkáně, protože situace evropských staveb ukazuje na první pohled zcela rozdílnou dispozici i použitý materiál. Její genetický základ není dosud dostatečně vysvětlen (*Lenneis 2004*, 151). Naproti tomu etnografické paralely pocházejí ze současnosti, ale z prostředí kulturně málo srovnatelných s evropským neolitem a především z oblastí klimaticky odlišných, což podstatně určuje celkové uspořádání jednotlivých prvků celé stavby.

Standardní rekonstrukci neolitického domu a její principy shrnula A. Coudart v kontextu dosavadních faktů i v souvislostech s vlastními zkušenostmi studia etnografických společností na Nové Guineji (*Coudart 1998*, 62–69). Uvnitř domu byly vztyčeny trojice stojek z kulatin nesoucích střechu, které lemovaly v průměru menší a hustěji rozmístěné kůly, tvořící kostru stěn. Tyto řady kůlů byly podélně propojeny vaznicemi uprostřed hřebenovou, po stranách středovými a na konci stěnovými, které nasedaly obvykle na vidlici nebo žlábek v horním ukončení sloupů. Spojení sloupů a vaznic bylo zpevněno ovázáním provazem nebo jiným rostlinným materiálem. Kostru střešní krytiny tvořily krokve propojené vodorovnými latěmi, všechny spoje zpevňovalo tenké ovázání. Podobná kůlová konstrukce je ještě v historické době doložena v Nepálu (*Gerner 2003*, 25) a svazování spojů je uváděno z lidové architektury v Andalusii (*Coudart 1998*, fig. 55), kromě analogií z Pacifiku. Tam je také doloženo podélné umístění vaznic a další detaily. Pro neolit bylo příčné propojení odmítnuto pro nesoulad umístění více kůlů v přímce a navrženo jejich propojení po dvojicích typy pí (*Soudský 1966*, obr. 5 a 6). Umístění vaznic do žlábků je také etnograficky potvrzeno, ale předpokládá se, že pro pohyb ze stran by konstrukce musela být

upevněna lany. Proto v rekonstrukcích skutečně stavěných se dává přednost uložení vaznic ve vidlicích sloupů.

Archeologicky dokládané půdorysy neolitických domů představují svéráznou architekturu trvající po dlouhé období, která se v principu neměnila od poloviny šestého tisíciletí př. Kr. až do konce pátého tisíciletí př. Kr. Celé toto období můžeme dělit na čtyři etapy. První je etapa nejstarší lineární keramiky, další klasické lineární keramiky, potom klasické vypíchané keramiky a nakonec lengyelské nebo pozdní vypíchané keramiky. V těchto čtyřech etapách, z nichž každá trvala zhruba 300–400 let, se objevují půdorysy s odlišnými charakteristickými detaily. V nejstarší jsou to dodatečné žlábkové vně stěn, které lemují obvykle jen středovou část půdorysu a trojice velkých a hlubokých kůlových jamek na přechodu střední severní části domu (*Pavlů 1981*; *Stäuble 1997*; *Lenneis 2004*). Ve druhém období jsou půdorysy téměř standardizované v celé obrovské oblasti střední Evropy jen s určitými variantami v detailech, jako je konstrukce severní části, uspořádání kůlů ve střední části, nebo různě husté kůly v jižní části, případně detaily jižní stěny. Na pohled ale je tato architektura po dlouhé období málo variabilní. Teprve ve třetí etapě narůstá variabilita celých půdorysů, které mají zdvojené kůly ve stěnách a stěny jsou vypouklé, takže půdorys připomíná tvar lodi. Celkově je architektura tohoto období velmi individualizovaná. V závěrečném období našeho neolitu, zhruba ve druhé polovině pátého tisíciletí př. Kr., se architektura výrazně obměňuje nejen tvarem, který dostává trapezovitý půdorys, ale i konstrukčně. Vnitřní konstrukční trojice kůlů jsou mnohem řidší (*Soudský 1969*), což svědčí o tom, že nosná konstrukce střechy byla vyřešena novým způsobem a prostor uvnitř domu se podstatně uvolnil.

Střelický model v principu potvrzuje naše představy o nadzemním vzhledu domu, který nelze archeologicky doložit. Dlouhé stěny jsou podpírány spíše hranoly než kulatinou. V kratší stěně není vidět příčná vazba pod střechou, jak bývá někdy rekonstruováno. To by svědčilo spíše o existenci podélného uspořádání vaznic na konstrukčními sloupy. Hřbetní vaznice i krokve vystupují nad krytinou střechy a zdá se, že jsou zhotoveny z jednoho kusu. Je vidět, že krokve byly na hřbet položeny odděleně a také, že neleží na opěrách stěn. Z modelu nevyčteme ale jeden podstatný prvek, a to jsou druhy použitých vazeb.

Současné principy rekonstrukce

Shora uvedená představa o rekonstrukci neolitických domů se zdá odpovídat všem dosud známým nebo představitelným skutečnostem, a proto můžeme soudit, že podávají ideální obraz nadzemního vzhledu architektury. Bereme-li do úvahy především půdorysy klasické etapy lineární keramiky, liší se jejich dispozice nestejným výskytem jižní a severní části ve spojení se střední částí. Střední část jako hlavní obytný prostor nikdy nechybí. Jižní a severní části, o jejichž funkci se zatím diskutuje, se nemusí vždycky vyskytovat. Přitom nejsou viditelné doklady přístaveb nebo oprav konstrukce, takže jednotlivě odlišné dispozice staveb byly projektovány jako celek od počátku.

Nová fakta o tesařských technikách v neolitu přinesly nálezy roubených šachet studní (Weiner 1998a; Stäuble-Campen 1998). Tyto nálezy dokládají znalost radiálního štěpení velkých dubových kmenů na fošny lichoběžníkovitého profilu pomocí dřevěných klínů (Lobbiser 1998). Archeologicky bylo používání štěpených kůlů pro konstrukční sloupy domů doloženo již dříve v Holandsku (Modderman 1986). Zde byly použity kůly štěpené na polovinu nebo dokonce na menší segmenty. Hlavním přínosem nálezů neolitických studní jsou však doklady tesařských spojů. Je to především technika kámpování, kterou byla zahákována nároží roubených šachet. Druhou technikou je spojování pomocí čepů, což bylo použito v nejspodnějším patře studny

z Erkelenz-Kückhoven (Weiner 1998b). Tyto nálezy vedly k vytvoření vývojové řady tesařských spojů, která směřovala od vidlic, přes čepy k zahrdlení (Germer 2003, 19). Uložení do vidlic nemuselo být vždy svazováno. Jednotlivé druhy spojů mohly vzniknout nezávisle na kulturním prostředí, kde jsou doloženy. Doklady pocházejí vesměs z alpské oblasti nákolí ze čtvrtého tisíciletí př. Kr., ale nálezy studní svědčí o znalosti těchto tesařských technik mnohem dříve, již od šestého tisíciletí př. Kr.

Můžeme se proto domnívat, že znalost vyspělých tesařských technik demonstrována na stavbách studní byla odpovídající formou využívána i při stavbě domů. Nevíme, jestli domy byly budovány nějakými již v neolitu specializovanými řemeslníky, pravděpodobnější je představa, že se na stavbě podíleli členové jedné rodiny případně s pomocí další příbuzných. Podle podání a velikosti společenství lze předpokládat, že každá rodina byla někdy nucena postavit dům zcela samostatně a uplatnit při tom svoje znalosti, jak to provést. Takové znalosti nemusely být vždy praktické, ale spíše napodobovaly dosud dochované stavby v okolí daného místa. Také znalost vyspělejších tesařských technik neznamovala, že byly uplatňovány při každé stavbě. Mezi prozkoumanými půdorysy jsou zřetelné rozdíly v kvalitě stavby, a proto soudíme, že v neolitické architektuře byla uplatňována celá škála způsobů především ve spojování jednotlivých částí konstrukce. Tedy všechny druhy historicky vzniklých vazeb, které můžeme v neolitu předpokládat i zčásti doložit.

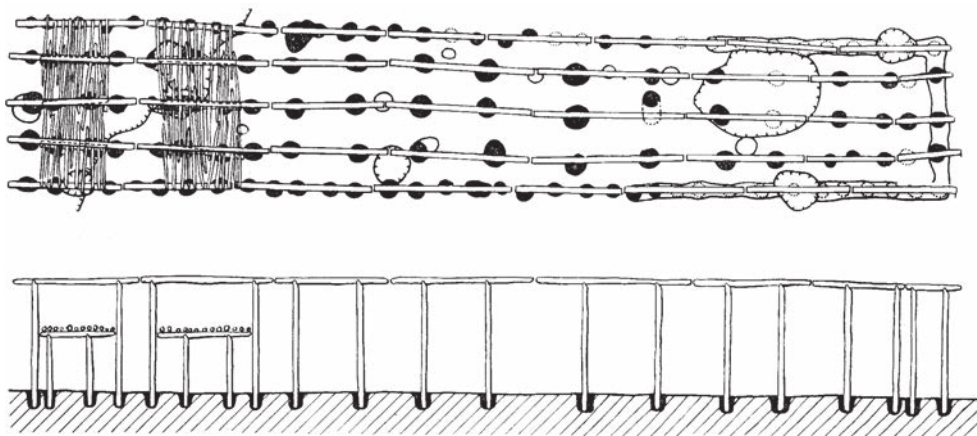
Před rekonstrukcí domu musíme nejdříve řešit otázky velikosti nadzemních částí. Jsou to výška stěny, výška hřbetu a s tím související sklon střechy. Předpokladem je sedlová střecha, která zatím nebyla nikdy zpochybněna. Půdorys domů významně kolísá v délce, ale minimálně v šířce stavby. Pro sídliště v Bylanech byl zjištěn index délka/šířka, jehož rozdělení četností lze rozdělit na modální třídy relativně širší a užší na hranici indexu 2,8. Délka střední obytné části domů jako druhé kritérium vykazuje modální hranici

kratších a delších částí v hodnotě 14,0 m. Kombinací těchto dvou velikostních charakteristik bylo stanoveno velikostní třídění půdorysů na relativně malé, střední a dlouhé domy (Pavlu 2000, 191; obr. 6.0.3.a), přičemž půdorysy s menším indexem a delší střední částí nebyly zjištěny. Toto třídění vyjadřuje určitou kombinaci velikosti parametrů domu, kterou bychom mohli označit jako charakteristiku druhu budovy.

Sklon a tvar střechy závisí na půdorysu, druhu budovy, na architektonickém řešení a hladkosti krytiny (Kobout – Tobek – Müller 1996, 75). Jestliže obdélníkový půdorys a architektonické řešení, které představuje sedlová střecha, považujeme u neolitických domů za konstantní, potom zbývají jen dvě kritéria. To by znamenalo, že sklon střechy se mohl lišit u malých, středních a velkých domů definovaných podle výše uvedených parametrů. Krytina byla nepochybně hrubší, ať již uvažujeme rákos, slámu nebo drny. Pokusili jsme se rekonstruovat tři typické půdorysy velkých domů (Pavlu 2000, obr. 6.2.1.a) za předpokladu, že sklon střechy činil průměru 45°, kde výška střechy nad stěnovou vaznicí je polovinou šířky domu. Výška stěny by dosahovala 1,65 m podle vztahu k průměrné výšce osob (Pleinerová 1984). Nižší sklon střechy je vzhledem k hrubosti krytiny nepravděpodobný. Vyšší sklon střechy, který by tomu odpovídal, by vedl zase k velké výšce středových sloupů. I při průměrně uvažovaném sklonu dosahuje výška středového sloupu 5 m (Pavlu 2000, 192). Tyto modelové míry nemusely být u staveb všech tří druhů dodržovány. Lze si představit, že sklon střechy malých a užších domů byl větší, nebo že jejich stěna byly nižší. V jakých mezích se tyto parametry pohybovaly, nedovedeme zatím stanovit. Nové poznatky k rekonstrukci neolitických staveb lze vhodně testovat na 3D modelech (Vavrečka 2011).

Klasické schéma rekonstrukce

Dnes již klasické schéma rekonstrukce křivé kostry neolitického domu (Soudský 1966, 26), v principu přetrvalo několik desetiletí



■ Obr. 1. Klasické schéma rekonstrukce (podle Soudský 1966).

(**obr. 1**). Nové pojetí se týká otevřené jižní sekce domu (*Stäuble 2005*) nebo vyvýšené podlahy domů (*Rück 2005*). Obojí zůstává ve stadiu hypotéz. Pokud se týká vlastní konstrukce, nové je především pojetí různých vazeb mezi kůly, kde můžeme předpokládat mnohem větší variabilitu u používání různých druhů spojování jednotlivých částí konstrukce. Oproti dosavadním rekonstrukcím a s ohledem na výše uvedené doklady z konstrukce dřevěných šachet studní je pravděpodobné, že vidlice a ovažování nebyly jediným nebo výlučným způsobem spojování různých prvků. Můžeme si představit, že zejména u velkých domů s výrazně pevnou konstrukcí, na kterou některé půdorysy ukazují, bylo již využito také různých způsobů hákování pomocí zářezů nebo spojování pomocí čepů. Krovy mohly být pomocí zářezů zachyceny jak na hřbetní tak i střední a stěnové vaznice. Vaznice samy mohly být mezi krátkými úseky při úsecích mezi sebou plátovány. Konstrukční kůly stěn mohly být začepovány

do stěnových vaznic. Nelze ovšem vyloučit, že všechny tyto spoje byly ještě dodatečně zpevněny ovažováním. Zásadní změna zřejmě nastala až s konstrukcí trapézovitých domů z pozdního neolitu. Soudíme, že tato změna se týkala již důsledného používání různých tesařských spojů, které byly využity ke zjednodušení celé konstrukce, aniž by se snížila její pevnost.

Konečně zůstává problematika konstrukce některých detailů, jako je stavba stěny, problém nadzemní podlahy, existence určitých otvorů ve stěně případně ve střeše aj. Stavba stěn odpovídá funkci jednotlivých částí. Na jihu se někdy uvažuje o otevřených nekrytých stěnách (*Stäuble 2005*). V severní části jsou stěny budovány naopak velmi pevně, především u těch domů, které mají zachovány žlábkové v těchto místech. Stěny mohly být zbudovány z kulatin nebo půlkulatin postavených na sraz, výjimečně také z kolmo postavených fošen. Naproti této představě je konstrukce domu z Hrdlovky vysvětlována: „... spíše šlo o kombinaci vodorovně usazovaných trámů na žlábk se svisle zapuštěnými kůly v pravidelných odstupech...“ (*Beneš 1991, 34*). To je představa jakéhosi srubového ukončení domu, ale očekávaný přesah trámů v rozích není nikde doložen. Nejnovější dosud nepublikované zpracování ukazuje spíše na fošny postavené na sraz a podepřené z vnější strany sloupy (*Vondrovský 2011*), podobně jako je stěna rekonstruována v mladším rössenském domě z Indenu (*Kuper 1979*).

Představu o rekonstrukci neolitického domu podstatně mění návrh

vyvýšených podlah, které by vyrovnávaly rozdíly ve výšce terénu. Tento návrh byl demonstrován na příkladu řady německých sídlišť, kde jsou domy situovány severní stranou proti svahu. Vyvýšená podlaha se zdvihá od severní části, která může být i zahlobená, směrem k jihu, kde dosahuje převýšení až jeden metr nad terénem. Prostor pod podlahou mohl být využit různým způsobem (*Rück 2007, 140–142*). Argumentováno je analogiemi z oblasti Indie a především klimatickými podmínkami, které v období lineární keramiky měly být velmi vlhké a relativně chladné. Existenci podlah nelze skutečně vyloučit, protože by to vysvětlovalo absenci úrovně podlah v archeologických nálezech, kde nebyly nikdy doloženy. Za předpokladu, že podlaha domu ležela v úrovni původního terénu, byla by pravděpodobnost jejího nalezení větší. Využívání prostoru pod podlahou by mělo svoji logiku také vzhledem k situaci v předovýchodní architektuře. Domy na sídlišti v Bylanech jsou však stavěny příčně do svahu případně diagonálně ale v opačném směru, takže jižní část je výše a musela by být zahlobena, nebo severní část vyvýšena. Podlaha by mohla hrát roli v izolaci domu od vlhkosti. Její usazení na nosné trojice kůlů by nemělo být obtížné. Lze soudit, že tato úprava neolitických staveb nebyla sice vyloučená, ale ani patrně nutná ve všech případech.

Ještě možno dodat problematiku uspořádání interiéru v jednotlivých částech domu. Domy byly jedno-, dvou- a trojdielné. Jednotlivé části byly oddělovány trojicemi umístěnými v kratších vzdálenostech od sebe, které se nazývají koridory. V těchto koridorech mohly být budovány příčné stěny, které by jednotlivé prostory uzavíraly. Někdy se uvažuje v těchto místech o bočních vchodech, ale většinou je hlavní a často jediný vchod umístěn do jižní čelní stěny. Vnitřní uspořádání je funkcí rozestupů konstrukčních trojic. V hustě uspořádaných trojicích jižní části je obvykle rekonstruováno podlaží, kam mohou být umístěny zásoby. Ve středové části obytného dílu bývají trojice obvykle uspořádány nesymetricky, což by svědčilo o existenci nějakého centrálního společenského



■ Obr. 2. Detail vazby trámové konstrukce.

místa, ohniště a podobně. Severní část by měla odpovídat počtu obyvatel podle počtu trojic a vytvářet jakési ložnice, možná oddělené příčkami. V neolitu se neuvažuje, případně nebylo doloženo, o stání pro dobytek jako v pozdějších stavbách doby železné. Méně nezbytné bylo zřejmě vytváření okenních otvorů ve stěnách. Naproti tomu jako možné lze považovat větrací otvory v čelních stěnách u hřbetu, které by sloužily k odvádění kouře z otevřených ohnišť uvnitř (Coudart 1998, obr. 73).

Vizualizace a 3D rekonstrukce

Psal se rok 1990, když se v anglickém městě Southampton konalo pravidelné mezinárodní zasedání organizace CAA, která slučuje matematiky, počítačové experty a odborníky v oblasti archeologie. Zde se poprvé použil termín „virtuální archeologie“. Paul Reilly, jenž tento termín vyklá, měl představu o využití počítačové techniky k usnadnění výzkumných prací a tvorbě 3D modelů. Tato pouhá vize se postupně rozšířila až o rekonstrukci, doslova obnovení minulosti (Ryan 2001).

Obnovení podoby neolitických domů je předmětem mnoha studií a mezi odborníky panují rozdílné názory. Není divu. Z důvodu nedochování většiny nadzemních konstrukčních prvků je podoba pouze domnělá. Mnohé prvky lze vypořizovat z dochovaných keramických modelů, např. vzácný lengyelský model ze Střelice na Moravě (Palliaridi 1916), či model neolitického domu Veluško-Porodinské grupy (Benac a kol. 1979). Tyto modely jsou ale velmi abstraktní, symbolické a pravděpodobně nepředstavují zcela reálnou podobu tehdejší architektury. Jelikož etnograficky doložené stavby z mnoha míst světa se různí dle přirozeného prostředí, časových etap a kulturně společenských faktorů, tak není ani možné zavrhnout žádné předkládané hypotézy o konstrukčním řešení nadzemní části, které vychází z regionálních zkoumaných oblastí. V tomto článku se tedy omezujeme na ideální rekonstrukci střeoevropského neolitického domu mírného pásu České Vysočiny a východní části Západních Karpat.

Vizualizace neolitického domu 3D je vytvořena na půdorysu dlouhého domu ze sídlíště Bylany. V této oblasti byla variabilita stavebních prvků malá a prakticky zde bylo pouze několik úprav. V pozdějších fázích neolitu se však diverzifikace konstrukce zvyšuje a téměř každá stavba je jiná s řadou svérázných detailů vnitřní konstrukce (Pavlů 2000, 34).

Zkratka 3D či 3-D odpovídá výrazu „trojdimenzionální“ a představuje prostředí, jenž lze popsat třemi rozměry (x, y, z). Na rozdíl od kresby, která je pouze dvoudimenzionální. Modely mohou být vytvořeny na počítači člověkem pomocí modelovacích nástrojů, nebo se automaticky vykreslí podle měřicího přístroje ze skutečné předlohy. Pro 3D rekonstrukci neolitických domů bohužel druhá možnost odpadá. Za pomoci archeologických poznatků je ručně vytvářena možná podoba domu neolitické společnosti. Takto vytvořený model lze podle Mgr. Ondřeje Maliny rámcově rozdělit do dvou skupin (2008), na analytické a vizuální zobrazení. Obě se od sebe těžko oddělují a většinou se prolínají, ale základní charakteristiku lze uchopit tak, že analyticky zobrazený model slouží přednostně jako zdroj dat o zkoumaném objektu, jenž je prezentován modelem. Dokážeme tak dopočítat objemy, velikosti, množství vytěženého materiálu a další prostorové analýzy. Zobrazení vizuálního modelu naopak představuje výstup okem vnímaného objektu, který může být i do značné míry neobjektivní k reálnému základu. Vždy záleží na věrohodnosti vstupních dat. Nachází uplatnění především v prezentaci již hotových výsledků a tam, kde předložené výstupy neslouží jako podklad pro další analýzy a měření, ale především pro vizualizaci a animaci (Malina 2008, 212). Konkrétní ilustrovaný model neolitického domu z Bylan je právě onou prolínající se kombinací. Staví na doložených archeologických poznatcích a chybějící data doplňuje z hypotéz, domněnek a individuálního přístupu. Model 3D je vytvořen z několika vrstev stavebních částí a vyobrazen způsobem, jenž přehledně a jednoduše zobrazí celkovou podobu neolitického domu. Ilustrace jsou ale pouze vizuálním výstupem a nelze s nimi dále

pracovat. Naproti tomu, se samotným modelem lze nadále provádět analytické pokusy a měření.

Neolitický dům v kontextu pravěké architektury

Pravěká stavařina z hlediska dovedností a technických možností byla na daleko vyšším stupni, než se do nedávna spekulovalo (Sklenářová 2003, 11). Pozůstatky zachovalých kůlových jam nám dávají mnohé informace o změnách stavebních prvků neolitických domů: rozměrů, dispozičního řešení zkoumaných půdorysů a jejich konstrukční zvláštnosti, k nimž patří především postranní žlábků a například trojice hluboko zapuštěných nosných kůlů na přechodu střední a severní části domů, jež měly za účel zpevnit konstrukci ze slabších sloupů. (Coudart 1998). Dále pravděpodobný výskyt domu s povalem v jižní části (Soudský 1966, 29), dle zhuštění nosných a podpůrných kůlů, nové poznatky o znalosti spoju a tesařských technik, díky nálezům již zmíněných roubených šachet studní (Stäuble a Fröhlich 3/2006, 16–21), etc. Oproti tomu nedochované nadzemní části domu, jejich konstrukční řešení, užití spoje sedlové



■ Obr. 3. Pohled dovnitř konstrukce domu.

střechy a celkový vzhled nám dopomůže zobrazit právě ona rekonstrukce, nejlépe v trojdimenzionálním zobrazení. Díky modelovému řešení a technologickému pokroku lze přímo simulovat stavební postup, který dokáže upřesnit, či upravit stávající domněnky, připojit model příslušné krajiny a rozšířit tak možnosti dalších analýz, vytvořit poutavou animaci (Kadlčíková 2007, 12), prohlédnout si onu konstrukci ze všech úhlů, vyzkoušet nová řešení a následně postoupit případné kritice. Taktéž nelze opomenout stále sílící oblibu tohoto způsobu prezentace u široké veřejnosti, zvláště u mladých lidí.

Rekonstrukce domu 41 z Bylan

Pro 3D rekonstrukci neolitického domu byl vybrán jeden ze vzorových dlouhých neolitických domů na sídlišti v Bylanech, dům č. 41, dle výzkumu z roku 1954 a 1961, pod vedením Bohumila

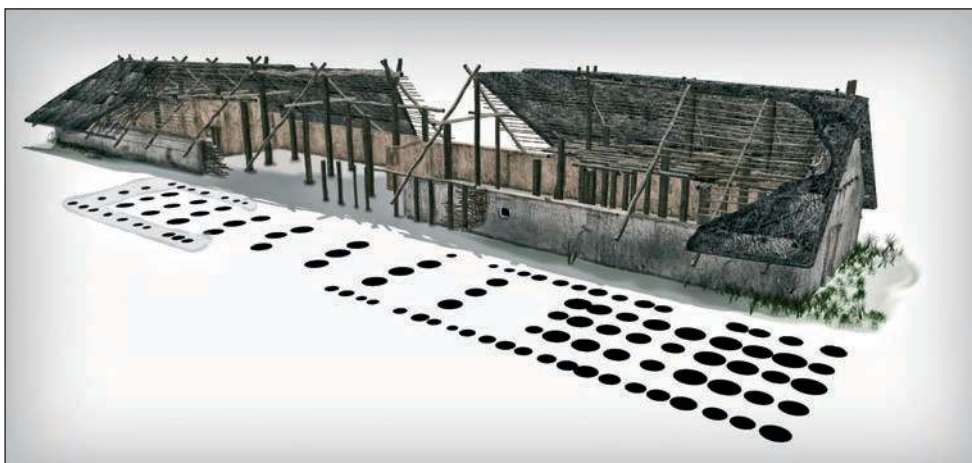
Soudského. Jedná se o křivou konstrukci domu s dochovanými křivými jamkami o průměru 30–120 cm a křivými otisky o průměru 10–46 cm. Pravděpodobně trojdílně řešený dům. V zadní části se objevily tzv. postranní žlábkové – několik desítek cm široké a hluboké pásy odlišitelné od zbylé půdy (Soudský 1966, 28), které měly za úkol zpevnit základovou konstrukci u nejstarších domů (Pavluš 2007, 56). Sloupce v této části stavby neměly průřez kruhový, ale pravděpodobně trojúhelníkový, tj. šlo o podélně štípané kulatiny klínem, jež by mohly být podloženy plochými kameny proti zapadávání (Sklenářová 2003, 12). Dům neměl v prostřední části zachovalé stěnové kůly, přestože všechny byly v terénu viditelné. Dům totiž nezaujal postupně, ale shořel. V této rekonstrukci je zachována dispozice půdorysu tak, jak je archeologicky doložena, proto je tato část vymodelována pouze s propletaným jádrem stěny, která není

vázána na zahloubené kůly. Stěny rozumíme jako svislou konstrukci obklopující ze stran vymezený prostor, bez ohledu na stavební techniku a materiál (Sklenářová 2003, 18). Ty jsou zvoleny jako vyplétané a omazané hlínou dle tradičního vesnického stavitelství. Jako doklad této konstrukce jsou nálezy mazanice. Hlína byla vybírána z bezprostřední blízkosti chat a tak vznikly tzv. „stavební jámy“, do kterých se ukládal odpad (Vokolek 1993, 11). Výška stěny by mohla být o něco nižší, než 1,65 m, uváděných dle provedených archeologických pokusů (Pavluš 2000, 131). Stěna by dosáhla i minimální výšky kolem 1 m a stísněný prostor z vnitřní strany by sloužil k úschově potravin a k přenocování, jelikož v menším prostoru se lépe udržuje potřebná, stabilní teplota a zmenšila by se i předimenzovaná výška okolo 5 m u středových sloupů (Vavrečka 2011, 24). V konkrétním domě č. 41 ale přihlížím k možnosti zvýšené podlahy a povalu v jižní části domu, proto je zde nízká stěna nevhodná. Sklon sedlové střechy (Pleinerová 1984) se v modelu pohybuje od jižní části 43° k severní části domu 40°. Středový sloup tak dosahuje výšky až 4,8 m. Dům se od jižní části nepatrně trapézově snižuje. Výplet je z větví pokácených stromů, například z vrby a lísky (Sklenářová 4/2003, 20). V modelu jsou zahrnuty i menší, čtvercové prosvětlovací otvory. V severní části domu ale otvory chybí z důvodu předpokládané intimity, která se zvyšovala se vzdáleností od vstupního otvoru umístěného v čele jižní stěny domu. Dveře nejsou v modelu zpracovány, ale uvažuje se o jednoduché dřevěné konstrukci vyplétané proutím a izolačním přírodním materiálem. Jižní hřbet je symbolicky potřen barvou a ornamenty, jako reprezentativní část domu (Coudart 1998). Dýmný otvor pro odvod kouře je vymodelován právě v podstřeší jižního hřbetu.

Zamýšlená krytina je hrubší a kombinuje dřevěné trhanice s drny a slámou (Sklenářová 2003, 29). Na modelu domu č. 41 je severní sklonitý hřbet pokryt krytinou, místo běžně zobrazované vyvýšené hřbetní kolmé stěny. Tato varianta vyplynula sama z podoby konstrukce tohoto domu, výskytu kůlů



■ Obr. 4. Rekonstrukce domu 41 z Bylan.



■ Obr. 5. Rekonstrukce domu 41 z Bylan, pohled od jihovýchodu.

trojúhelníkového průřezu a zesílení pevnosti za pomoci žlábků. Tyto ukazatele mohou být právě znakem odlišné konstrukce od ostatních částí, tak i variabilně řešených neolitických domů. Hřebenová vaznice je v kruhovém průřezu uložena na středových sloupech, které jsou tzv. nedokonale zahrđené. Do horního konce sloupu jsou zapracovány žlabové záseky tak, že bylo možno do nich částečně uložit kulatinu. Na několika vhodně zvolených místech je vymodelován středový sloup, vyřešen ještě stále s přirozenou vidlicí z větví. Kulové vidlice byly mj. nalezeny v neolitických kulových vesnicích Robenhausen v kantonu Curych, Gerolfingen v kantonu Bern (Gerner, 1992, 20). Do těchto neopracovaných vidlic se pak vložila vodorovná hřebenová vaznice a z důvodu kvalitního přirozeného zajištění, které netřeba nějak dodatečně převazovat, uvažují o vidlici, jako o pravděpodobném místu přeložení dvou konců vaznic přes sebe. Střední a okapové vaznice jsou již uloženy pouze na nedokonalém zahrđení, které by zdokonalováním techniky urychlilo ústup ovazování. Svisle umístěné latě jsou přichyceny zářezy a ovazem na hřebenové a střední vaznici. Ovaz latí předpokládám hlavně na okapové vaznici a při křížení nad hřebenem střechy. Kotevní trámy mohly být upevněny jednoduchými čepovými spoji a zářezy na středových sloupech, taktéž stále podpořeny ovazem. Poval v jižní části je konstrukčně vymodelován z půlkruhových štípaných trámů zajištěných podpůrnými sloupy a pokryt větvovým, hrubou lepenicí z hlíny a plevy (Sklenářová 2003, 8).

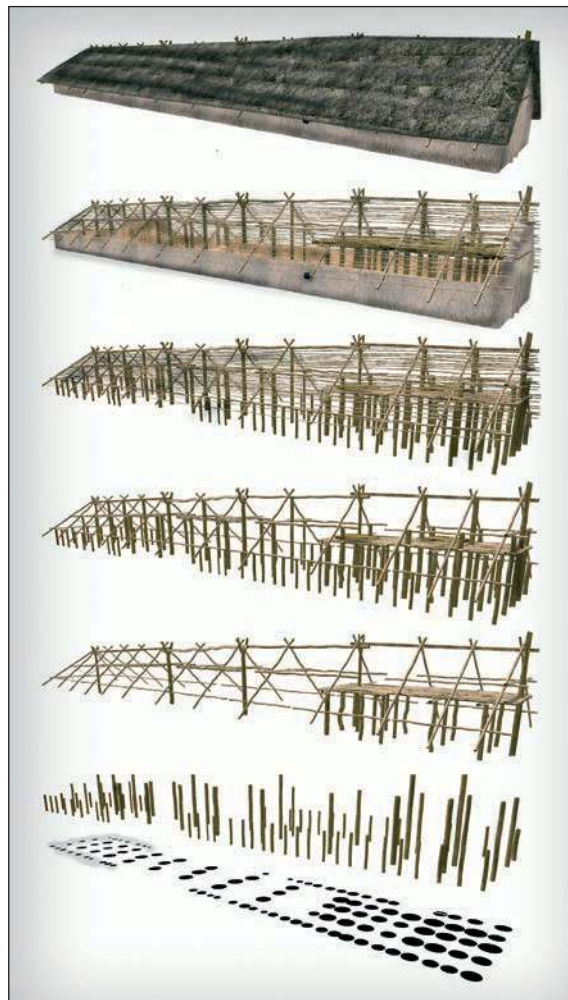
Metoda modelace a volba programů pro 3D rekonstrukci pravěkých obydlí

Na 3D rekonstrukci neolitických domů byla zvolena dvojice programů, a to Google SketchUp 8 a Adobe Photoshop CS5. Metoda kombinuje vektorovou a ručně malovanou bitmapovou grafiku, která je využívána i předními ilustrátory a grafiky, např. Joan Dumitrescu nebo Serg Souleiman. Důležité je vytvoření jednoduché 3D scény - neolitického domu ve stále více využívaném open source programu SketchUp. Oblíbenému díky tzv. push/pull principu, jenž umožňuje

prakticky kliknutím myši na plochu a jeho přetažením nebo tlačetím tvořit základní geometrické 3D objekty, se kterými lze dále pracovat. Na výsledný model je nanesena textura a exportována v nabízeném bitmapovém formátu. Za zmínku jistě stojí i možnost exportu SketchUp 3D modelu v COLLADA formátu, jenž lze importovat např. do programu ArcGIS Desktop 10 pro případné archeologické analýzy.

Pro post-processing neboli následné zpracování byl vybrán program Adobe Photoshop. Open source alternativou je např. program Gimp. Pomocí grafických úprav, práce s vrstvami, stíny a filtry je dokončena vizualizace 3D modelu. Nevýhodou této metody je potřeba následné úpravy každého snímku s jinou pozicí, či změněným úhlem pohledu na objekt. Také je nutná pokročilejší uživatelská znalost práce s vrstvami, ovládnutí základních grafických zásad a vlastnit cit pro kresbu, jenž se velmi odráží ve výsledné vizualizaci.

Zvolit vhodnou metodu a program je ve velké míře závislé na znalostech a preferencích každého grafika a také samozřejmě na jeho finančních možnostech v případě profesionálních placených programů. Na trhu lze narazit na spousty zajímavých produktů např. ArchiCAD, Allplan Architektura, Revit Architecture, etc., které jsou zaměřené přímo na architektonické projekty. Tyto programy ale osobně nedoporučuji právě pro onu specializaci, která vždy nemusí být ku prospěchu rekonstrukce. U neolitických staveb nevyužijete nabídku normovaných konstrukcí a materiálů, databázi již integrovaných moderních stavebních prvků a hlavně funkce, které mají uplatnění více u moderních staveb. Technická dokumentace, kalkulace nákladů a analýzy, například elektroinstalace, zvedají zbytečně finanční a také uživatelskou náročnost. Tyto programy počítají s modelací v přesných rozměrech a stylizovaným tvarem, jež u přírodních stavebních materiálů neolitické doby lze těžko věrohodně aplikovat. Naopak bych doporučil programy typu Maya, AutoCad Civil 3D, Cinema 4D, 3ds Max a open source program Blender. Také nemohu opomenout renderovací



■ Obr. 6. Fáze rekonstrukce

aplikace jako např. Artlantis, V-ray a Keyshot. Všechny tyto výše uvedené programy jsou vhodnější pro svou univerzálnost. Poradí si dostatečně jak s různě tvarovanými architektonickými prvky, tak navíc s modelací krajiny, postav, přírodních živlů a aplikovanou fyzikou. Při rekonstrukci Vás pak nepřekvapí prvky vyskytující se běžně u pravěkých staveb jako je např. val, příkop, hroby, postavy a jejich činnosti, dobytek, organické materiály, pece, hliníky, ohniště, keramika a mnohé další, které dotvářejí celkovou tvář rekonstrukce.

Veškeré použité materiály jsou na modelu neolitického domu simulovány ručně focenými texturami, nebo užitím volně přístupných databázových bank s texturami umístěných na internetových stránkách věnující se grafické tvorbě. Z vlastní zkušenosti radím, že není důležité podrobně modelovat v nejdražších programech, ale důkladně získávat vstupní data a provést pečlivý post-

processing a rendering. Nasvícení, stíny a vhodně zvolené textury dělají z amatérského modelování pravěkých obydlí i v jednoduchých 3D modelovacích programech profesionální záležitost, která se v české archeologii probouzí a jistě pomůže v dalším bádání a rozvoji vztahu archeologie s veřejností.

Literatura

- Benac, A. (ed.) 1979: Praistorija Jugoslovenskih zemalja. Neolitsko doba. Sarajevo.
- Beneš, J. 1991: Neolitické sídliště v Hrdlovce – Lipticích. Předběžná zpráva o výzkumu v letech 1987–1989. Archeologický rozhledy 48, 29–46.
- Brandt von, D. 1988: Häuser. In: Boelcke, U. – Brandt, D. von – Lüning, J. – Stehli, P. – Zimmermann, A., Der bandkeramische Siedlungsplatz Langweiler 8, Gemeinde Aldenhoven, Kreis Düren, 36–289. Köln: Rheinland-Verlag GmbH.
- Buttler, W. – Haberey, W. 1936: Die bandkeramische Ansiedlung bei Köln – Lindenthal. Berlin – Leipzig: Walter – Gruyter.
- Dohrn – Ihmig, M. 1983: Neolithische Siedlungen der Rössener Kultur in der Niederrheinischen Bucht. München.
- Coudart, A. 1998: Architecture et société néolithique. L'unité et la variance de la maison danubienne. Paris: Maison des sciences de l'Homme.
- Gerner, M. 1992: Handwerkliche Holzverbindungen der Zimmerer, Stuttgart, 220 s.
- Gerner, M. 2003: Tesařské spoje. Praha: Grada.
- Kadlčíková, J. 2007: DMR a jeho vizualizace. In: Sborník z konference Gis Ostrava 2007 VSB – TU Ostrava, 15 str.
- Kobout, J. – Tobek, A. – Müller, P. 1996: Tesařství. Tradice z pohledu dneška. Praha: Grada.
- Kadlčíková, J. 2007: DMR a jeho vizualizace. In: Sborník z konference Gis Ostrava 2007 VSB – TU Ostrava, 15 str.
- Kuper, R. 1979: Der Rössener Siedlungsplatz Inden I. Dissertations-Druck, Köln 1979.
- Lenneis, E. 2004: Architecture and settlement structure of the Early Linear Pottery Culture in East Europe. In: A. Lukes – M. Zvelebil, LBK Dialogues. Studies in the formation of the Linear Pottery Culture. BARI 1304, 151–157. Oxford.
- Lobisser W.F.A. 1998: Die Rekonstruktion des linearbandkeramischen Brunnenschichtes von Schletz, In: Koschik, H. (ed.), Brunnen der Jungsteinzeit, 177–192. Bonn: Habelt.
- Malina, O. 2008: Poznámky k možnostem 3D rekonstrukcí v archeologii, In: J. Macháček (ed.), Počítačová podpora v archeologii 2, Ústav archeologie a muzeologie, Masarykova univerzita, Brno, Archeologický ústav AV ČR, Praha, Katedra archeologie Západočeská univerzita v Plzni 2008, 221–226.
- Modderman, P. J. R. 1986: On the typology of the house plans and their European setting. Památky archeologické 77, 383–394.
- Pavluš, I. 2000: Life of neolithic Site, Bylany – Situational Analysis of Artefacts, Praha ARÚP.
- Pavluš, I. (ed), Zápotocká, M., 2007: Neolit, In: Archeologie Pravekých Čech 3, Praha: ARÚP.
- Pavluš, I. 1981: Altneolithische Häuser in Böhmen. Archeologické rozhledy 33, 534–543.
- Pallardi, J. 1916: Hliněné modely neolitických chýší. ČMMZ 16, 41–52.
- Pleinerová, Ivana 1984: Häuser des spätengyelhorizontes in Březno bei Louny. Památky archeologické 75, 7–40.
- Rück, O. 2007: Neue Aspekte und Modelle in der Siedlungsforschung zur Bandkeramik. Rahden-Westfalen: Marie Leidorf.
- Ryan, N. 2001: Archeologia e Calcolatori 12, Documenting and Validating Virtual Archaeology, Computing Laboratory University of Kent at Canterbury, 245–273.
- Sklenářová, Z. 4/2003: Možnosti a problémy rekonstrukce pravěkých a obytných staveb, (Re)konstrukce a experiment v archeologii, Ústav pro pravěk a ranou dobu dějinnou, FF UH, Praha, 11–37.
- Soudský, B. 1966: Bylany osada nejstarších zemědělců z mladší doby kamenné. Praha: Academia.
- Soudský, B. 1969: Étude de la maison néolithique, Slovenská archeológia 17, 5–96.
- Stäuble, H. 1997: Häuser, Gruben und Fundverteilung. In: J. Lüning (ed.), Ein Siedlungsplatz der Ältesten Bandkeramik in Bruchentrücken, Stadt Friedberg/Hessen. Frankfurt a.M., UPA 39 17–150.
- Stäuble, H. – Campen, I. 1998: 7000 Jahre Brunnenbau in Südraum von Leipzig. In: Koschik, H. (ed.), Brunnen der Jungsteinzeit, 51–71. Bonn: Habelt.
- Stäuble, V. H. – Fröhlich, M. 2006: Zwei Ferkel in bandkeramischen Brunnen, In: Archaeo – Archäologie in Sachsen, 3/2006, Dresden, 16–21 str.
- Vavrečka, P. 2011: Možnosti využití 3D modelu na lokalitě Bylany [bakalářská práce], Univerzita Hradec Králové, Filozofická fakulta, katedra archeologie, Hradec Králové, 81 s.
- Vokolek, V. 1993: Počátky osídlení východních Čech, Muzeum východních Čech, Hradec Králové, 117 str.
- Vondrovský, V. 2011: Dlouhé domy kultury s vypíchanou keramikou na sídlišti Hrdlovka – Liptice (okr. Teplice). České Budějovice: JČU (Nepublikovaný rukopis bakalářské práce).
- Weiner, J. 1998a: Drei Brunnenkasten, aber nur zwei Brunnen: Ein neue Hypothese zur Baugeschichte des Brunnens von Erkelenz – Kückhoven. In: Koschik, H. (ed.), Brunnen der Jungsteinzeit, 95–112. Bonn: Habelt.
- Weiner, J. 1998b: Neolithische Brunnen. In: Koschik, H. (ed.), Brunnen der Jungsteinzeit, 193–213. Bonn: Habelt.

Summary

Reconstruction of Neolithic Houses and their 3-D Imaging

Finds of timbered well shafts have brought out new facts about carpentry in the Neolithic. These finds show knowledge of radial splitting of big oak logs into boards of trapezoidal profile with wooden wedges. The use of split logs in house construction has been archaeologically recorded in the Netherlands. There they used logs splits to half or even smaller segments. The main contribution of the finds of Neolithic wells is the evidence of carpentry joints. Foremost is the cogged joint, which was used as corner joint for the shafts. The other joint used was mortise and tenon. This

was used in the lowest part of a well in Erkelenz-Kückhoven. These finds have led to the creation of a developmental sequence from forks to mortise and tenon. The fork joint does not need to be bound. The single types of joints could develop independently in the cultural environment, where they are recorded. The evidence mostly comes from the area of the Alpine lake villages from the fourth millennium BC, but the well finds show that this technology was known much earlier, in the sixth millennium BC. We can therefore presume that knowledge of advanced carpentry demonstrated in the building of wells was also used in house building. We don't know if houses in the Neolithic were built by specialised craftsmen, the idea that the building was done by members of one family, respectively with help of a wider family is more probable. According to conditions and size of community it is possible to presume that every family had to build their houses independently and used their own knowledge. Such knowledge did not have to be always practical, more probably they copied preserved buildings near the given place. Also, knowledge of advanced carpentry doesn't mean it was applied on every building. In recorded house plans there are obvious differences in the quality of building. Therefore we think that a wide range of joints was used in Neolithic architecture. That means all historically recorded joints which we can presume and partly prove in the Neolithic. For a 3-D virtual reconstruction of a Neolithic house we chose one example of a long Neolithic house from the Bylany settlement – house No 41. It is a post-built house, with preserved post holes of 30 – 120 cm diameter and post impressions of 10 to 46 cm diameter. The house has three parts. In the rear part of the house there were so called 'side grooves' – several cm wide and deep bands different to the rest of subsoil, the role of which was to reinforce the foundation of the oldest houses.

A ridge purlin of round profile is placed on (earthfast) ridge-posts. On the top part of the post there are grooves made to accommodate the log. On several chosen places there are (earthfast) ridge-posts still with the natural branch forks. The ridge purlin is then placed horizontally into these unworked forks. Because of a quality natural joint which does not need binding it is possible to consider them in places where two purlins overlap. Side purlins and roof plates were joined with help of grooves, the further development of this technology would speed up the demise of binding. The (non-bearing) rafters are attached with grooves and binding to the ridge and side purlin. Binding of laths is presumed especially to the gutter purlin and at the crossing above the ridge. The cantilevers could have been joined by simple mortise and tenon on the central posts, but still supported by binding. The ceiling in the south part is modelled from split logs of half circular profile supported by posts and covered by branches and rough daub. All materials used on the model of the Neolithic house are simulated by photographed textures or the use of accessible databanks with textures dedicated to graphic design.

Zpracováno v rámci řešení Programu aplikovaného výzkumu a vývoje národní a kulturní identity – NAKI (projekt DF12P01OVV032).