

PROČ NE?!

3D TISK POHLEDEM ITALSKÉHO ARCHITEKTA PŮSOBÍCÍHO NA ČVUT V PRAZE

Andrea Palazzo

Jedním z projevů automatizace ve stavebním odvětví je aditivní robotická fabrikace, běžně označovaná jako 3D tisk. I přestože je v současné době tato technologie v začátcích, resp. její procentuální zastoupení na celkové stavební produkci je minimální, rozhodně jsou do této oblasti investovány nemalé finanční prostředky a mnozí v ní spatřují budoucnost stavebnictví. Předkládaný článek je úvahou italského architekta působícího v ČR o tom, jak 3D tisk domů z betonu radikálně mění způsob vnímání architektury a navrhování staveb.

WHY NOT?!

3D PRINTING THROUGH THE EYES OF AN ITALIAN ARCHITECT AFFILIATED WITH CVUT IN PRAGUE

One manifestation of automation in the construction industry is the additive robotic fabrication, commonly referred to as 3D printing. Although this technology is currently in its infancy, or rather its percentage of the total construction production is minimal, there is certainly a significant amount of money being invested in this area and many see it as the future of the construction industry. The following article is a reflection by an Italian architect based in the Czech Republic on how 3D printing of concrete houses will radically change the way architecture and building design are perceived.

Člověk se vždycky bál toho, co nezná, a přesto dnes žijeme a těšíme se z úsilí těch několika vizionářů, kteří byli silnější a odhodlanější než lidé, kteří se jim vysmívali a nikdy jim nepomohli.

V dřívějších dobách museli géniové jako třeba Galileo Galilei či Albert Einstein neustále bojovat proti zpátečnickům, kteří zčásti ze strachu, zčásti kvůli mentální omezenosti nedokázali pochopit, že věci se mění a že ve způsobu bytí můžeme vždy pokročit. Abychom nechodili tak daleko, mnozí si vzpomenu na rozhovor Billa Gatese v Lettermanově pořadu v roce 1995, kde vysvětloval myšlenku internetu a také to, že lidé nechápou potenciál nástroje, který změní svět. A dnes se bez internetu obejde jen málokdo.

Jak je možné, že digitalizace a robotizace jsou dnes přítomny v mnoha výrobních procesech a ve stavebnictví se stále ještě těžko „rozjíždí“? Přitom už Henry Ford na počátku 20. století ukázal, jak může montážní proces změnit trh díky standardizaci některých procesů. V době, kdy mluvíme o létajících taxi a vesmírné turistice, jsme ve stavebnictví stále ukotveni na principu, podle něhož se stavělo v dávných dobách, zjednodušeně řečeno cihly, malta a fyzická práce.

Dnes, i když už i tak mnohem později než v jiných odvětvích, máme konečně k dispozici nástroje automatizace, jako např. 3D tiskárny, které svět stavebnictví zcela mění. Tiskárny přitom mohou být praktickým nástro-

jem k překonání řady problémů, s nimiž se mnoho zákazníků při stavbě svých domů potýká: termín, který se málokdy dodrží, vs. stroj, který se neunaví; nepřesnost při provádění prací vs. stroj provádějící práci přesně podle vstupů; náklady na likvidaci stavební suti vs. stroj vytvářející jen velmi málo odpadního materiálu.

Dalším velmi důležitým aspektem je také vytvoření nových pracovních příležitostí pro personál zapojený do 3D výstavby domů. Tým pro výstavbu těchto domů je složen z vyškolených a specializovaných pracovníků, což výrazně snižuje riziko chyb a zpoždění a zvyšuje úroveň profesionality na stavbách. A pokud se bojíte, že neseženete personál, vzpomeňte si, kolik

1 Budova vytištěná pomocí technologie 3D tisku betonu s aditivem Německou technickou univerzitou v Ománu (zdroj: GUtech) **2** Třípatrový dům pro pět rodin v německém Wallenhausenu (zdroj: Harcourt Technologies Ltd)

1 3D printed building with concrete additive technology by German University of Technology in Oman (source: GUtech) **2** Three-storey house for five families in Wallenhausen, Germany (source: Harcourt Technologies Ltd)



inženýrek, které se z čistě fyzických důvodů nemohly této práci věnovat, nyní může stavět domy. Do těchto projektů se také mohou zapojit lidé se zdravotním postižením s patřičnou kvalifikací nebo kdokoli s dobrými IT dovednostmi.

Z ekologického hlediska je tato technologie šetrná k životnímu prostředí především díky tomu, že se s její pomocí daří snižovat množství materiálu potřebného k výstavbě. Provádí se samozřejmě i výzkum týkající se možnosti použití 100% přírodních materiálů, stejně jako použití polymerů, ale k dnešnímu dni pro takovou výstavbu chybí příslušné právní úpravy a certifikace.

Od roku 2022 pracujeme na Katedře ekonomiky a řízení stavebnictví Fakulty stavební ČVUT v Praze na studii porovnávající náklady na výstavbu svislých prvků dvoupodlažní vily v Praze o ploše 260 m² s použitím různých druhů materiálů [1]. Výzkum spočívá v porovnání nákladů na všechny svislé prvky v projektu, pokud by byly provedeny ze tří běžných materiálů, jako je železobeton, cihly Porotherm, pórobetonové tvárnice Ytong, ve srovnání s 3D vytištěným betonem s aditivem: cement, písek, šterk a voda s přísadou. Je potřeba zdůraznit, že pro 3D tisk ve studii pracujeme s použitím betonu s aditivem. Pokud bychom namísto tohoto materiálu uvažovali použití směsi dry mortar mix pro 3D tiskárny, náklady by v současné chvíli byly mnohem vyšší než u klasických materiálů. Prozatímní výsledky studie samozřejmě nemůžeme považovat za absolutní, ale zcela jistě mohou nastínit novou perspektivu, díky níž si uvědomujeme, že existuje možnost vytvářet nové konstrukce, které jsou cenově dostupnější, které snižují množství potřebného materiálu a které mohou představovat jedinečnou estetiku a design.

Materiál pro 3D tisk

Dnes se výzkum nezaměřuje ani tak na technologii tiskárny nebo software, který ji pohání. Skutečná výzva spočívá v nalezení materiálu, který má být při stavbě použit. Náklady při použití dry mortar mix používaného



3 Dosud nejvyšší dům zhotovený pomocí 3D tisku v Saúdské Arábii (zdroj: Zawya)
3 So far the tallest 3D printed house in Saudi Arabia (source: Zawya)

v Německu a u dalších velkých projektů v Americe jsou velmi vysoké, cca 1 000 eur/m². Studie provedená GUtech (Německá technická univerzita) v Ománu (obr. 1) potvrdila, že používání dry mortar mix náklady na výstavbu zvyšuje namísto toho, aby je snižovalo. Tento parametr je velmi důležitý, protože je v rozporu s jedním ze základních bodů, které tato technologie vždy slibovala, a tím je snížení stavebních nákladů. V současné době, jak potvrdila univerzita GUtech, může stavební náklady výrazně snížit použití klasického betonu s aditivem, což je ve shodě i s prozatímními výsledky studie prováděné na Fakultě stavební ČVUT v Praze.

Příklady domů vytištěných pomocí 3D tisku

Samotná technologie 3D tisku betonu udělala za poslední dobu obrovský pokrok – na trhu jsou již velké tiskárny a stále více stavitelů využívá četných výhod této technologie. Když uvážíme, že náklady na suroviny jsou dnes extrémně vysoké, což mnoho investorů odrazuje od developerských projektů, tak může být v budoucnu 3D tisk betonu vynikající alternativou.

U našich sousedů v Evropě, resp. Německu, již můžeme navštívit několik domů postavených pomocí 3D tiskáren. Kromě dobře známého prvního 3D vytištěného domu s územním rozhodnutím v Beckumu realizovala společnost Rupp Gebäudedruck s po-

mocí skupiny PERI, inženýrské firmy Schießl Gehlen Sodeikat a Mnichovské univerzity dvoupodlažní bytový dům v bavorském Wallenhausenu (obr. 2). Vytvoření tohoto nádherného projektu o rozloze 380 m², resp. tisk vertikálních prvků trval pouhých šest týdnů. V budově se nachází pět bytů a všichni skeptici si díky ní uvědomili, že využití 3D tiskáren se neomezuje pouze na stavbu individuálních vil. (více také v časopise *Beton 1/2022 – pozn. red.*)

Dalším milníkem je nejnovější stavba v Saúdské Arábii navržená společností Dar Al Arkan Properties (obr. 3). Stavaři zde dokázali vytisknout tři plná podlaží o úctyhodné výšce 9,9 m, což je dosavadní světový rekord. Stavba se rozkládá na ploše 345 m² a byla vytištěna za 29 dní za použití místně dostupných surovin, přičemž splňuje všechny podmínky stanovené místními stavebními předpisy. Skutečnost, že přibývá domů vytištěných s regulérním stavebním povolením, a ne pouze prototypů, ukazuje, jak daleko se technologie za tak krátkou dobu vyvinula.

Stavby využívající technologii 3D tisku jsou také ve Spojených státech amerických. Skvělé využití materiálů vytvořením hybridních staveb pomocí kombinace 3D technologie a běžné konstrukce se podařilo v zajímavém projektu navrženém ateliérem Logan Architecture s názvem East 17th Street Residences (obr. 4). Jed-



4

4 East 17th Street Residences – jeden ze čtyř rodinných domů (zdroj: ICON) 5 House Zero o rozloze 186 m² vytištěný včetně prvků mobiliáře (zdroj: ICON / Casey Dunn)

4 East 17th Street Residences - a project of four family houses using a combination of 3D printing and ordinary materials (source: ICON) 5 Zero House with a printed area of 186 m² including decorative elements (source: ICON / Casey Dunn)



5

Zdroj:

[1] PALAZZO, A. *Cost analysis of a 3D printed house vs. ordinary material*. Výzkumný projekt. ČVUT v Praze. 2022.

ná se o rezidenční projekt sestávající ze čtyř domů, které mohou mít podle přání klienta dvě nebo čtyři ložnice o velikosti od 83 do 186 m². Dalším příkladem je dům s názvem House Zero, jenž má 186 m² a skládá se ze tří ložnic se třemi koupelnami, součástí projektu je také přístavba pro hosty o rozloze 32,5 m² tvořená jednou ložnicí s koupelnou (obr. 5). Jedná se o krásný příklad toho, že tiskárna nemusí být použita pouze ke zhotovení výplní stěn, ale dokáže vytvořit skutečně jedinečné umělecké dílo. Je zřejmé, že designéři nemysleli pouze na tisk domu, ale také na část záhonů, v nichž se nachází vegetace, čímž do konstrukce dokonale začlenili prvky mobiliáře.

Závěr

Z architektonického hlediska 3D tisk domů radikálně mění způsob, jakým pojmáme architekturu a navrhujeme stavby. Stroj je schopen realizovat velmi složité geometrické tvary, které by při realizaci lidskou rukou byly jistě finančně dostupné jen několika málo vyvoleným.

Parametrická architektura je něco fascinujícího a díky novým technologiím se může stát standardem pro všechny. Formy Antonia Gaudího, které obdivuje celý svět, už nebudou výjimkou, ale standardem, o který může usilovat každý.

Velká revoluce, kterou přinesly 3D tiskárny betonu, spočívá v možnosti standardizovat procesy na mís-

tě, jako to udělal Ford u automobilů. Neděvejme se na tuto technologii s nedůvěrou, ale sledujme ji s velkou pozorností, protože chápat současnost s výhledem do budoucnosti je jediný způsob, jak vnímat svět, ve kterém žijeme.

Na tomto místě nám nezbyvá než si položit otázku: Proč ne?!

Dott. Arch. Andrea Palazzo
Andrea Palazzo Architects
palazzo@studioapa.eu



Andrea Palazzo

se narodil v roce 1980 v Itálii, architekturu vystudoval na polytechnice v Miláně. V roce 2008 se stal 40. zahraničním architektem zapsaným v České komoře architektů. Kromě své profese architekta se v posledních třech letech věnuje parametrické architektuře a specializuje se na projektování 3D tištěných domů, které považuje za budoucnost stavebnictví. V prosinci 2022 obdržel cenu za nejlepší prezentaci na konferenci Three-Dimensional Construction Printing and Sustainable Houses v Amsterdamu. Vedle toho působí jako poradce v oboru design na Vyšší odborné škole uměleckoprůmyslové (VOŠUP) a jako doktorand na Katedře ekonomiky a řízení ve stavebnictví Fakulty stavební ČVUT v Praze.