



**3D tlač už priniesla revolúciu v spôsobe navrhovania a výroby dielov.**

Iné aplikácie technológie *bioprinting ľudských orgánov*, tlač dostupného bývania a produkcia potenciálnych budúcich biotopov na Marse boli donedávna iba vecou sci-fi.

**Teraz sa vo všetkých týchto oblastiach dosahujú prielomy a 3D tlač sa ukazuje ako sľubný prostriedok na riešenie mnohých najnaliehavejších problémov ľudstva.**

# Dizajn pre výrobu aditív

## **3D tlač vytvára pre dizajnérov nové možnosti a predstavuje nové obmedzenia**

3D tlač (alebo „výroba aditív“) môže vytvárať ľahké konštrukcie s bezprecedentnými zložitými geometriami, integrovanými snímačmi a účinnými dutými a mriežkovými štruktúrami.

### **Použitie 3D tlače na súčiastky však môže byť pre dizajnérov náročné.**

V minulosti tradičné smernice pre dizajnérov diktovali, aby tvary a vlastnosti súčastí zostali **čo najjednoduchšie**, aby sa **znížil počet požadovaných krokov spracovania** pre výrobné náklady. Na rozvoj tohto myslenia boli vyškolené celé generácie dizajnérov.

Teraz sa pri navrhovaní 3D tlače odporúča **prehodnotiť tradičnú geometriu** a implementovať prístup *inšpirovaný ľahkými, bionickými koncepciami*, ktoré môžu pridanej hodnote vyrobenej súčasti priniesť významnú hodnotu.

Vyžaduje si to úplne nový typ vzdelania, aby bolo možné pochopiť všetky jedinečné možnosti použitia 3D tlače na zlepšenie funkčnosti produktu.

**Niektoré súvisiace techniky zahŕňajú použitie špecializovaného softvéru na zníženie hmotnosti častí čo môže byť obzvlášť užitočné v leteckom a biomedicínskom priemysle.**

# Dizajn pre výrobu aditív

*Aj keď 3D tlač môže byť pre návrh dielcov prínosom, je potrebné zohľadniť určité obmedzenia.*

Časti musia byť vždy navrhnuté na výrobu, pričom treba pamätať na ich „orientáciu na zostavenie“ (smer, v ktorom bude časť vytlačená).

*Toto je jeden z najdôležitejších aspektov 3D tlače, pretože určuje anizotropiu (rozdiely vo fyzikálnych vlastnostiach materiálu pri meraní v rôznych smeroch), mechanické vlastnosti, kvalitu povrchu a množstvo podporného materiálu, ktoré bude potrebné pre celý proces tlače.*

*Množstvo podporného materiálu by sa malo **minimalizovať vždy**, keď je to možné, pretože **zvyšuje celkové náklady** na materiál a **predlžuje čas potrebný** na odstránenie materiálu počas **následného spracovania**. **Veľké množstvá materiálu zvyčajne pridávajú k dielu iba obmedzené množstvo technickej hodnoty** a sú tiež hlavnou príčinou zvýšeného zvyškového napätia.*

Štúdia uverejnená v *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* v roku 2016 odhadla, že pomocou 3D tlače sa vytvorila hodnota 667 miliónov dolárov, čo predstavuje približne 0,01% z celkovej pridanej hodnoty na celosvetovej úrovni.

***Jabil, americká spoločnosť zaoberajúca sa výrobou elektroniky, oznámila, že používanie 3D tlače v jednom zo svojich zariadení viedlo k zhruba 30% zníženiu nákladov na nástroje a 80% zníženiu času potrebného na výrobu konečných nástrojov. a príslušenstvo.***

# Bioprinting

***Ľudia každý deň zomierajú a čakajú na darované orgány. Riešením môže byť 3D tlač***

Zatiaľ čo 3D tlač (alebo „doplnková výroba“) sľubuje revolúciu vo výrobnom priemysle, môže mať podobný dopad aj na verejné zdravie.

V USA bolo v roku 2017 vykonaných **34 770 transplantácií orgánov**, čo bolo podľa ministerstva zdravotníctva piaty rekordný rok. Podľa údajov DHS však v USA je na čakacej listine pre transplantáciu viac ako 114 000 ľudí a v krajine zomre každý deň 20 ľudí, čo podľa DHS poznamenáva, že iba traja z každých 1 000 ľudí zomierajú spôsobom, ktorý umožňuje darcovstvo orgánov.

***Niektoré krajiny a regióny zvážili a schválili zákony o výnimkách*** v Anglicku sa očakáva, že systém, v ktorom sa predpokladá, že ľudia dali súhlas na darovanie, nadobudne účinnosť do roku 2020.

Nedostatok darcov je stále len jednou prekážkou.

***Medzi ďalšie patrí potreba vyvinúť spoľahlivejšie techniky konzervovania orgánov a stála potreba biologickej kompatibility medzi darcami a potenciálnymi príjemcami.***

# Bioprinting

***Bioprinting by mohol byť riešením týchto problémov.***

Proces bioprintingových orgánov využíva metódu 3D-tlač po vrstvách a pozostáva z lekársky navrhutej 3D biotlačiarne a bio-atramentu látky obvykle vyrobenej z kmeňových buniek.

***Ukladanie vrstiev bio-atramentu na seba vedie k tvorbe tkaniva***, ktoré môže prípadne vytvoriť orgán.

Tento orgán, pretože môže byť vytvorený pomocou vlastných buniek pacienta a je menej pravdepodobne zamietnutý. To znamená, že pacient by nepotreboval potenciálne nebezpečnú *imunosupresívnu terapiu*, ktorá môže viesť k náchylnosti na choroby.

***Bioprinting by sa mohol použiť aj na objavovanie liekov a toxikológiu.*** Mohlo by napríklad poskytnúť spoľahlivejšie výsledky ako napríklad testovanie na zvieratách a bolo by bezpečnejšie ako klinické štúdie.

*Bioprinting je však časovo náročný proces a bunky sa musia udržiavať počas celého života* (tkanivá vyžadujú neustály prísun kyslíka a živín).

***V tomto ohľade by mohla pomôcť vaskularizácia alebo proces dodávania krvi cez kapiláry do živého tkaniva. V roku 2018 spoločnosť Prellis Biologics so sídlom v USA oznámila, že vyvinula „predvaskularizované“ tkanivové lešenia, ktoré možno použiť na rast buniek v 3D formátoch.***

# 3D tlač a duševné vlastníctvo

***Ak všetko, čo potrebujeme na vytvorenie produktu, je digitálny súbor, bude nasledovať nekontrolované pirátstvo?***

3D tlač predstavuje revolúciu vo výrobe a pravdepodobne sa stane súčasťou nášho každodenného života.

Je ľahké si predstaviť, že takmer každá domácnosť bude mať v určitom okamihu 3D tlačiareň a že všetci budú môcť po stiahnutí digitálneho súboru vybičovať fyzické produkty.

***Jednoduchosť 3D tlače však uľahčuje kopírovanie.***

Aj keď má produkt ochranu duševného vlastníctva či už ide o tablet, ktorý dokáže kombinovať viacero liekov vyvinutých na Singapurskej národnej univerzite, alebo šaty 3-D vytlačené na New York Fashion Week.

Výrobcovia zatiaľ nevidia spotrebiteľskú 3D tlač ako hrozbu, pretože podľa správy uverejnenej Úradom pre duševné vlastníctvo Spojeného kráľovstva je kvalita toho, čo môžu vyrobiť z hľadiska farieb a materiálov relatívne nízka.

***Je však potrebné zvážiť, či súčasná ochrana duševného vlastníctva zostane dostatočná, ako sa bude technológia ďalej rozvíjať.***

# 3D tlač a duševné vlastníctvo

***Na prvý pohľad sa zdá, že vnútroštátne právne predpisy a medzinárodné dohovory pokrývajú najdôležitejšie aspekty 3D tlače.***

Existujú ochrany vonkajších prvkov produktu, jeho ozdobného alebo estetického aspektu, jeho tvaru a formy a dvojrozmerných vzorov a farieb.

Medzitým sa ochrana autorských práv vzťahuje na pôvodné „**autorské diela**“, ako sú literárne diela alebo mapy, ako aj na právo tvorcov na dlhodobé rozmnožovanie týchto diel. Autorské práva môžu napríklad chrániť softvér používaný na prevádzku 3D tlačiarne a pravdepodobne tiež chrániť digitálne súbory 3D.

Medzitým môžu patenty chrániť vynálezy a technické funkcie 3D tlače, zatiaľ čo ochranné známky umožňujú tvorcom rozlíšiť svoje tovary alebo služby od tovarov a služieb svojich konkurentov. Napriek tomu existuje niekoľko súvisiacich otázok, ktoré právnici budú musieť riešiť.

***Rozlíšenie vlastníctva produktu***, ktorý vytvorila jedna osoba, digitálne modeluje iná osoba a tlačí tretia osoba.

***Okrem toho bude potrebné vytvoriť mechanizmy na lepšiu kontrolu digitálneho pirátstva. Možno by v tomto ohľade mohol slúžiť hudobný priemysel a tvorcovia 3D digitálnych súborov sa spoja s platformami zdieľania, ktoré môžu sprístupniť súbory verejne (a legálne) prostredníctvom online trhu.***

# 3D tlač a životné prostredie

*Táto technológia preukázala sľub, pokiaľ ide o pomoc pri znižovaní spotreby energie, odpadu a emisií*

*3D tlač je schopná výrazne znížiť množstvo surovín potrebných na výrobu vecí. Konvenčné obrábacie procesy sú založené na „subtraktívnom“ odstraňovaní materiálu z väčších blokov, až kým sa nedosiahne konečná geometria.*

Na rozdiel od toho 3D tlač postupne pridáva materiál v procese vrstva po vrstve a selektívne ho používa iba tam, kde je to potrebné uľahčuje techniku „**takmer čistého tvaru**“, ktorá produkuje časti čo najbližšie ku konečnému tvaru, a eliminuje veľkú potrebu dokončovania. Výsledný nedostatok odpadového materiálu je spôsobený skutočnosťou, že na dosiahnutie požadovanej drsnosti povrchu alebo na odstránenie nosných štruktúr je potrebné opracovať iba malé množstvo celkového materiálu.

*Medzitým koncept 3D dizajnu pre aditívnu výrobu súvisiaci s 3D tlačou umožňuje použitie dutých, ľahších mriežkových štruktúr a komponentov, ktoré ďalej znižujú tzv. „Energetickú záťaž“.*

*Schopnosť vyrábať ľahké diely je mimoriadne dôležitá pre letecký priemysel. GKN Aerospace uviedla, že používa 3D tlač na výrazné zníženie takzvaného pomeru „**buy-to-fly**“ tak, že iba asi 10% materiálu použitého vo výrobe končí ako šrot.*

Spoločnosť Lockheed Martin medzitým dokázala pomocou 3D tlače znížiť pomer medzi nákupom a lietaním v držiakoch detektora úniku vzduchu až na **1: 1 z 33: 1**. Podľa spoločnosti Autodesk by inštalácia ľahších oddielov v rámci A320 **odstránila až 500 kilogramov hmotnosti**. Výsledné zníženie spotreby paliva by každoročne eliminovalo až 166 metrických ton emisií oxidu uhličitého na lietadlo a vynásobené tisíckami A320s by mohlo znížiť emisie o **stovky tisíc ton ročne**.



# Flexibilná výroba

## ***3D tlač umožňuje viac prispôsobenú výrobu***

Výrobcovia sú tradične viazaní zásadou, že čím viac vyrábajú, tým viac klesajú náklady.

***3D tlač môže túto dynamiku zmeniť***, znížením alebo dokonca odstránením potreby obrábania proces vývoja série foriem a matric potrebných na výrobu (*tradičné vstrekovanie plastov vyžaduje rad presne obrábaných foriem, v ktorých je potrebný na vstreknutie zahriaty kov alebo iný materiál*).

3D tlač preto môže drasticky skrátiť čas potrebný na uvedenie nového výrobku na trh, znížiť náklady spojené s výrobou a viesť k situácii, keď cena za vyrobenú časť nesúvisí s potenciálne vysokými celkovými výrobnými nákladmi.

Keď je jediný 3D tlačový stroj schopný vyrábať zložité súčasti, ktoré si vyžadujú obmedzené kroky po spracovaní, ekonomika výroby z veľkého rozsahu spojená s tradičnými veľkými závodmi sa stáva zastaranou zatiaľ čo miestna výroba sa stáva ekonomicky životaschopnou.

# Flexibilná výroba

***Koncom roka 2017 spoločnosť Daimler Trucks North America oznámila pilotný program výroby 3D tlačných dielov pre nákladné autá a autobusy na požiadanie.***

Tento krok bol navrhnutý tak, aby zredukoval správu a znížil potrebu údržby zásob, zatiaľ čo presmerovanie kapitálu ušetreného v procese na vývoj nových produktov (*čas prepravy a súvisiace náklady sú v rámci tohto procesu tiež eliminované*).

Podobný prístup by sa mohol široko uplatniť v automobilovom priemysle, kde je možné eliminovať veľké zásoby náhradných dielov pre staršie vozidlá.

Okrem toho, pretože niekoľko výrobkov sa môže vyrábať v jednej šarži s použitím tej istej 3D tlačiarne (*ak sú vyrobené z rovnakého materiálu*), vytvára sa tak schopnosť vyrábať vysoko prispôsobiteľné súčasti bez akýchkoľvek ďalších nákladov.

***To sa stalo napríklad v zdravotníckom priemysle, napríklad v oblasti výroby implantátov a stentov na mieru a v módnom a odevnom priemysle, ktoré kladú dôraz na prispôbenie.***

# 3D tlač vo vesmíre

***Táto technológia je pripravená poskytnúť všetko od náhradných dielov vesmírnych staníc až po kolónie na Mesiaci***

3D tlač má potenciál v budúcnosti optimalizovať vesmírne misie a transformovať letecký priemysel.

V roku 2018 bol z Medzinárodnej vesmírnej stanice uvedený na trh prvý satelit na svete s vonkajším krytom s potlačou 3D (vytlačným na polytechnickej univerzite Tomsk v Rusku), aby sa otestovalo, ako sa tieto komponenty chovajú vo vákuu. Okrem toho sa technológia 3D tlače používa na zostavenie všetkého od raketových motorov po podporu konzol pre satelity.

***Najväčší dopad 3D tlače na vesmírne misie však nebude na zemi. Namiesto toho príde vo forme umožnenia výroby vo vesmíre. Pri dlhodobých vesmírnych misiách je potrebné pravidelne vymieňať náhradné diely***, ktoré sa teraz musia podľa potreby prenášať na palubu alebo odosielať zo Zeme. Vesmírne misie majú prísne obmedzenia týkajúce sa hmotnosti a nákladu na palube a preprava vyhodená na obežnú dráhu môže stáť 22 000 dolárov za kilogram užitočného zaťaženia.

***3D tlačiareň by mohla ponúknuť rýchlejší a relatívne lacný spôsob výroby súčiastok na mieste a na požiadanie.***

# 3D tlač vo vesmíre

**Po úspešnom otestovaní prototypu** v roku 2014 americká spoločnosť *Made In Space* nainštalovala prvú komerčnú 3D tlačiareň Medzinárodnej vesmírnej stanice v roku 2016.

Tlačiareň je prevádzkovaná zo zeme, takže astronauti musia odstrániť časti z tlačového lôžka iba vtedy, keď sú dokončené.

Začiatkom roku 2019 bolo na Medzinárodnej vesmírnej stanici vytlačených viac ako 100 plastových častí vrátane náradia a lekárskeho vybavenia. Potlač kovových častí sa očakáva niekedy v najbližších rokoch.

**3D tlač môže zohrávať dôležitejšiu úlohu** v budúcich misiách vrátane dlhých expedícií a nakoniec aj pri potenciálnej kolonizácii Mesiaca a Marsu. 3D tlačiarne budú potrebné na výrobu veľkých častí a celých biotopov vo vákuu vesmíru pravdepodobne s použitím miestnych materiálov, ako sú nečistoty alebo regolit (*anorganický materiál pokrývajúci povrch planéty*).

**Jeden taký projekt s názvom Archinaut v súčasnosti vyvíja spoločnosť Made In Space v spolupráci s NASA. Okrem tlačenia nových častí vrátane satelitných reflektorov je Archinaut navrhnutý aj na opravu existujúcich strojov a štruktúr na obežnej dráhe.**

# 3D tlač pre stavebníctvo

***Táto technológia by mohla pomôcť riešiť globálny nedostatok dostupného bývania***

Svet trpí nedostatkom bývania. Podľa Svetového inštitútu zdrojov sa očakáva, že do roku 2025 sa globálna cenovo dostupná medzera v bývaní <sup>do roku 2025</sup> **zväčší na 440 miliónov domácností**, čím sa približne 1,6 miliardy ľudí zbaví primeraného a dostupného domu.

***Môže pomôcť 3D tlač.*** Táto technológia umožňuje nové, výrazne rýchlejšie a hospodárnejšie prístupy k výstavbe.

Konštrukčné procesy 3D tlače súvisiace s konštrukciou sa mierne líšia od tradičnej 3D tlače kvôli veľkosti požadovaného produktu.

***Zahrňajú veľké robotické rameno***, ktoré sa pohybuje cez železnice, ktoré sú inštalované okolo budovy, keď vytlačajú betón, vrstvu po vrstve.

***Tieto veľké stroje dokážu vytvárať kompletne budovy, používať menej materiálu ako tradičné konštrukcie tým, že vyrábajú voštinové steny s minimálnou hustotou a vyžadujú si lacnejšie materiály, ktoré dokážu udržať náklady na minime.***

# 3D tlač pre stavebníctvo

**Pred tým, ako bude široko dostupná** na komerčné použitie, musí byť však 3D tlač súvisiaca s konštrukciou ďalej testovaná, štandardizovaná a schválená regulačnými orgánmi.

Stále však začínajúce aj etablované stavebné spoločnosti už vyvíjajú súvisiace projekty, dosahujú prielomy a využívajú nové materiály. Spustenie Apis Cor v USA <sup>v roku 2017</sup> **skvele zvládlo 3D tlač celého domu** s rozlohou 38 metrov štvorcových **za 24 hodín za cenu asi 10 000 dolárov.**

**Okrem znižovania času a nákladov** má 3D tlač vplyv na životné prostredie na stavbu, pretože sa používa menej materiálu a produkuje menej odpadu, **znižuje tiež riziko nehôd** a umožňuje vytváranie zložitých architektonických tvarov. **Môže tiež vyvolať väčšiu konkurenciu v stavebníctve**, čo môže viesť k nižším cenám a vyššej miere vlastníctva.

Obzvlášť preľudnené a rýchlo rastúce mestá majú z tejto technológie úžitok. Dubaj oznámil, že do roku 2025 bude **25% nových budov vytvorených pomocou 3D tlačiarňí** čo by mohlo znížiť množstvo požadovanej práce o 70% a náklady o 90%.

**3D tlač môže tiež pomôcť vytvoriť relatívne neprístupné oblasti. Napríklad talianska spoločnosť WASP vyvinula 3D tlačiareň, ktorá pracuje na slnečnej alebo veternej energii a je schopná tlačiť ekologické prístrešky s využitím miestnych materiálov v regiónoch bez elektriny.**

# Zdroj

Tento briefing vychádza z názorov širokej škály expertov v spolupráci s Roland Logé, docentom, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL).