

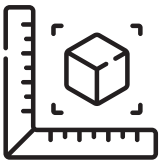
**UNIKÁTNOST  
3D TLAČE**



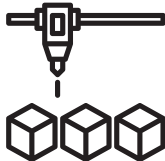
# OBSAH

- VÝHODY 3D TLAČE
- ODLAHCENIE DIELOV
- TECHNOLOGIE
- PRÍPADOVÉ ŠTÚDIE
- BUDÚCNOSŤ 3D TLAČE

# SLUŽBY



Konštruovanie  
a vývoj



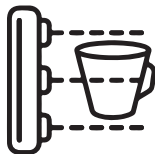
Výroba 3D  
tlačou



Poradenstvo  
a školenia



CNC  
opracovanie



3D skenovanie  
a tomografia



Oprava 3D tlačiarní  
a servis

# VÝHODY 3D TLAČE



**Skracovanie výrobného času** pri kusovej alebo malosériovej výrobe,



**Ušetrené výrobné náklady** pri tvarovo zložitých a rozmerovo menších dieloch - najväčší rozmer obvykle do 1000 mm,



**Odlahčené a optimalizované diely.** Značná úspora objemu a hmotnosti ako benefit topologickej optimalizácie a generatívneho dizajnu,



**Spájanie dielov do menších celkov** zlučovanie zostáv do 1 komponentu,



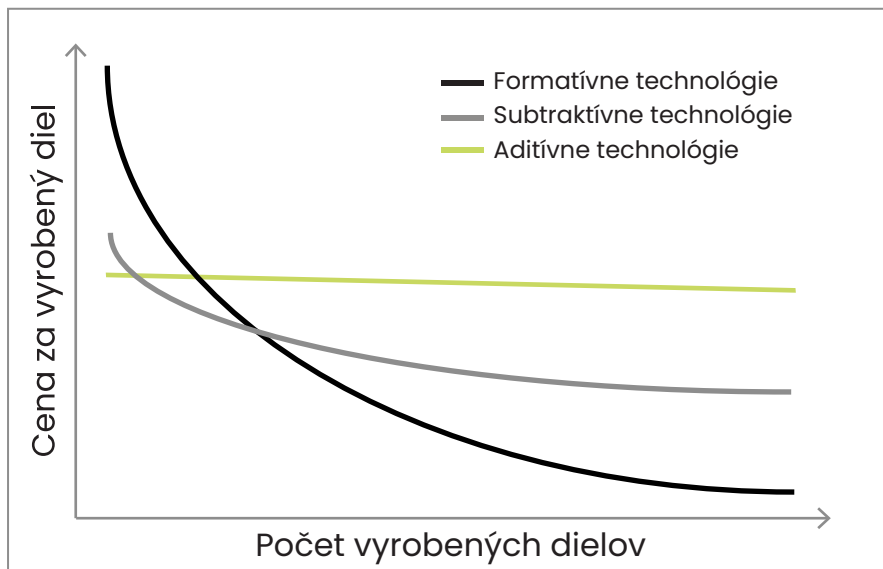
**Výroba unikátnych dielov,** ktoré sú inak nevyrobitelné (napr. s tvarovými internými kanálíkmi).



## KEDY ZVOLIŤ 3D TLAČ?

Rozhodnutie **uprednostniť 3D tlač pred inými technológiami** závisí od viacerých faktorov, akými sú náklady, čas, komplexnosť výroby, požiadavky na materiál, počet kusov a iné.

**Všeobecný trend ekonomiky** môžeme posudzovať podľa grafu:



3D tlač je obvykle najvhodnejšia, keď potrebujete **rýchlo vyrobiť malé série alebo prototypy, keď sú diely tvarovo komplexné alebo personalizované**. Prípadne vtedy, keď je vhodné minimalizovať odpad a materiálové náklady.

Je tiež výhodná v situáciách, kde je potrebná **rýchla reakcia na zmeny dopytu alebo pri výrobe náhradných dielov**.

Na druhej strane, kde je **požadovaná vysoká presnosť a veľké objemy**, môžu byť tradičné výrobné metódy efektívnejšie.

Vhodne zvolená technológia teda závisí od špecifických charakteristík každého projektu a jeho životného cyklu.

## REVERZNÉ INŽINIERSTVO

Pre vytvorenie presnej digitálnej kópie používame 3D skenery a manuálnu úpravu modelov na základe meraní. Týmto spôsobom vieme previesť plošný 3D sken na **presnú objemovú rekonštrukciu**, vhodnú pre tvorbu technických výkresov.

Výhodou je relatívne vysoká rýchlosť celého procesu. Pri tvarovo jednoduchších dieloch je možné **expresne spracovať modely alebo aj výkresy do 24 hodín**. Pre tvarovo zložité diely ponúkame **objemové CT skenovanie**, kde je možné naskenovať vnútorné štruktúry a pórovitosti rôznych materiálov.



### Špecifiká modelov pre 3D tlač

- Tvarová zložitosť je **“zadarmo”**. Čím komplexnejší je diel z hľadiska geometrie, tým je pre 3D tlač vhodnejší.
- Okrem úpravy vonkajšieho tvaru dokážeme implementovať **unikátnu vnútornú výplň** a to vnútorným odľahčením alebo mriežkovou štruktúrou.
- Najmenej výrobných obmedzení zo všetkých výrobných technológií umožňuje **produkovať konvenčne nevyrobiteľné geometrie**.



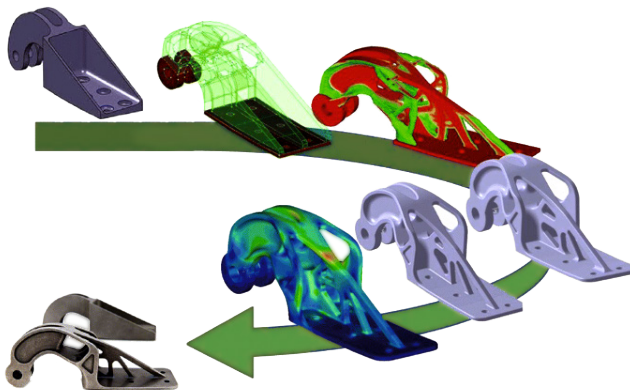
# TOPOLOGICKÁ OPTIMALIZÁCIA



Jedná sa o **pokročilú výpočtovú metódu**, ktorou vieme dosiahnuť ideálny tvar telesa (vzhľadom na zadané podmienky - materiál, zaťaženie, uchytenie dielu a pod.), s takou rýchlosťou a presnosťou, akou nedosiahne žiadny konštruktér alebo ani celé vývojové tímy.

## Aké diely alebo zostavy sú vhodné pre optimalizáciu?

- Diely alebo zostavy, kde sa z hľadiska funkcie alebo efektivity vyžaduje najnižšia možná hmotnosť,
- Diely alebo zostavy produkované vo vysokých výrobných množstvách, kde optimalizácia prinesie dlhodobu značné materiálové úspory,
- Zostavy, ktoré obsahujú vysoký počet komponentov, ktorý je vhodné zredukovať do menších zostáv alebo 1 komponentu,
- Diely, ktoré majú byť vizuálne odlišné a majú pôsobiť futuristicky,
- Diely alebo zostavy, ktoré je potrebné vyvinúť efektívne a rýchlo.



# GENERATÍVNY DIZAJN

Oproti topologickej optimalizácii je rozdiel v tom, že **objem sa v priestore postupne tvorí a iteruje**, pričom pri topologickej optimalizácii sa len odoberá už z existujúceho a vopred zadaného objemu.

Výstupom generatívneho dizajnu sú spravidla desiatky rôznych dizajnových možností, ktoré konštrúktor už len vyhodnotí na základe rôznych kritérií a zvolí najvhodnejší dizajn.

## Čo môžete získať využitím generatívneho dizajnu?

- Ideálny tvar telesa s minimálnou možnou hmotnosťou,
- Dlhodobú úsporu nákladov súvisiacu s úsporou materiálu,
- Zvýšenie efektivity zariadení,
- Konsolidáciu zostáv do menších celkov,
- Pokrokový bionický a organický dizajn.



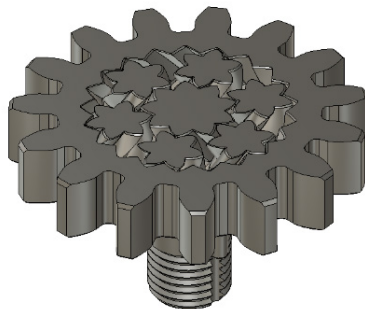
## SPÁJANIE ČASTÍ DO JEDNÉHO CELKU

je jeden z menej zjavných benefitov pokročilých výpočtových metód.

---

Práve v spojení s aditívnymi technológiami (3D tlačou) dostávame do rúk veľmi silný nástroj nie len pre úsporu hmotnosti celej zostavy.

Vhodným spájaním dielov vieme za optimálnych okolností projektu spojiť a integrovať aj desiatky komponentov do jediného.



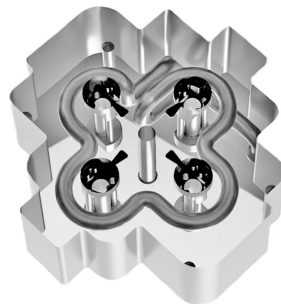
## INTERNÉ KONFORMNÉ KANÁLIKY

sú výsledkom hlavného benefitu 3D tlače - slobody dizajnu.

---

Zvolením optimálnej polohy kanálov vieme dosiahnuť zvýšenie efektivity výroby a celkovo zlepšenie procesu výrobných nástrojov, ktoré môžu profitovať z internej geometrie.

Aditívne technológie majú najmenej výrobných obmedzení, preto sú vo väčšine prípadov jediná dostupná technológia pre výrobu tvarovej internej geometrie.





# ROZDELENIE TECHNOLOGIÍ 3D TLAČE

V nasledovnej tabuľke si rozdelíme 5 najvyužívanejších aditívnych technológií v priemysle z hľadiska ich tolerancií, drsností povrchu a využitia:

Technológia	Všeobecná tolerancia*	Všeobecná drsnosť povrchu Ra [ $\mu\text{m}$ ]*	Typická oblasť využitia
FDM / FFF	< 100 mm $\pm$ 0,5 mm, > 100 mm $\pm$ 0,5 %	10 ÷ 250	Prototypy, funkčné diely, široké materiálové portfólio
SLA / UV LCD	< 100 mm $\pm$ 0,2 mm, > 100 mm $\pm$ 0,2 %	0,5 ÷ 10	Presné a detailné prototypy, master modely foriem a pod.
SLS / MJF	< 100 mm $\pm$ 0,3 mm, > 100 mm $\pm$ 0,3 %	5 ÷ 20	Funkčné diely, prípravky a pod.
SLM / DMLS	< 100 mm $\pm$ 0,3 mm, > 100 mm $\pm$ 0,3 %	6 ÷ 20	Kusová výroba funkčných dielov, nástrojov a pod.
Binder Jetting	< 100 mm $\pm$ 1 mm, > 100 mm $\pm$ 1 %	5 ÷ 20	Malosériová výroba funkčných dielov, obvykle polotovarov

\* Tolerancie aj drsnosti povrchu závisia od konkrétnej geometrie, použitej tlačiarne, materiálu, orientácie dielu v tlačovej komore a mnohých ďalších premenných. Preto bezpečne sa dá uvažovať s toleranciami pre všetky aditívne technológie a materiály v rozsahu: < 100 mm  $\pm$  1 mm, > 100 mm  $\pm$  1 % a drsnosťami povrchu od Ra = 50  $\mu\text{m}$ .

# 3D TLAČ KOVOV

## DMLS/SLM

### (Direct Metal Laser Sintering)

Technológia spekania kovového prášku laserom.

**Výhody:** Výroba kovových dielov pri ťažko vyrobiteľných alebo inak nevyrobiteľných geometriách.

**Nevýhody:** Relatívne hrubé tolerancie, rôzna štruktúra povrchu v závislosti od orientácie dielu.



## Binder Jetting

Technológia lepenia kovového prášku pojivom s následným spekaním.

**Výhody:** Vysoká produktiva, nižšia cena.

**Nevýhody:** Nízka presnosť tlače, vyššia pórovitosť. Vhodné na menej presné diely alebo na výrobu polotovarov. Vlastnosti porovnateľné s práškovou metalurgiou.



### Materiály pre DMLS/SLM:

- Nerezová oceľ 316L
- Zliatina hliníku AlSi10Mg
- Titán Ti64 stupeň 23
- Zliatina INCONEL 718
- Nástrojová oceľ

### Materiály pre Binder Jetting:

- Nerezová oceľ 316L
- Mosadz
- Bronz
- Meď

## FFF/FDM

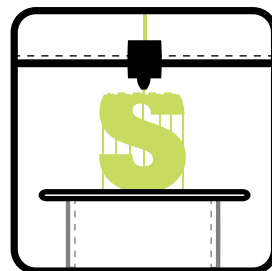
Termoplasty vyrobené technológiou **tavením plastovej struny**.

**Výhody:** Nízka cena, univerzálnosť. Vhodné na tlač veľkorozmerných prototypov, funkčných dielov alebo prezentačných modelov.

**Nevýhody:** Nižšia pevnosť v smere vlákien a rôzna štruktúra povrchu v závislosti od orientácie dielu.

### Materiály:

- PLA, PETG
- PA12, PA12 CF
- ABS, ASA,
- PEEK, ULTEM
- TPU
- a mnohé ďalšie..



## MJF/SLS

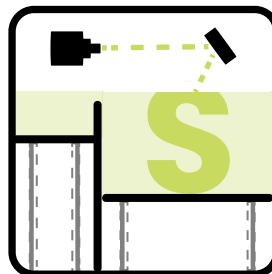
Termoplasty vyrobené technológiou **spekaním polymerového prášku laserom**.

**Výhody:** Vyššia presnosť a pevnosť, vysoká tvarová sloboda.

**Nevýhody:** Abrazívne menej odolný a nasiakavý povrch (v prevedení bez chemického leštenia).

### Materiály:

- Nylon PA12, PA12 GB
- PP
- Nylon PA11
- a iné...
- Guma TPU 95A



## SLA/UV LCD

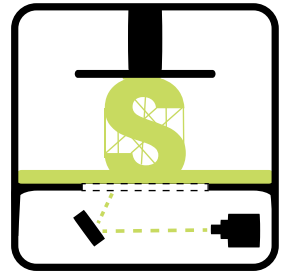
Reaktoplasty vyrobené technológiou **vytvrdzovania živice**.

**Výhody:** Vysoká kvalita povrchu a veľký tlačový objem (do 800 mm).

**Nevýhody:** Vyššia krehkosť a nízka odolnosť voči UV svetlu.

### Materiály:

- Prototypová živica
- Technická živica pevná
- Technická živica pružná
- Teplotne odolná
- Transparentná, ESD a iné...



## Odlievanie s použitím 3D tlačne

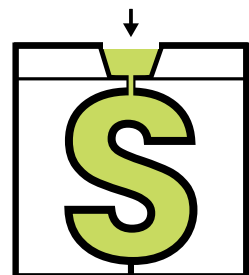
Práve vďaka veľmi jemnej živici a presne definovanej geometrii vieme efektívne vyrábať **master modely pre výrobu foriem**.

**Výhody:** Tradičné a overené materiály a technologické postupy pri skrátení a zefektívnení procesu výroby master modelu.

**Nevýhody:** Nižšia presnosť a vyššia drsnosť povrchu v porovnaní s konvenčne vyrobenými master modelmi.

### Materiály:

- Hliníkové odliatky,
- Oceľové odliatky,
- a iné materiály...



# DODATOČNÁ ÚPRAVA, OPRACOVANIE A MONTÁŽ DIELOV

## CNC opracovanie

Kombinácia CNC opracovania a 3D tlače je vhodná na výrobu dielou s vysokou tvarovou zložitosťou a súčasne požiadavkou na úzke tolerančné polia vybraných prvkov dielu. Táto kombinácia šetrí náklady aj čas výroba.



## Galvanické pokovenie

Galvanickým pokovením je možné dosiahnuť vyššiu povrchovú, tepelnú a elektrickú vodivosť. Tiež sa výrazne zlepšujú mechanické vlastnosti, konkrétne pevnosť v ťahu a modul pružnosti.



## Farbenie, lakovanie a impregnácia

Keďže plasty všeobecne degradujú vplyvom dlhodobého pôsobenia UV svetla, je vhodné ich adekvátne pre tieto aplikácie ošetriť lakovaním alebo farbením.

Výtlačky z materiálu PA12 je možné vylepšiť aj impregnáciou v nehorľavom alebo antistatickom roztoku.



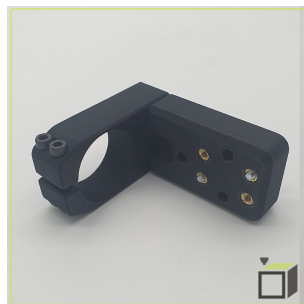
## Hybridné zostavy

Ďalším zaujímavým využitím sú hybridné zostavy, kde opäť vieme kombinovať to najlepšie z oboch svetov. Teda získavame relatívne lacnú a rýchlu výrobu častí zostáv, ktoré budú vyrobené 3D tlačou a presnosť a pevnosť častí s CNC opracovaním hliníka, duralu alebo plastov.



## Lisovanie závitových vložiek

Či už ide o metrické, trubkové alebo iné typy závitov, ktoré sú dostupné vo forme závitových vložiek, vieme ich integrovať do našich plastových výrobkov lisovaním za tepla.



## Chemické leštenie

Chemické leštenie využíva chemické látky na vyhladenie povrchu 3D tlačných dielov, čím znižuje drsnosť povrchu a zlepšuje vzhľad a funkčné vlastnosti. Ako vzduchotesnosť a vodotesnosť pre hydraulické a pneumatické aplikácie a vyššiu odolnosť proti opotrebeniu.



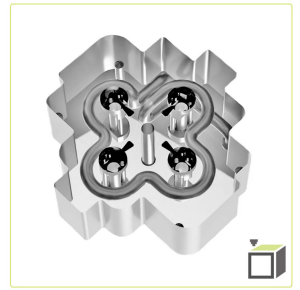
# PRÍPADOVÉ ŠTÚDIE

## INTERNÉ A KONFORMNÉ KANÁLY

PNEUMATICKÝ VALEC  
A VLOŽKA PRE VSTREKOVANIE

---

- Výroba z rôznych kovov alebo polymérov,
- Výroba inak nevyrobiteľných geometrií,
- Optimalizácia dizajnu a zvýšenie efektivity chladenia.

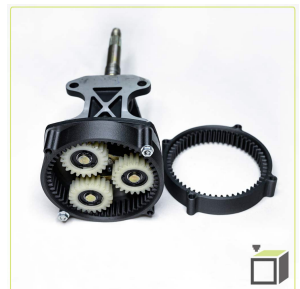


## FUNKČNÉ DIELY

OZUBENÉ PLANÉTOVÉ KOLESO

---

- Náhradné alebo diely na koncové použitie,
- Tvorba 3D modelu a dodanie výrobku prebehlo do 24 hodín,
- Zníženie hmotnosti oproti hliníku o cca 60% z pôvodnej hmotnosti.



## MALOSÉRIOVÁ VÝROBA

HLAVY SKRUTIEK  
A OZUBENÉ KOLIESKA

---

- Ekonomická výroba pri menších sériách až do 5000 kusov,
- Okamžité spustenie výroby bez potreby nástrojov,
- Dostatočná kvalita a presnosť aj bez dodatočného opracovania v prípade mnohých dielov.



## VYUŽITIE UHLÍKOVÝCH VLÁKIEN

PÄTKA BICYKLA, OHÝBACÍ PRÍPRAVOK

---

- Kombinácia polyméru a kontinuálnych vlákien,
- Porovnateľná pevnosť s hliníkom v smere kolmom na vlákna,
- Časové a finančné úspory v porovnaní s CNC výrobou pri vysokej tvarovej zložitosti.





## KOVOVÁ TLAČ

HYDRAULICKÝ PODÁVAČ  
A KOVOVÁ IHLA

---

- V priemere je cena nižšia oproti CNC opracovaniu až o 30-40% pri tvarovo aj rozmerovo vhodných dieloch.
- Vďaka aditívnym technológiám bolo možné integrovať vnútorné kanáliky pre hydraulické ovládanie podávača.
- Výtlačky môžu byť dodatočne tepelne spracované a na kritických plochách aj trieskovo opracované.



## VÝROBA DIELOV METÓDOU STRATENÉHO VOSKU

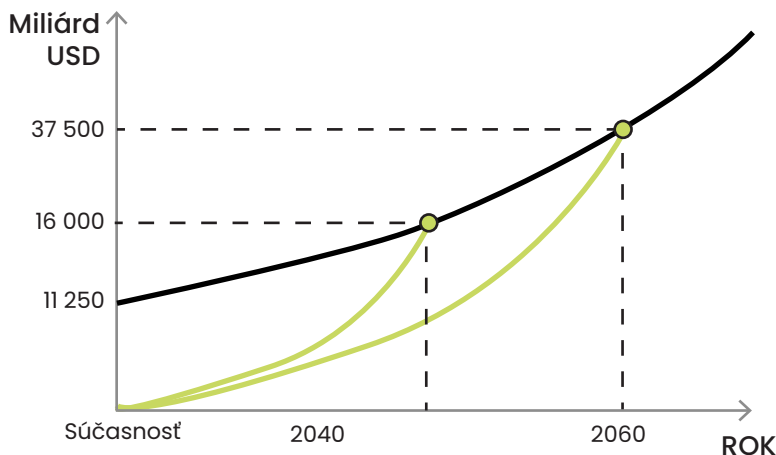
TVAROVÁ PRÍRUBA Z VOSKU  
A VÁHADLOVÁ SKRINKA

---

- Veľmi rýchla a efektívna metóda výroby voskových master modelov určených pre odlievanie z kovových materiálov.
- Tvarová príruha bola vyrobená z voskového materiálu technológiou FDM.
- Váhadlová skrinka bola vyrobená z presnej voskovej živice a následne odliata.



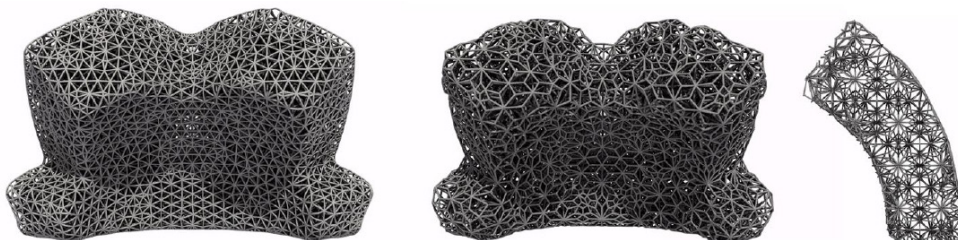
# BUDÚCNOSŤ 3D TLAČE



Zdroj: Wohlers report, Oxford

Spoločnosť Wohlers už vyše 27 rokov vyhodnocuje aktuálne údaje súvisiace s využívaním aditívnych technológií. Na základe všetkých historických dát vytvorila odhadovaný graf budúceho vývoja, kde môže dôjsť k dvom možným scenárom:

- **Scenár 1 (realistická predikcia)** - Ak sa bude trh vyvíjať rovnakým tempom ako doteraz, bude v roku 2060 produkcia aditívnymi technológiami na úrovni 50% (zo súčasných 0,1%) z celkovej globálnej produkcie, tzn. 500-násobný nárast so súčasným stavom v nasledujúcich **40. rokoch**.
- **Scenár 2 (optimistická predikcia)** - Ak sa bude trh vyvíjať rýchlejšim tempom ako doteraz (predpokladá zvýšenú mieru investícií do aditívnych technológií), bude v roku 2040 produkcia aditívnymi technológiami na úrovni 50% z celkovej globálnej produkcie. Tento scenár teda odhaduje 500-násobný nárast so súčasným stavom v nasledujúcich **20. rokoch**.



## REFERENCIE OD ZÁKAZNÍKOV

V našej firme MTS sme investovali do technológie 3D tlače. Preto sme sa obrátili na Stepanek3D s požiadavkou o optimalizáciu a doladenie tlače. Poradenstvo nám pomohlo pochopiť niektoré procesy, ktorým sme dovtedy nerozumeli. Z mimoriadneho know-how a skúseností naša spoločnosť doteraz profituje.

**Peter Jamriška, Obchodno-technický poradca | MTS, spol. s r.o.**

Chcem sa poďakovať Stepanek3D za odborné školenie v oblasti 3D tlače, ktoré nám pomohlo v zefektívnení práce pri výrobe a aj pri dizajne dielov. Odporúčame absolvovanie školenia aj ďalším firmám, ktoré sa chcú začať zaoberať alebo zlepšiť vo využívaní týchto technológií.

**Dávid Rodina, Quality Engineer | AAH PLASTICS Slovakia s. r. o.**

Pri využití služieb 3D tlače oceňujeme predovšetkým profesionálny a rýchly prístup. Určite tieto služby využijeme opakovane a takisto ich budeme aj doporučovať ďalej.

**Dalibor Doboly, Konateľ | GATYS, s.r.o.**

Využili sme 3-dňové školenie pre pokročilú 3D tlač a bolo nám odovzdané know-how, ktoré nám ušetrilo veľa času a prostriedkov. Školenie nám poskytlo ucelený pohľad na technológiu 3D tlače a možnosti jej využitia v konkrétnych aplikáciách. Prístup ku školeniu bol na vynikajúcej úrovni.

**Filip Beňák, Konštruktér | Manz Slovakia, s r.o.**

**Našou hlavnou misiou je minimalizovať vaše náklady, skrátiť výrobný čas a inovovať.**

Pomôžeme vám s dizajnom, výrobou a poradenstvom v oblasti aditívnych technológií. Pomohli sme už viac ako **350 firmám** s realizáciou vyše **1000 unikátnych projektov.**

## Klienti a partneri



## Kontaktujte nášho špecialistu



+421 907 319 874



info@stepanek3d.sk



www.stepanek3d.sk

Stepanek3D, s.r.o.  
Zvolenská cesta 6888/113  
97405 Banská Bystrica