

# MAXIMÁLNÍ VYUŽITÍ VÝHOD 3D TISKU DÍKY FACETOVÉMU MODELOVÁNÍ

LIFECYCLE

INSIGHTS

## TREND TECHNIKY VÝVOJE SE OPĚT OBRACÍ...

Během posledního desetiletí se v rámci vývojových cyklů stále více prosazují virtuální nástroje. S ohledem na okolnosti je to pochopitelné. Díky digitálním prototypům je možné snadno zkontrolovat výsledný tvar a funkci výrobku. Oproti fyzickým prototypům, které jsou nákladné z hlediska času i peněz, tedy přináší významné výhody. Virtuální kontrola fungování výrobku také umožňuje rychlejší iterace v raných fázích vývoje. Vývojové cykly se zrychlují.

Během několika posledních let se však díky novým technologickým inovacím trend opět obrací. 3D tisk, tedy technologie umožňující vytvářet po vrstvách fyzické komponenty, je nyní výrazně rychlejší, levnější a dostupnější. Považuje se za největší pokrok v rámci inovací. Součásti lze vytvářet doslova během minut až hodin.

I když se 3D tisk využívá v celé řadě odvětví, obzvláště vhodný je především ve strojírenství a při vývoji nových výrobků. Může doplňovat nebo zcela nahradit virtuální prototypy. 3D tisk zasahuje do všech oblastí od koncepčního návrhu, detailního návrhu, tvorbu prototypů až po testování.

Řada strojírenských firem si již 3D tisk osvojuje. Je však řada aspektů, které je třeba zvážit. Tato technologie vyžaduje jako vstup modely tvořené síťovou geometrií, která aproximuje přesnou geometrii pomocí facet. Tradiční parametrické a přímé modelování však s takovou geometrií nedokáží pracovat. Místo něj jsou potřebné funkce facetového modelování.

Většina tradičních CAD aplikací nabízí jen parametrické a přímé modelování, což firmy nutí převádět modely tam a zpět a využívat další modelovací nástroj, který podporuje facetové modelování. Tento kompromis s sebou často nese značné úsilí spojené s

opravou geometrie poškozené během převodu. Nové verze CAD programů však naštěstí nabízí kombinaci parametrického, přímého a facetového modelování v rámci jedné aplikace, díky čemuž se těmto problémům můžete vyhnout.

Účelem této e-knihy je vysvětlit tato a další témata. Naleznete zde podrobnosti o 3D tisku a jeho využití v rámci vývoje. Dále zde naleznete informace o využívání dvou CAD aplikací místo jedné. Tyto informace vám pomohou začlenit 3D tisk do vývojových procesů.

Virtuální nástroje přinesly řadě společností v posledních letech mnoho výhod. 3D tisk nyní doplňuje tyto virtuální možnosti o rychlou, snadnou a levnou výrobu prototypů.

## 3D TISK V PROCESU VÝVOJE

3D tisk si v poslední době získává zaslouženou pozornost. V rámci vývojového cyklu nabízí skutečný potenciál. Než se však pustíme do podrobné diskuze o technologiích, které lze použít k přípravě modelů pro tisk, je nutné pochopit, jak je lze využít v samotném procesu. Tato část specifikuje 3D tisk, věnuje se technickým problémům spojeným s jeho využíváním a popisuje, jak jej lze využít ve fázi koncepčního návrhu, detailní konstrukce a tvorby prototypů.

### 3D TISK: CO TO JE?

3D tisk je hardwarová technologie využívající metody aditivní výroby k tvorbě fyzických komponent. Postupně se na sebe nanáší jednotlivé vrstvy materiálu, dokud není součástí celá. V rámci 3D tisku lze využít širokou škálu materiálů, například plasty nebo kovy.

3D tisk otevírá v rámci procesu vývoje zcela nové možnosti, protože konstruktéři se nemusí bát omezení spojených s tradičním obráběním. To znamená, že konstruktéři mohou vytvářet například duté komponenty nebo komponenty vyplněné mřížkou, které by pomocí konvenčního frézování a soustružení nebylo možné vyrobit. Kromě toho vznikají nové metody, které kombinují aditivní a tradiční metody obrábění. V současnosti probíhá výzkum zaměřený na skládání různých materiálů v prostoru, což konstruktérům umožňuje navrhovat kromě výrobků i materiál, který je tvoří.

Další výraznou výhodou 3D tisku je jeho dostupnost. 3D tiskárnu lze umístit do konstrukční kanceláře stejně jako klasickou tiskárnu. Kromě toho trvá tisk součásti jen několik hodin, takže lze prototypy vytvářet opravdu rychle.

Aditivní metody výroby již existují poměrně dlouho. Různá omezení související s bezpečností, vyššími náklady a omezeními z hlediska materiálu však zabránila jejich masovému rozšíření. Pokrok v posledních letech řadu těchto problémů vyřešil.

### TECHNICKÉ ASPEKTY

Z pohledu modelování musí být konstruktéři schopni převádět 3D modely na výstupy vhodné pro 3D tisk, obvykle soubor STL. Tyto formáty a další formáty využívané v rámci 3D tisku jsou založeny na facetových modelech.

Facetové modely mají rovinné stěny, které aproximují přesnou geometrii vytvořenou pomocí parametrického nebo přímého modelování používaného v procesu vývoje. Výsledkem je síťová geometrie, kterou již nelze pomocí funkcí parametrického a přímého modelování měnit ani upravovat. Místo toho je ke změnám takové geometrie nutné využít techniky facetového modelování.

Převod přesné geometrie modelu na síťovou geometrii potřebnou pro 3D tisk je zásadním krokem, který je při použití této nové technologie třeba provést. Kromě toho musí někdy konstruktéři před 3D tiskem upravit síťovou geometrii získanou 3D skenováním. To může být nutné kvůli posunu, přidávání nebo odstraňování děr, drážek a další geometrie.

### 3D TISK V RÁMCI KONCEPČNÍHO NÁVRHU

V rámci koncepčního návrhu přichází konstruktéři s celou řadou myšlenek, které mohou pomoci splnit dané požadavky na tvar nebo funkci. Zpočátku hledají koncepty, které splňují tyto požadavky. Následně konstruktéři podle toho, jakou úlohu má tato součást v rámci celého systému, buď zkoumají další alternativy nebo se přesunou k další součásti.

Využití 3D tisku během koncepčního návrhu je výjimečná příležitost. Umožňuje konstruktérům a dalším vývojářům fyzicky interagovat s návrhy, které byly do té doby čistě virtuální. I když konstruktéři mohou být schopni si výrobek představit v prostoru, představitelé ostatních klíčových rolí v rámci koncepčního návrhu to dokázat nemusí. Vytisknutí součástí a umožnění fyzické interakce může být mnohem efektivnější než snaha předvést tuto součást na obrazovce.

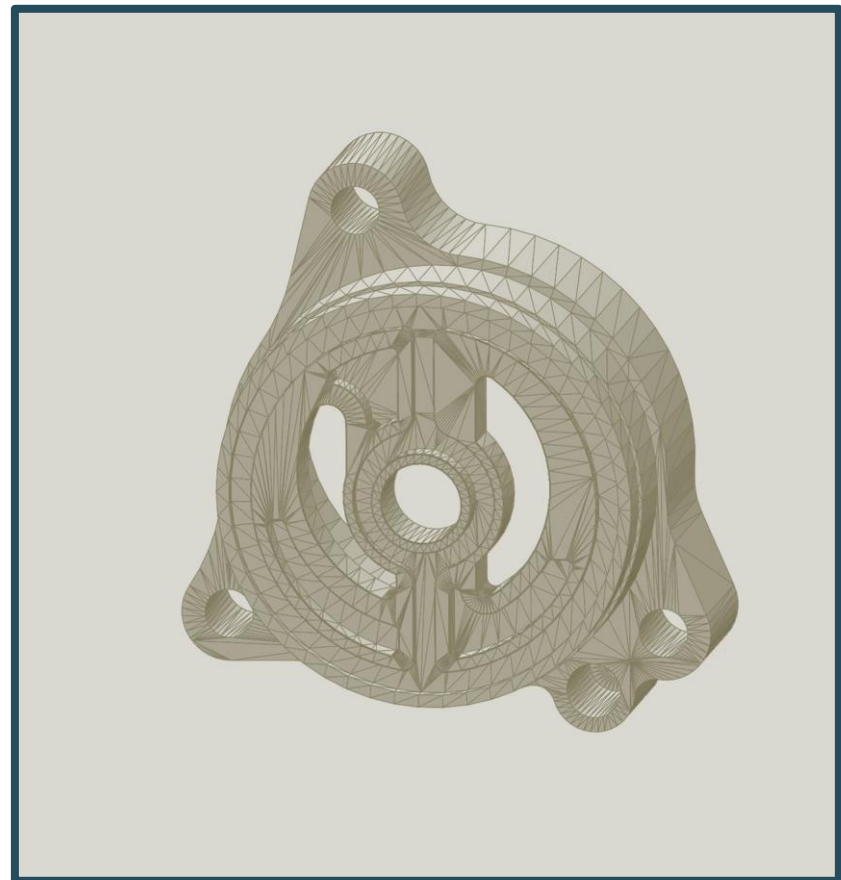
Z pohledu konstruktéra existuje celá řada možností využití. Jednotlivé vývojové fáze lze tisknout a srovnávat je v rámci studie fyzického návrhu. Pokud výsledky pevnostní analýzy vytisknete v příslušných barvách, můžete výsledky této simulace přesněji vizualizovat. Kromě toho, pokud vytisknete zmenšené modely celého systému v různých barvách, může taková sestava sloužit jako klíčový nástroj pro spolupráci. V rámci větší přesnosti lze dokonce průběžně tisknout nové součásti.

Geometrie jednotlivých verzí součástí se může výrazně lišit. Někteří používají přístup shora dolů a vytváří konkrétní komponenty odebráním materiálu. Jiní začínají s 2D nebo 3D skicami vytvořenými z křivek, čar, ploch a další jednoduché geometrie. V této fázi se však ještě nejedná o podrobné 3D modely. Ty vznikají až v rámci detailní konstrukce.

Využití facetového modelování v rámci koncepčního návrhu je zásadním požadavkem 3D tisku. Jakmile je geometrie

exportována do formátu kompatibilního s 3D tiskárnou, mohou chtít konstruktéři tento koncept ještě upravovat. V některých případech mohou chtít síťovanou geometrii zpřesnit. Facetové modelování tyto možnosti nabízí.

Obecně lze 3D tisk využít k tisku skutečných komponent pro konstruktéry a další role zapojené v procesu vývoje k celé řadě různých využití.



## 3D TISK V RÁMCI DETAILNÍ KONSTRUKCE

V této fázi vývoje konstruktéři zapracovávají do schváleného konceptu změny detailů nutné k jeho vydání do výroby a současně ověřují, že jsou splněny požadavky na jeho tvar a funkčnost. V rámci zvýšení výkonu bývá často nutné zkoumat možnosti různých aspektů návrhu. To platí obzvláště u konstruktérů, kteří hledají rovnováhu mezi protichůdnými požadavky, například požadavky na statické zatížení, náklady a rezonanční frekvence.

Před mnoha lety se ověření tvaru a funkčnosti detailní konstrukce provádělo převážně na prototypch a maketách, které byly nákladné a jejich výroba časově náročná. V současnosti se k řadě těchto úkonů využívají široce rozšířené virtuální prototypy. S nástupem 3D tisku však konstrukční firmy mají možnost si vybrat, jakým způsobem využijí virtuální prototypy a nízkonákladový 3D tisk.

3D tisk umožňuje kontrolovat celou řadu charakteristik, které v rámci virtuálního prototypu kontrolovat nelze. V některých odvětvích se kvalita výrobku posuzuje na základě hmotnosti a vyváženosti při uchopení do ruky. Stejně obtížně se virtuálně hodnotí například estetická a pocitová stránka. Některé výrobky se od ostatních odlišují například texturou povrchu nebo pocitem na dotyk. Této úrovni fyzického zkoumání je bez 3D tisku velmi obtížné dosáhnout.

V ostatních funkčních oblastech je 3D tisk pohodlnějším způsobem validace než virtuální prototypy. Aby nedošlo k omylu; výrobek pochopitelně lze virtuálně testovat téměř jakýmkoliv představitelným způsobem. Pomocí simulací můžete ověřit, zda se při určitém zatížení poškodí, je náchylný na vybuzení nebo se přehřívá. Tyto analýzy však vyžadují simulační aplikace, znalost tohoto softwaru a zkušenosti v oblasti simulací. Kontrola s

využitím 3D tištěné komponenty nevyžaduje tolik technologických znalostí. Pro některé konstrukční firmy je tedy 3D tisk mnohem vhodnější.

Digitální geometrická reprezentace výrobku je v této fázi již detailním 3D modelem. Tyto modely jsou často tvořeny pomocí funkcí pro parametrické a přímé modelování a obsahují hladké zaoblené plochy. Zásadní je při detailní konstrukci možnost převést takové modely na síťovou geometrii, kterou lze odeslat na 3D tiskárnu. Jsou však třeba i další funkce. Konstruktéři potřebují facetové modely upravovat pomocí přidávání, odebrání materiálu a změn geometrie, které představují změny a aby byla součástí tisknutelná.

Celkově je 3D tisk pro detailní návrh velmi vhodný. Nabízí vhodný doplněk k virtuálním prototypům a přináší hodnotu i samostatně. Využití facetového modelování k úpravám síťované geometrie nabízí konstruktérům důležitou sadu funkcí umožňujících v rámci detailního návrhu 3D tisk.

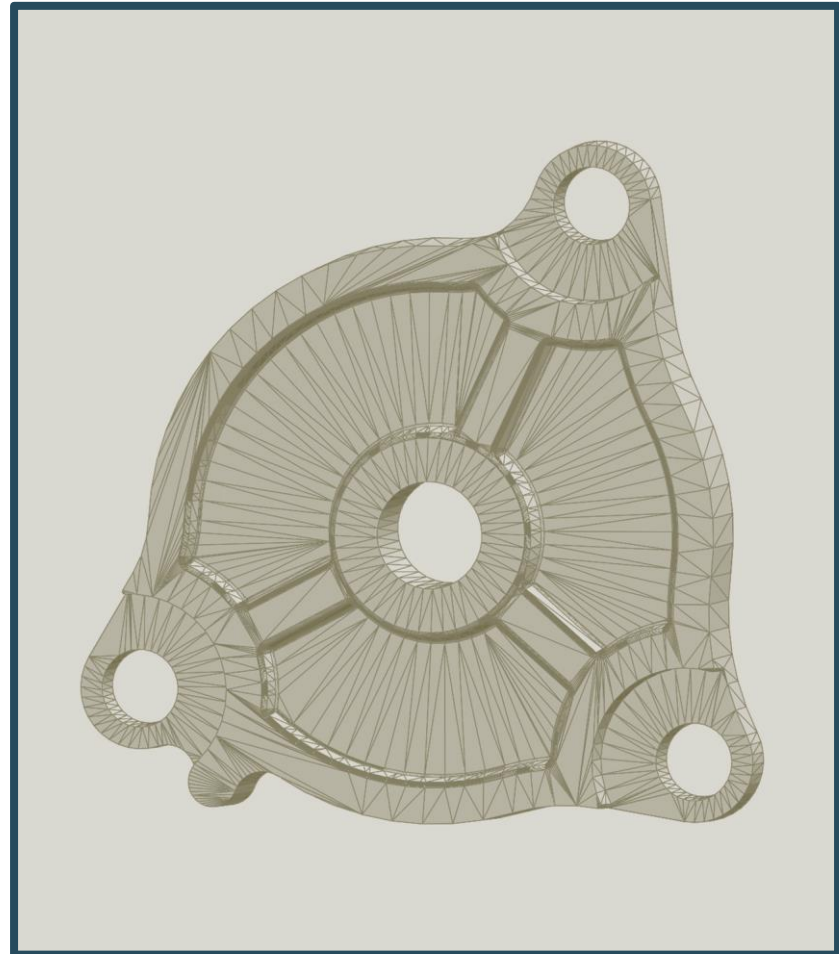
### 3D TISK V RÁMCI TVORBY PROTOTYPŮ A TESTOVÁNÍ

Když se návrh dostane do fáze tvorby prototypů a testování, je fyzicky vytvořen a testován. Cílem je ověřit, že návrh skutečně splňuje všechny požadavky. Kromě toho se do této fáze může návrh dostat znovu, pokud po uvolnění na trh selže. Tvorbu prototypů a testování lze využít k identifikaci příčiny selhání ještě před přípravou úprav modelu.

3D tisk má při tvorbě prototypů a testování celou řadu využití. S rostoucí možností využití různých materiálů, například plastů a kovů, lze 3D tisk využít k tvorbě komponent vhodných i pro tuto fázi vývoje. 3D tisk ve skutečnosti umožňuje rychlejší způsob vývoje těchto součástí než při využití konvenčního obrábění a dalších výrobních metod. Exportovat model připravený na tisk je mnohem jednodušší a rychlejší než generovat dráhy nástrojů pro CNC obrábění. To může celý vývoj výrobku významně urychlit.

Tvorba komponenty pomocí 3D tisku však není vždy úplně jednoduchá. Ve většině případů je 3D modely nutné pečlivě připravit. To může zahrnovat i drobné úpravy jeho tvaru, které neovlivní jeho funkčnost. Může být také nutné vytvořit různé mřížkové struktury, které slouží jako podpora převislého materiálu komponenty. V těchto případech potřebují mít konstruktéři možnost upravovat síťovanou geometrii 3D modelu pomocí přidávání, odebrání a změn. A tady nastupuje facetové modelování. Umožňuje takové změny provádět přímo bez nutnosti provádět nekonečné iterace mezi prostředními pro parametrické, přímé a facetové modelování. To je ve skutečnosti ta největší výhoda dostupnosti jednoho prostředí podporujícího všechny tři možnosti modelování. Změny tak lze provádět na jednom místě bez nutnosti přecházet mezi dvěma či více aplikacemi.

Celkově nabízí 3D tisk při tvorbě prototypů a testování celou řadu využití. Lze jej využít k urychlení některých kroků celého procesu. Facetové modelování je zásadní, protože umožňuje provádět úpravy podporující 3D tisk.



## ŘEŠENÍ SE DVĚMA APLIKACEMI

V rámci koncepčního návrhu, detailní konstrukce, tvorby prototypů a testování představuje 3D tisk v rámci procesu vývoje významnou příležitost. Využívání více neintegrováných softwarových aplikací, k němuž v rámci podpory 3D tisku často dochází, však vytváří v digitálním pracovním postupu zbytečné tření.

### DVA TYPY GEOMETRIE, TŘI TYPY MODELOVÁNÍ

Tradiční modelování geometrie bývá dvojího typu: parametrické nebo přímé. Parametrické modelování lze využít k tvorbě modelu po jednotlivých prvcích řízených parametrickými kótami. Přímé modelování mění existující geometrii zatlačením, vysunutím nebo tažením. Oba tyto přístupy modelování pracují s reprezentací hranic, kde je geometrie znázorněna plochými nebo plynule zakřivenými plochami.

Síťová geometrie je oproti tomu množinou bodů znázorňujících vnější povrch součástí. Některé CAD aplikace tuto reprezentaci převedou na objemovou geometrii vytvořením rovinných trojúhelníků nebo lichoběžníků a jejich spojením do uzavřeného tělesa. Facetové modelování umožňuje konstruktérům upravit kvalitu výsledné sítě a upravovat geometrii přidáváním a odebíráním materiálu.

Jak již bylo zmíněno, mohou nastat případy, kdy konstruktéři potřebují upravit geometrii sítě společně s geometrií vytvořenou pomocí parametrického nebo přímého modelování. V mnoha různých fázích vývoje potřebují konstruktéři možnost přidávat, odebírat a měnit geometrii modelů využívaných k 3D tisku.

### ŘEŠENÍ SE DVĚMA APLIKACEMI

CAD aplikace používané k tvorbě 3D modelů využívají kombinaci parametrického a přímého modelování, přičemž výsledkem obou přístupů jsou tradiční modely. Tuto výkonnou kombinaci modelovacích nástrojů lze snadno a rychle využít k tvorbě fyzických komponent a vývoji koncepčních nebo detailních návrhů. Bohužel jen velmi málo jich nabízí také facetové modelování.

Vzhledem k tomu, že většina CAD aplikací není schopna pracovat se síťovou geometrií, konstruktéři jsou nuceni používat jiná řešení. Někteří výrobci speciálních zařízení, obvykle pro laserové snímání, nabízí CAD aplikace umožňující facetové modelování. Konstruktéři tedy mohou použít tradiční CAD aplikace a k tomu tyto speciální. Tento scénář však má řadu nevýhod.

## CHYBĚJÍCÍ JEDNOTNÉ PROSTŘEDÍ

Během vývoje nastává celá řada situací, kdy konstruktéři potřebují **vzájemně kombinovat** parametrické, přímé a facetové modelování. Uživatel může například pracovat s facetovými daty, následně vytvořit parametrický model a změnit něco pomocí přímého modelování, než se vrátí zpět k facetovému modelování. Pokud tyto funkce nejsou součástí jedné softwarové aplikace, nemohou konstruktéři takové úkony jednoduše provádět. Místo toho musí hledat způsoby, jak přenášet konstrukční data mezi tradičními a specializovanými CAD aplikacemi.

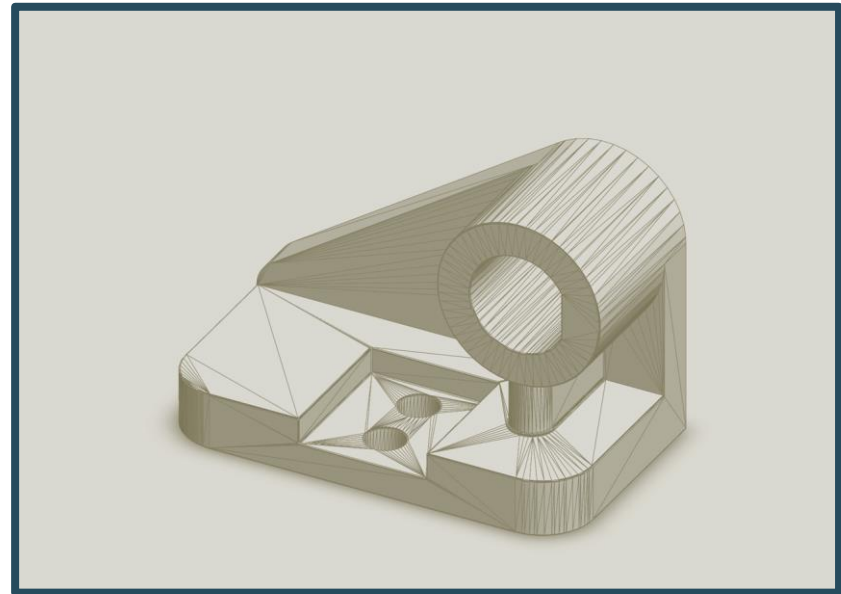
## VÝMĚNA KONSTRUKČNÍCH DAT

Pokud často používáte převod geometrie mezi CAD aplikacemi, pak asi znáte problémy s ním související. Převod modelu z jedné softwarové aplikace do jiné často způsobí chybně zarovnané nebo chybějící plochy, čáry a body. Tím dojde k porušení modelu, protože již nepředstavuje danou součást a konstruktéři tyto problémy musí řešit vždy, když se geometrie převádí z jednoho typu softwaru do druhého.

Jinak tomu není ani při převádění geometrie mezi tradičními a specializovanými CAD aplikacemi. Ano, i zde dochází ke stejným problémům. Výsledkem je ztracený čas konstruktéra a zpoždění projektu.

## SHRNUTÍ

Konstruktéři mohou využívat tradiční CAD aplikace spolu se specializovanými, které umožňují návrh 3D tisku, ale nese to s sebou významné komplikace v digitálním pracovním postupu. Konstruktéři nemohou využívat současně parametrické, přímé a facetové modelování, což je výrazně omezuje. Oprava dat při přenosu mezi těmito dvěma softwarovými aplikacemi je rovněž časově náročná. I když 3D tisk v rámci vývoje nabízí řadu výhod, může být jeho využití podkopáno komplikovanými procesy, které by byly nezbytné při využívání dvou nezávislých softwarových aplikací.





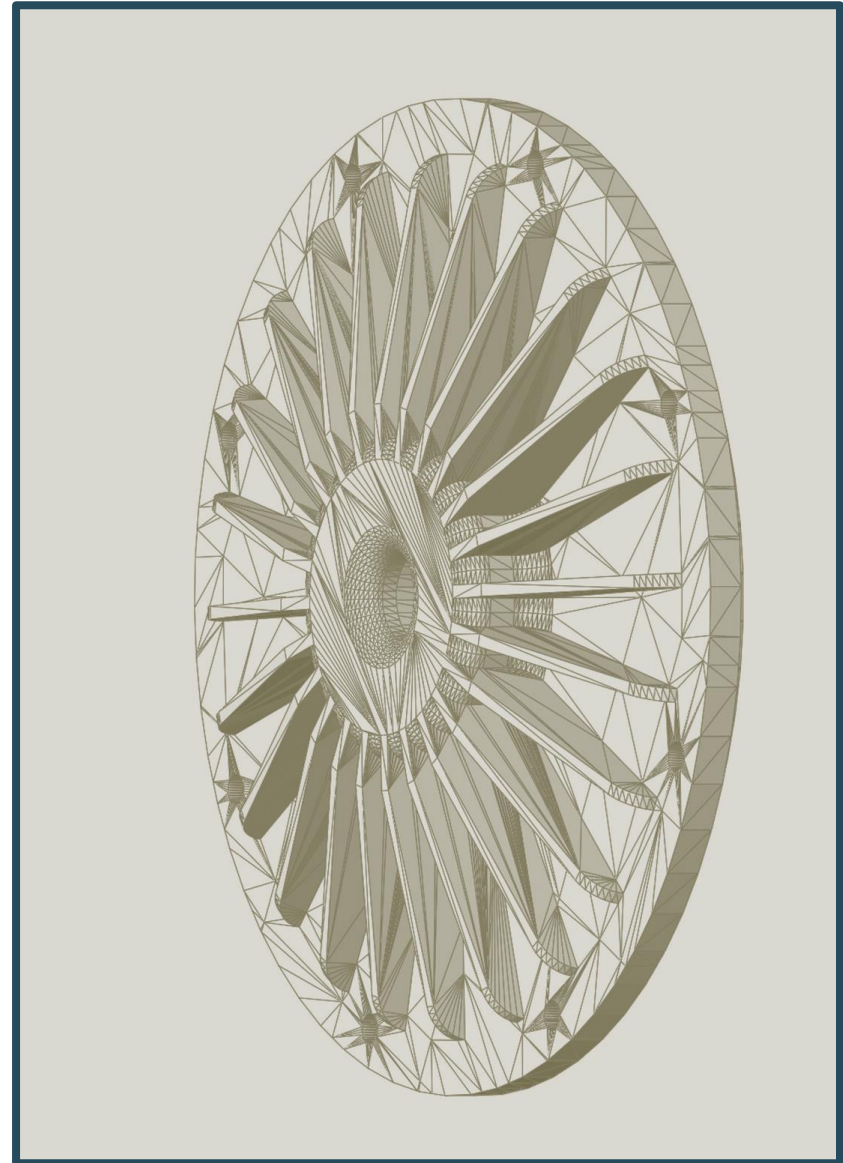
## ŘEŠENÍ S JEDNOU APLIKACÍ

V loňském roce řada CAD aplikací rozšířila své funkce tak, aby umožňovaly parametrické, přímé i facetové modelování. To má výrazné dopady na 3D tisk.

V mnoha případech je návrh třeba pro účely 3D tisku upravit. Model se síťovou geometrií však může být jediným dostupným. Obvykle by bylo nutné tento model převést do CAD aplikace. Zde by se pomocí metod přímého nebo parametrického modelování tento model upravil nebo by se přidaly podpůrné struktury. Tento model by se následně znovu exportoval do formátu vhodného pro 3D tisk. Díky CAD aplikacím umožňujícím parametrické, přímé i facetové modelování jsou všechny potřebné nástroje pro změnu síťové geometrie dostupné přímo, díky čemuž se vyhnete řadě zdoluhavých kroků.

Zásadním bodem jsou v těchto scénářích činnosti, jimž se může konstruktér díky této nové třídě CAD aplikací vyhnout: *výměna konstrukčních dat*. Protože jsou všechny tyto funkce součástí jednoho prostředí, není třeba 3D data, síťovou geometrii ani reprezentaci hranic převádět mezi různými softwarovými aplikacemi. Veškerou práci lze provést v jednom prostředí. Konstruktéři tak nemusí ztrácet čas opravami geometrie a mohou se zaměřit na design.

Celkově je spojení facetového modelování s parametrickým a přímým modelováním zásadním průlomem pro konstruktéry, kteří chtějí v rámci vývoje využít 3D tisk. Tento přístup odstraňuje řadu problémů a umožňuje konstruktérům zaměřit se na samotný design.



## SHRNUTÍ A ZÁVĚR

Zavedení 3D tisku je tedy v současnosti obzvláště lákavé. Umožňuje rychle vytvářet fyzické prototypy. Současně je společně se simulačními nástroji pro virtuální prototypy efektivním způsobem pro kontrolu tvaru a funkčnosti během vývoje.

### 3D TISK V RÁMCI VÝVOJE

3D tisk je hardwarová technologie využívající metody aditivní výroby k tvorbě fyzických komponent. Postupně se na sebe nanáší jednotlivé vrstvy materiálu, dokud není součástí celá. V rámci 3D tisku lze využít širokou škálu materiálů, například plasty a kovy.

Z pohledu modelování musí být konstruktéři schopni převádět 3D modely na výstupy vhodné pro 3D tiskový hardware, obvykle soubor STL. Tyto formáty a další formáty využívané v rámci 3D tisku jsou založeny na facetových modelech.

Výhod 3D tisku lze využít v rámci celého vývoje. V rámci koncepčního návrhu a detailní konstrukce jej lze využít k tvorbě fyzických součástí pro komparativní studie, které nelze měřit digitálně, například studie zohledňující texturu, vyváženost nebo estetiku. Během tvorby prototypů a testování lze rychle vytvářet fyzické komponenty a výrazně tak urychlit celý vývoj. Všechna tato využití lze kombinovat s virtuálními metodami testování tvaru a funkčnosti designu.

### TECHNOLOGICKÁ ŘEŠENÍ

CAD aplikace používané k tvorbě 3D modelů využívají kombinaci parametrického a přímého modelování, ale neobsahují podporu pro facetové modelování. Vzhledem k tomu, že většina CAD aplikací není schopna pracovat se síťovou geometrií, konstruktéři jsou nuceni použít pro facetové modelování jiná řešení. Konstruktéři mohou tyto aplikace používat současně, nemohou však využívat jejich vzájemného propojení a musí řešit problémy s převodem dat.

Řada CAD aplikací však rozšířila své funkce tak, aby umožňovaly parametrické, přímé a facetové modelování v jednom prostředí. Tato řešení umožňují konstruktérům vyhnout se problémům spojeným s používáním dvou aplikací.

### NĚKOLIK SLOV NA ZÁVĚR

3D tisk nabízí rychlý, snadný a levný způsob výroby fyzických součástí. Jeho výhody však mohou být znehodnoceny problémy spojenými s využíváním dvou samostatných aplikací pro modelování. Naštěstí však existují CAD aplikace, které umožňují souběžné parametrické, přímé a facetové modelování a umožňují tak konstruktérům využít plný potenciál 3D tisku.

© 2017 LC-Insights LLC



**Chad Jackson** je analytik a blogger v agentuře [Lifecycle Insights](#), která provádí výzkumy moderních inženýrských technologií, například CAD, CAE, PDM a PLM.  
[chad.jackson@lifecycleinsights.com](mailto:chad.jackson@lifecycleinsights.com).