
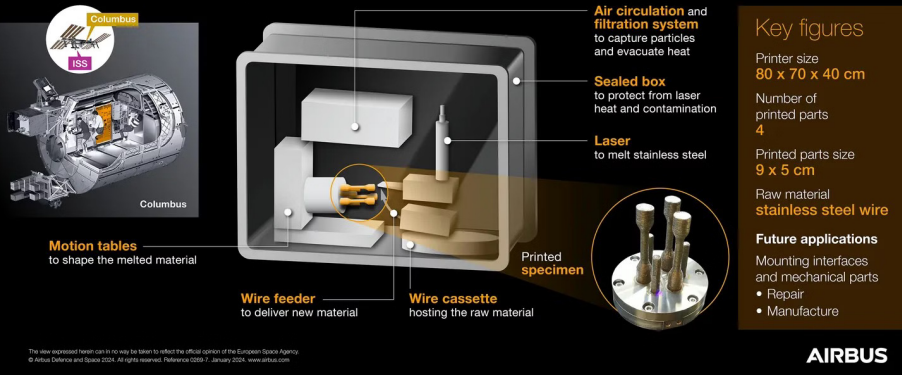


# Kovové materiály

- nerezová ocel
- titanové slitiny
- ...

# First **metal 3D printer** on board the ISS

The metal 3D printer was designed and built by Airbus under a programme of and funded by the European Space Agency.  It will be inserted inside Columbus, the European laboratory attached to the International Space Station.



<https://www.voxelatters.com/>

behind-the-scenes-of-the-first-metal-part-3d-printed-aboard-the-iss/



## Sensor Bracket for Landing Gear

Weight reduction:



Increased stiffness:



Conventional Design

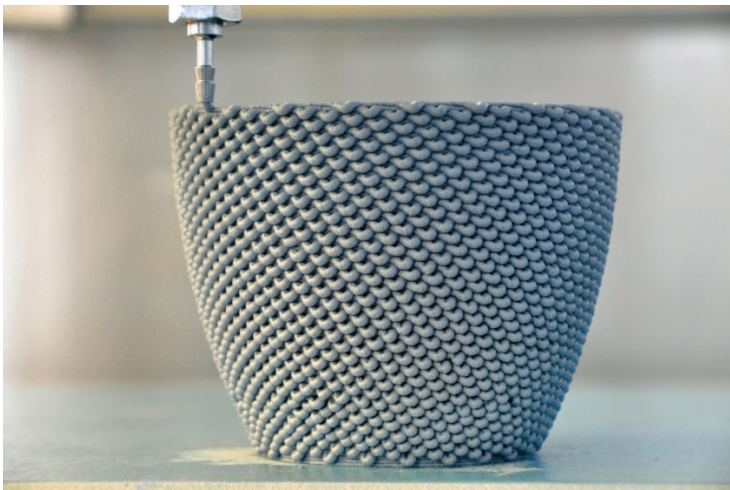


Additive Manufacturing Design

<https://3dprinting.com/news/new-titanium-am-parts-coming-to-airbus-a350/>

# Keramické materiály

- korund
- keramické materiály, které jdou sintrovat, nebo vytlačit extrudérem



<https://manufactur3dmag.com/stoneflowers-ceramic-3d-printing-kit-can-convert-fdm-printer-clay-printing>

# Pryskyřice (Resin) pro SLA tisk (Stereolitografie)

- různé barvy
- různé vlastnosti pomocí přísad
- předehřev resinu
- mytí modelu
- sušení modelu
- vytvrzení modelu UV světlem

Standardní resin	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ hladký a detailní povrch</li> <li>⊖ křehký</li> <li>⊖ není vhodný pro mechanické díly</li> </ul>
Clear resin	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ částečně transparentní</li> <li>⊖ po dodatečném opracování je na pohled téměř čistý</li> </ul>
Odlévací resin	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ detailní povrch</li> <li>⊕ vhodný pro vytváření odlévacích forem</li> <li>⊕ po vyhoření zbývá naprosté minimum popela</li> </ul>
Tvrdé a odolné resiny	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ vlastnostmi podobné materiálu ABS či PP</li> <li>⊕ částečně pružné</li> <li>⊕ vhodné pro mechanické díly</li> <li>⊖ nízká teplotní odolnost</li> </ul>
Teplotně odolný resin	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ vysoká teplotní odolnost</li> <li>⊕ používá se na vstřikovací formy</li> <li>⊖ vysoká cena</li> </ul>
Dentální resin	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ zdravotně nezávadný</li> <li>⊕ vhodný pro tvorbu zubních implantátů</li> <li>⊕ vysoce odolný otěru</li> <li>⊖ vysoká cena</li> </ul>
Flexibilní resin	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ vlastnostmi podobný gumě (tvrdost 70A)</li> <li>⊖ menší rozměrová přesnost výtisku</li> </ul>



<https://additive-x.com/technology-sla/>



# Plasty pro FFF tisk

- PLA
- PETG
- ABS
- ASA
- Flex
- PA (Polyamid, Nylon)
- PC Blend (polykarbonát)
- Kompozity
- PEI 1010
- ...

# PLA

- teplota trysky: 185 – 235 °C
- teplota podložky: 50 – 60 °C
- podložka: hladká PEI, satén
- rozpouštědlo: chloroform, toluen,...
- tryska: mosaz
- drybox: ne

# PLA – výhody a nevýhody

## Výhody

- snadný tisk
- libovolná velikost
- tvrdý
- nedeformuje se
- biodegradabilní

## Nevýhody

- křehký
- málo tepelně odolný
- obtížné broušení (taví se)
- nízká UV odolnost - ne pro venkovní účely

# PETG

- teplota trysky: 215 – 270 °C
- teplota podložky: 70 – 90 °C
- podložka: hladká PEI s lepidlem, satén
- rozpouštědlo: dichlormethan
- tryska: mosaz
- drybox: ne

# PETG – výhody a nevýhody

## Výhody

- snadný tisk
- tepelná odolnost
- houževnatost
- nedeformuje se
- dobře se brousí

## Nevýhody

- horší detaily než PLA
- stringování
- horší přemostění

# ABS

- teplota trysky: 230 – 255 °C
- teplota podložky: 95 – 110 °C
- podložka: hladká PEI s lepidlem, satén
- rozpouštědlo: aceton
- tryska: mosaz
- drybox: ne
- zakrytovaná tiskárna - doporučeno

# ABS – výhody a nevýhody

## Výhody

- pevný a univerzální
- tepelná odolnost
- vyhlazení acetonovými parami
- UV stabilní

## Nevýhody

- nepříjemný zápach (obsahuje styren)
- horší v detailech
- velká tepelná roztažnost - kroucení

# ASA

- teplota trysky: 220 – 275 °C
- teplota podložky: 90 – 110 °C
- podložka: hladká PEI s lepidlem, satén
- rozpouštědlo: aceton
- tryska: mosaz
- drybox: ne
- zakrytovaná tiskárna - doporučeno



# ASA – výhody a nevýhody

## Výhody

- pevný a univerzální
- tepelná odolnost
- bez stringování, tisk detailů
- vyhlazení acetonovými parami
- UV stabilní

## Nevýhody

- nepříjemný zápach (menší než u ABS)
- mírně hydrofobický
- velká tepelná roztažnost - kroucení

# FLEX

- teplota trysky: 220 – 260 °C
- teplota podložky: 40 – 85 °C
- podložka: hladká PEI s lepidlem, satén s lepidlem
- rozpouštědlo: chloroform, dichlormethan
- tryska: mosaz
- drybox: ano

# FLEX – výhody a nevýhody

## Výhody

- elasticita
- malé smršťování
- vynikající přilnavost
- odolnost vůči opotřebení

## Nevýhody

- problematické přemostování
- nižší rychlost tisku
- absorbuje vlhkost

# FLEX – VarioShore

- změna tvrdosti pomocí změny teploty trysky a rychlosti tisku
- teplota trysky 200 – 250 °C - pěnění
- teplota trysky 190 – 200 °C - bez pění
- Shore 92A bez pěny – Shore 55A maximálně napěněný

# Stupnice tvrdosti plastů podle SHORE

	Měkký						Středně měkký						Středně tvrdý				Tvrdý				Velmi tvrdý					
A	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100					
D							6	7	8	10	12	14	16	19	22	25	29	33	39	46	58	60	70	80	90	100

Gumička

Guma na gumování

Pneumatika

Podrážka

Golfový míček

Pracovní helma

83 D

Innovatefil

## Rozsah stupnice pro flexi filamenty

	Středně tvrdý				Tvrdý			
A	65	70	75	80	85	90	95	100
D	19	22	25	29	33	39	46	58

20 D  
Print with smile

75 A  
Herz

30 D  
Fiberlogy

85 A  
Verbatim

40 D  
Fiberlogy

96 A  
Fillamentum

98 A  
Fillamentum

32 D  
Filament PM

90 A  
Fillamentum  
Spectrum

93 A  
Smartfil

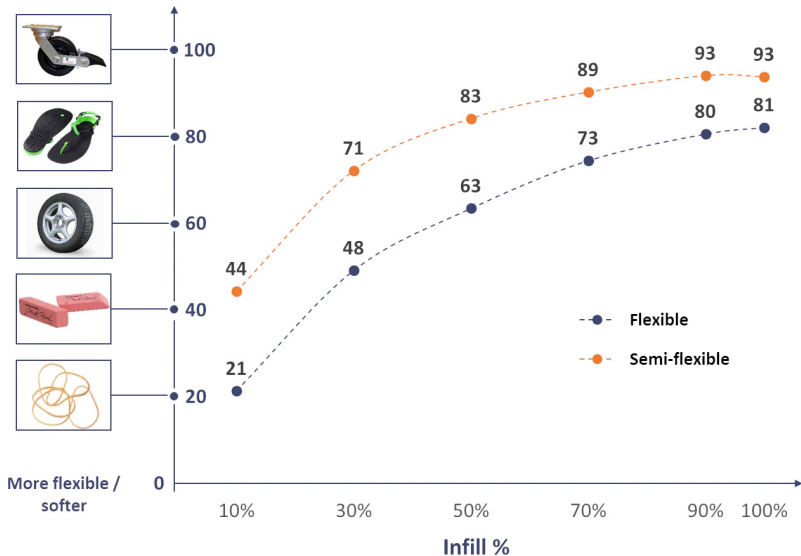
55 D  
Devil Design  
ColorFabb

88 A  
Filament PM

92 A  
Fillamentum

Less flexible /  
harder

## Hardness scale (Shore A)



<https://www.materialpro3d.cz/blog/flex-test/>

# PA (Polyamid, Nylon)

- teplota trysky: 240 – 285 °C
- teplota podložky: 70 – 115 °C
- podložka: satén s lepidlem
- tryska: mosaz
- drybox: ano
- zakrytovaná tiskárna - doporučeno

# PA (Polyamid, Nylon)– výhody a nevýhody

## Výhody

- vysoká mechanická odolnost
- tvrdost
- malé kroucení
- teplotní odolnost
- chemická odolnost

## Nevýhody

- nevhodné pro malé modely a detaily
- hydrokopický
- problematické přemostování



# PC Blend (polykarbonát)

- teplota trysky: 270 – 275 °C
- teplota podložky: 100 – 115 °C
- podložka: hladká PEI s lepidlem, satén
- rozpouštědlo: chloroform, dichlormethan
- tryska: mosaz
- drybox: ne
- zakrytovaná tiskárna - doporučeno

# PC Blend (polykarbonát)– výhody a nevýhody

## Výhody

- teplotní odolnost
- mechanická odolnost
- rozměrová stálost
- dobré elektroizolační vlastnosti

## Nevýhody

- velké modely se mohou kroutit
- vysoké teploty podložky a trysky
- mírný zápach při tisku

# Kompozity

- teplota trysky: 225 – 285 °C
- teplota podložky: 40 – 115 °C
- tryska: ocel
- různé typy plastů PETG, PC, PP, ABS,...
- carbon fiber, glass fiber, kevlar, ...

# Kompozity – výhody a nevýhody

## Výhody

- zlepšení mechanických vlastností
- tepelná odolnost

## Nevýhody

- ocelová tryska

Další výhody a nevýhody jsou závislé na konkrétním složení.

# PEI 1010

- teplota trysky: 370 – 390 °C
- teplota podložky: 120 – 160 °C
- drybox: ano
- zakrytovaná tiskárna - doporučeno
- vysokoteplotní tiskárna

# PEI 1010– výhody a nevýhody

## Výhody

- excelentní mechanické vlastnosti
- tepelná odolnost
- chemická odolnost

## Nevýhody

- vysokoteplotní tiskárna
- hydrokopický
- profi segment trhu

Materiál	Tisk se zakrytovanou tiskárnou	Doporučuje se drybox	Nutnost tvrzené trysky	Teplota trysky	Teplota podložky	Tisknutelné na texturovanou podložku	Tisknutelné na hladkou PEI podložku	Tisknutelné na saténovou podložku	Rozpustné běžnými rozpouštědly
PLA	Ne	Ne	Ne	185-235 °C	50-60 °C	✓	✓	✓	✗
PETG	Ne	Ne	Ne	215-270 °C	70-90 °C	✓	↓ s tyčinkovým lepidlem	✓	✗
PETG HT	Ne	Ne	Ne	270 °C	110 °C	✓	↓ s tyčinkovým lepidlem	✓	✗
ASA	Ano doporučeno	Ne	Ne	220-275 °C	90-110 °C	↓ s tyčinkovým lepidlem	↓ s tyčinkovým lepidlem	✓	✓
ABS	Ano doporučeno	Ne	Ne	230-255 °C	95-110 °C	↓ s tyčinkovým lepidlem	↓ s tyčinkovým lepidlem	✓	✓
PC (Polycarbonate)	Ano doporučeno	Ne	Ne	270-275 °C	100-115 °C	↓ s tyčinkovým lepidlem	↓ s tyčinkovým lepidlem	✓	✗
CPE	Ne	Ano	Ne	275 °C	90-110 °C	✓	↓ s tyčinkovým lepidlem	✓	✗
PVA / BVOH	Ne	Ano	Ne	195-215 °C	60 °C	✓	✓	✓	✓
HIPS	Ne	Ne	Ne	225-255 °C	100-110 °C	✓	✓	✓	✓
PP (Polypropylene)	-	Ne	Ne	220-245 °C	0-100 °C	✗ nedoporučeno	↓ s izolepou	✓	✗
Flex	Ne	Ano	Ne	220-260 °C	40-85 °C	✓	↓ s tyčinkovým lepidlem	↓ s tyčinkovým lepidlem	✗
nGen	Ne	Ne	Ne	240 °C	90 °C	✓	↓ s tyčinkovým lepidlem	✓	✗
PA (Nylon)	Ano doporučeno	Ano	Ne	240-285 °C	70-115 °C	↓ s tyčinkovým lepidlem	✗ nedoporučeno	↓ s tyčinkovým lepidlem	✗
Composite materials	-	-	Ano	225-285 °C	40-115 °C	-	-	-	✗
Wood / metal filled	Ne	Ne	-	190-260 °C	60-85 °C	✓	-	✓	✗
PVB	Ne	Ne	Ne	215 °C	75 °C	✗ nedoporučeno	✓	✓	✓

<https://help.prusa3d.com/cs/materials>

# Materiály pro podpěry

pro tiskárny, které umožňují tisk z několika cívek

## PVA, BVOH

- rozpustné ve vodě
- zejména pro PLA

## HIPS

- rozpustné v lemonsolu (nepoškodí ABS ani PLA)
- lemonsol se vyrábí z oleje citrusových plodů
- zejména pro ABS



# Kde tisknout?

- v práci, na univerzitě
- zakázkový tisk
- dílny - FABLAB, MAKERSPACE,...
- nákup tiskárny