

Origami

Keywords: goniometrie, origami, skládání papíru, vedlejší úhly, střídavé úhly

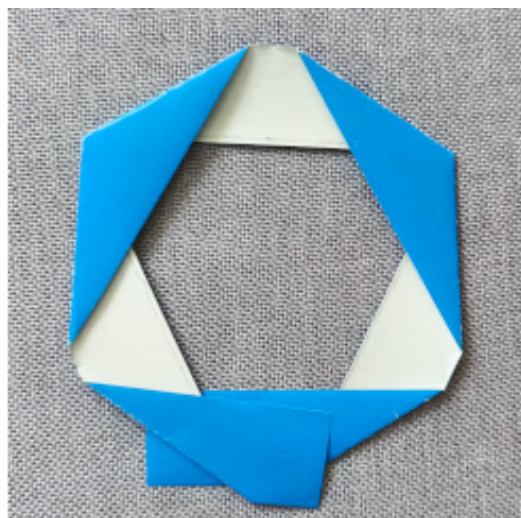
Když slyšíme slovo origami, představíme si asi nejdříve papírovou skládanku ve tvaru zvířete nebo lodičky. Tyto jednoduché tvary často slouží jako první krok do fascinujícího světa skládání papíru. Existují ale i origami, které zaberou několik hodin či dokonce dní pečlivé práce.

Fascinující je ale skutečnost, že princip skládání, jak ho známe z origami, se objevuje i v přírodě kolem nás i v nás samotných. Rozvíjející se poupě květu, jemně se rozbalující křídla hmyzu ukrytá pod pevnými krovkami, složitá struktura lidské DNA, nebo stěny tlustého střeva, to vše využívá principy podobné těm, které najdeme v origami. Schopnost materiálů a struktur „skládat se“ a „rozkládat se“ podle potřeby je jedním ze základních stavebních prvků života.

V posledních letech zažilo origami skutečný rozmach, a to nejen jako koníček pro milovníky papíru, ale i v mnoha uměleckých a vědních oborech. Ovlivnilo architekty, designéry nábytku, umělce a vědce. Origami se tak proměnilo z pouhého umění skládání papíru v nástroj, který pomáhá formovat budoucnost.

Skládání kolem dokola

Pojďme začít jednoduše a to proužkem papíru. Zkuste vytvořit sklady na proužku papíru tak, aby se opakovaly pravidelným způsobem, proužek se dal díky skladům složit do roviny a současně abyste se po několika krocích s krátkými konci proužku papíru dostali k sobě (zatím stačí přibližně, později budeme chtít kratší konce na sebe přesně navázat). Současně se nesmí libovolně křížit dlouhé okraje proužku. Jeden dlouhý okraj proužku musí být po poskládání tvaru viditelný po celé délce. Druhý dlouhý okraj proužku papíru bude logicky po celé délce přiléhat k podložce, na které výsledný tvar leží. Na následujícím obrázku je ukázka chybného i správného řešení.



Obrázek 1: Nalevo ukázka chybného řešení, napravo ukázka správného řešení

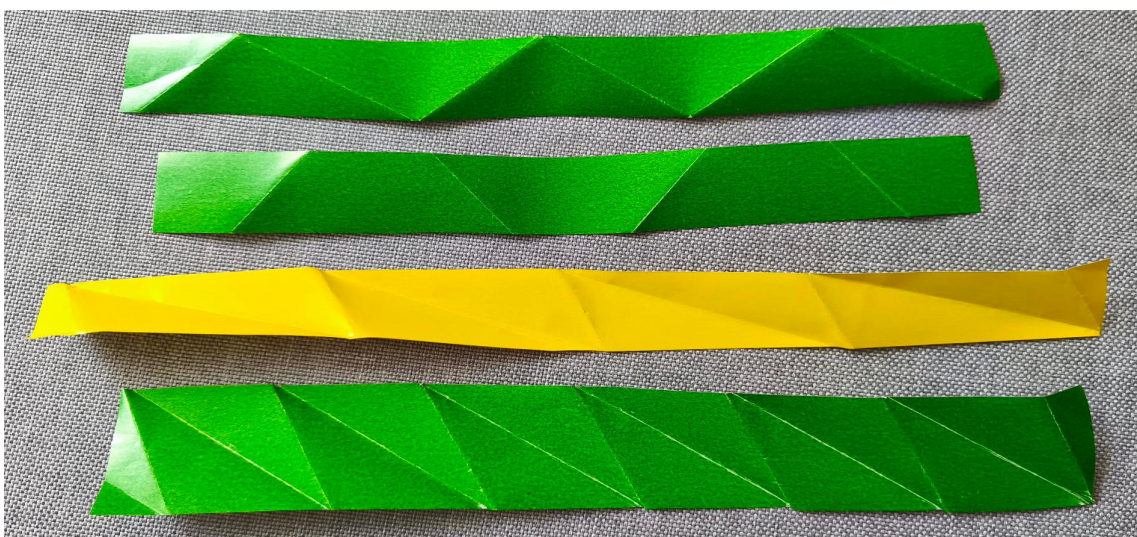
Úloha 1. Vyzkoušejte si složit z proužku papíru správné řešení z předchozího obrázku a vytvořte několik dalších variant tak, aby opět platilo: 1) proužek se dá složit do roviny a sklady se pravidelně opakují, 2) jeho kratší okraje na sebe přibližně navazují, 3) jeden z jeho delších okrajů je při pohledu shora celý viditelný.

Řešení. Několik možných řešení (včetně ukázkového) je na následujícím obrázku.



Obrázek 2: Ukázky možných řešení

Pokud proužky papíru opět rozvineme, uvidíme následující (viz obrázek).



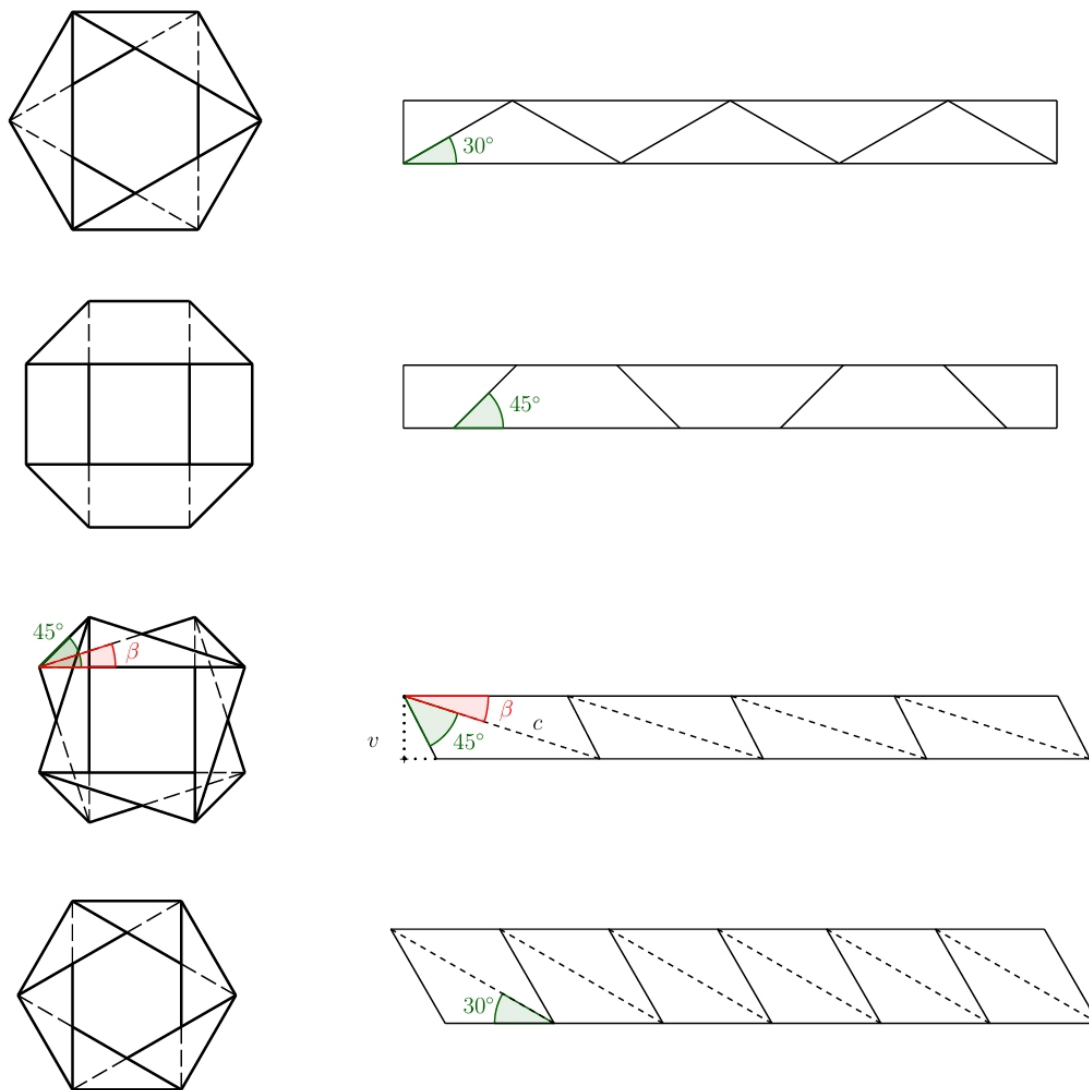
Obrázek 3: Předchozí řešení v rozložené podobě

Úloha 2. Pro předchozí typy řešení určete přesný vzor skladů proužku papíru tak, aby se oba kratší konce potkaly přesně a šly slepit.

Řešení. Jak je obvyklé v origami, budeme značit hřebeny plně a údolí čárkovaně. Pokud si nakreslíme všechny varianty ve složeném tvaru je řešení ve většině případů zřejmé a vyplývá z pravidelnosti a

Results matter!

symetrií, které se ve vzoru platí. Řešení společně s naznačenými úhly jsou na následujícím obrázku. Velikosti zbylých úhlů jsou zřejmé ze znalostí o vedlejších a střídavých úhlech.

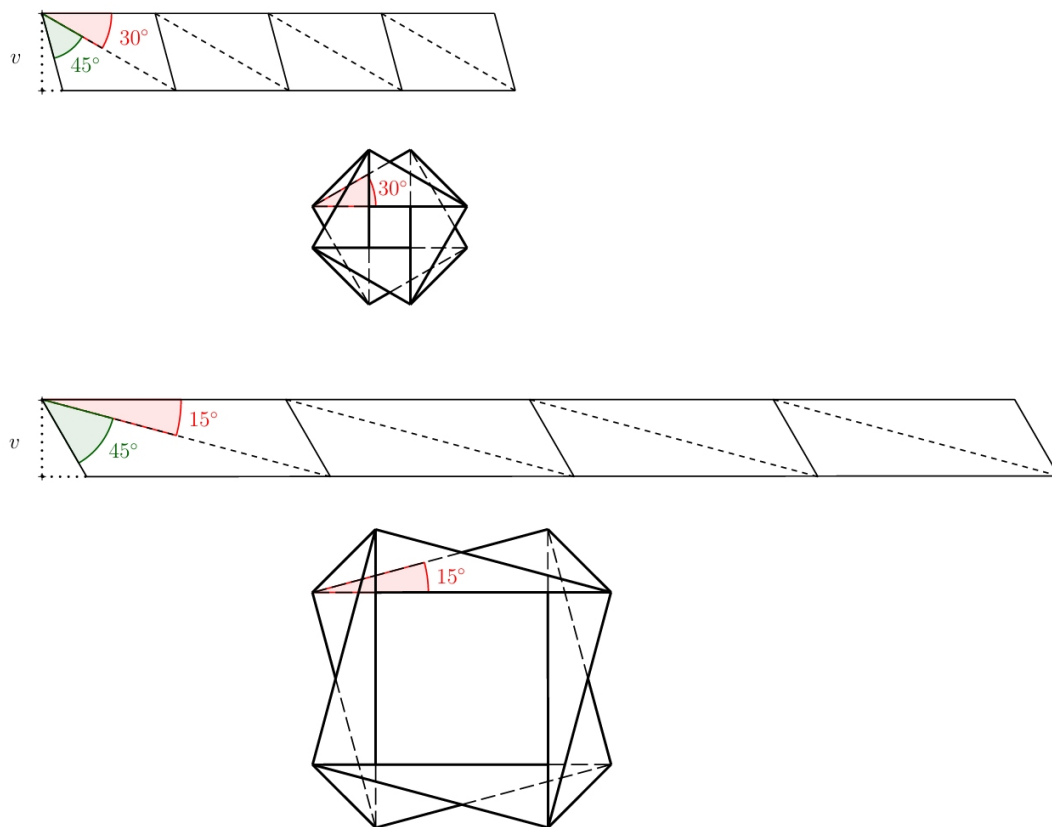


Obrázek 4: Řešení úlohy 2

U třetí varianty je ale situace složitější (na předchozích fotografiích jde o variantu ze žlutého papíru). Pro naznačený úhel β platí

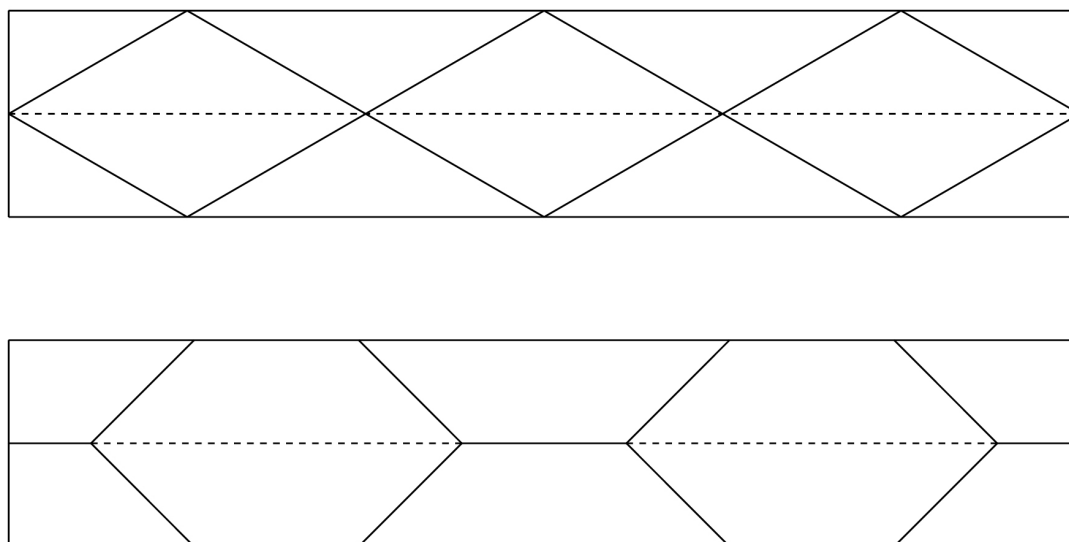
$$\sin \beta = \frac{v}{c},$$

kde v je výška proužku papíru. Pokud tuto výšku zafixujeme, stále existuje nekonečně mnoho řešení v závislosti na úhlu β , kde $\beta \in (0; 180^\circ - 45^\circ)$. Dvě varianty pro úhel $\beta = 30^\circ$ a $\beta = 15^\circ$ jsou na následujícím obrázku.



Obrázek 5: Dvě varianty řešení pro různé velikosti úhlu β

Jednotlivé proužky můžeme také skládat na sebe, pokud to uděláme vhodným způsobem, půjde vzor opět složit do roviny. Ukázky dvou variant jsou na obrázku.



Obrázek 6: Příklady možného navazování proužků na sebe

Všechny varianty vzniklé skládáním na sebe z proužků z předchozího řešení najdete na pracovních listech 1 a 2 (pokud chcete boční strany slepit, musíte jen přidat přesahy na přilepení). Na následujícím obrázku jsou varianty z pracovního listu složené a slepené.



Obrázek 7: Všechny varianty ze dvou pracovních listů ve složeném a slepeném tvaru

Tyto a další origami “trubice” nacházejí uplatnění v medicíně, designu či materiálovém inženýrství. Na uplatnění origami v medicíně se zaměříme i v dalším odstavci. Nebudeme v něm sice nebudeme řešit žádnou úlohu, představíme si ale další zajímavou aplikaci origami.

Vodní bomba nebo stent

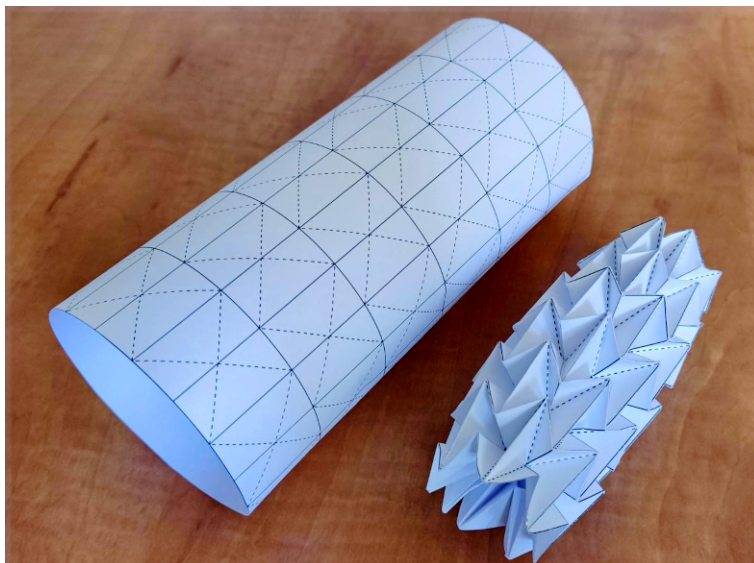
Lékařský stent je malá, většinou síťovitá trubice, která se zavádí do zúžené nebo zablokované cévy nebo jiného průchodu v těle, aby pomohla udržet ji otevřenou a umožnila správný průtok krve nebo tekutin. Tato zařízení se běžně používají, když je krevní oběh narušen v důsledku zúžení tepen. Primárním cílem

Results matter!

umístění stentu je obnovit normální průtok krve.

Stenty musí být dostatečně pevné, aby odolaly silám v lidském těle, ale také musí mít dostatečnou flexibilitu, aby se přizpůsobily tvaru cévy.

Mezi nedávné inovace patří vývoj stentů inspirovaných vzorem vodní bomby, který je známý svými vynikajícími roztažnými vlastnostmi a flexibilitou. Tento design si klade za cíl zlepšit přizpůsobivost stentů v cévách a představuje inovativní přístup k minimálně invazivním kardiovaskulárním intervencím. Tato konstrukce umožňuje kompaktní složení stentu pro zavedení a následné kontrolované a rovnoměrné roztažení po zavedení, což zvyšuje bezpečnost a účinnost při obnově správného průtoku krve.



Obrázek 8: Model stentu založeném na vzoru vodní bomby

Ve třetím pracovním listu najdete vzor pro výrobu tohoto modelu. To doporučuji ale jen pro opravdové nadšence do skládání z papíru.

Literatura a odkazy

- <https://www.mdpi.com/2218-6581/12/1/21>
- <https://techxplore.com/news/2025-05-origami-materials.html>
- <https://www.nature.com/articles/s41528-022-00139-x>
- <https://www.sfu.ca/sfunews/media/issues-experts/2021/09/technology-takes-the-art-of-origami-into-the-fight-against-covid.html>
- <https://www.mddionline.com/implants/from-origami-to-a-prototype-stent>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263822322004512>
- <https://www.youtube.com/watch?v=uFyJykl1O0k>