

Učitel matematiky

Jan Fiala

Některá využití stavebnice Polydron ve výuce matematiky

Učitel matematiky, Vol. 22 (2014), No. 4, 218–228

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/149475>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2014

Institute of Mathematics of the Czech Academy of Sciences provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This document has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://dml.cz>

NĚKTERÁ VYUŽITÍ STAVEBNICE POLYDRON VE VÝUCE MATEMATIKY

JAN FIALA

Pro úspěšné naplňování očekávaných výstupů v rovinné a prostorové geometrii podle [1] a [2] je možné do výuky matematiky vhodně zařadit a využít stavebnice (plných, povrchových a hranových, také drátěných¹) modelů geometrických těles, z nichž celosvětově asi nejvýraznější oblibu získala stavebnice *Polydron*. Článek představuje stavebnici *Polydron*, uvádí ji do kontextu s tzv. činnostním učením a ukazuje některá její využití ve výuce matematiky prostřednictvím zadaných úloh.

Stavebnice modelů geometrických těles Polydron

Stavebnice *Polydron* s počátky v 70. letech minulého století v Anglii určená pro všechny věkové kategorie patří bezesporu díky své jednoduchosti k nejrozšířenějším a nejoblíbenějším stavebnicím prostorových modelů nejen geometrických těles. Velmi široká paleta stavebnic *Polydron* umožňuje sestavení pravidelných i nepravidelných, konvexních i nekonvexních těles, Archimedovských a Katalánských těles a mnoha dalších geometrických objektů. Každý jednotlivý díl stavebnice je stěnou (případně pouze částí dané stěny) vznikajícího tělesa. Některé stavebnicové díly umožňují vhléd do tělesa. Spoje jednotlivých dílů jsou buď mechanické, nebo fungují na principu magnetismu. Stavebnice *Polydron* byla konstruována především pro podporu prostorového vnímání a představitosti žáků a rozvíjení jejich geometrického myšlení a dalších geometrických znalostí a dovedností. Obr. 1 ukazuje

¹Hranové modely geometrických těles lze sestavovat například ze stavebnic Zometool nebo Geomag.

jedno z nabízených školních balení stavebnice *Polydron*. Výrobci nabízí učitelům ke stavebnici metodický materiál, který je u některých verzí stavebnice dostupný také v českém překladu. Podrobné informace ke stavebnici *Polydron* lze nalézt například na domovských stránkách <http://www.polydron.co.uk/>.



Obr. 1: Školní sestava stavebnice *Polydron*²

Činnostní učení

Činnostní učení lze (nejen v matematice) podle autorů *Pedagogického slovníku* chápat jako „takové učení, při kterém žáci získávají zkušenosti, znalosti a dovednosti při jimi prováděných praktických činnostech“. [4] Činnostní učení obsahuje motivační, poznávací, prováděcí i zpětnovazební (sebeevaluační) složku učení. Činnostní učení se uplatní při zařazení různých metod výuky, jako například

²Zdroj obrázku:

<http://www.polydron.co.uk/polydron/polydron-class-set.html>.

při řešení problémů, při využití heuristických metod, při experimentální činnosti směřující k objevování nových skutečností, při projektovém vyučování apod. Podstatným a cenným rysem činnostního učení je aktivní účast žáka na vlastním vzdělávání, podpora jeho samostatného projevu, získávání znalostí a dovedností vlastní činností při záměrné (plánované) manipulaci s konkrétními předměty, při řešení zadaných úkolů vlastními silami, při řešení problémů a situací s úzkou návazností na život mimo školu apod.

Oblast rovinné i prostorové geometrie jsou vhodným polem uplatnění principů činnostního učení. Návody na stavbu papírových (povrchových) modelů geometrických objektů, rovinných obrazců i geometrických těles, případně také topologických objektů, modelování těles hranovými modely s využitím plastelíny a špejlí, případně drátů, činnostní určování a ověřování jejich geometrických vlastností, rozklady těles na sjednocení konečně mnoha jiných těles, úlohy o průnicích těles, transformace modelů kolmých těles do modelů těles kosých³, zobrazování těles do roviny, tvorba a rýsování sítí geometrických těles, úlohy související s řezy těles rovinnou, praktická manipulace s předměty například při řešení úloh o rovinných a prostorových teselacích (více např. v [5]), úlohy o tělesech navzájem duálních a další jsou jen některé z možných úloh pro rozvoj geometrické představivosti, geometrického a technického konstrukčního myšlení a žádaných znalostí žáků v geometrii na základní a střední škole. V dalším textu doložíme činnostní charakter úloh s využitím stavebnice *Polydron*.

Ukázky úloh využití stavebnice *Polydron*

Úloha 1: Pomocí stavebnice *Polydron* sestav modely geometrických těles, které znáš z běžné výuky. U každého tělesa zjisti počet vrcholů, počet hran a počet stěn. Kolik má dané těleso tělesových a stěnových úhlopříček? Pro sestavená tělesa ověř platnost Eulerovy věty.⁴

³Tyto transformace umožňuje například stavebnice Geomag.

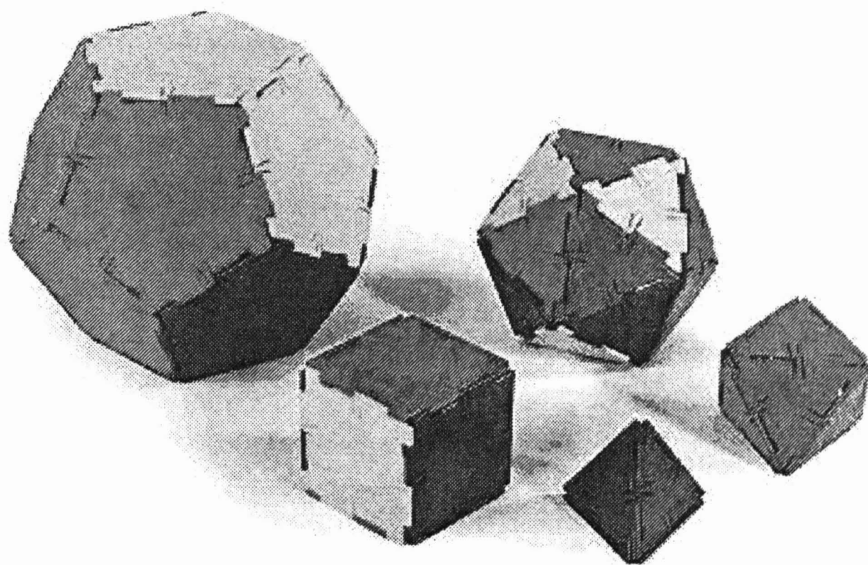
⁴Poznámka redakční rady: Čtenářům doporučujeme aktivity *Eulerova hádanka* a *Eulerův objev* zavěšené na portálu *Matematika pro všechny* v sekci Učitel – Základní škola 2 (www.suma.jcmf.cz).

Poznámka: Žáci sestavují především model krychle, kvádrů, hranolu a pravidelného n -bokého jehlanu, některé typy školní stavebnice *Polydron* umožňují sestavit také koule a kužel.

Úloha 2: Pomocí stavebnice *Polydron* sestav (přibližný) model libovolného předmětu z tvého okolí.

Poznámka: Žák si zvolí vhodný objekt (předmět) ze svého okolí tak, aby jej mohl s ohledem na dostupné díly stavebnice *Polydron* vymodelovat.

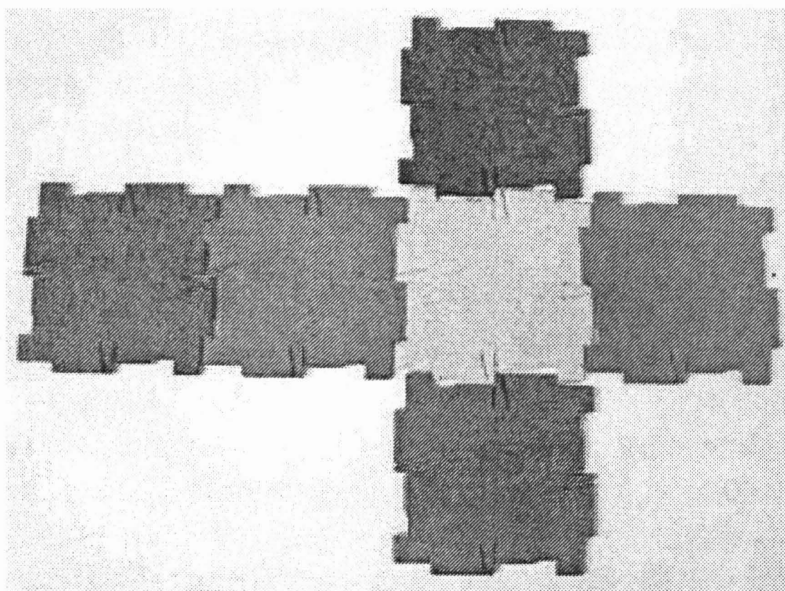
Úloha 3: Pomocí stavebnice *Polydron* sestav modely Platónských těles. U každého z nich zjisti počet vrcholů, počet hran a počet stěn. Jaká je společná vlastnost všech těchto těles? Ověř jejich vlastnosti. Pro Platónská tělesa ověř platnost Eulerovy věty. (Obr. 2)



Obr. 2: Modely Platónských těles stavebnice *Polydron*⁵

Úloha 4: Pomocí školní stavebnice *Polydron* sestav různé sítě krychle. Kolik jich je celkem? Vyber si jednu z nich a narýsuj ji do sešitu. Z jakých a z kolika obrazců se každá síť krychle skládá? (Obr. 3)

⁵Zdroj obrázku: <http://www.polydron.co.uk/polydron/polydron-platonic-solids-set.html>.



Obr. 3: Jedna ze sítí krychle vytvořená ze stavebnice *Polydron*

Poznámka: Krychle má 11 různých sítí. Každá síť je sjednocením šesti shodných čtverců.

Úloha 5: Pomocí stavebnice *Polydron* sestav síť dalších vybraných těles. Správnost každé sítě zkontroluj sestavením daného tělesa. Narýsuj síť tělesa do sešitu.

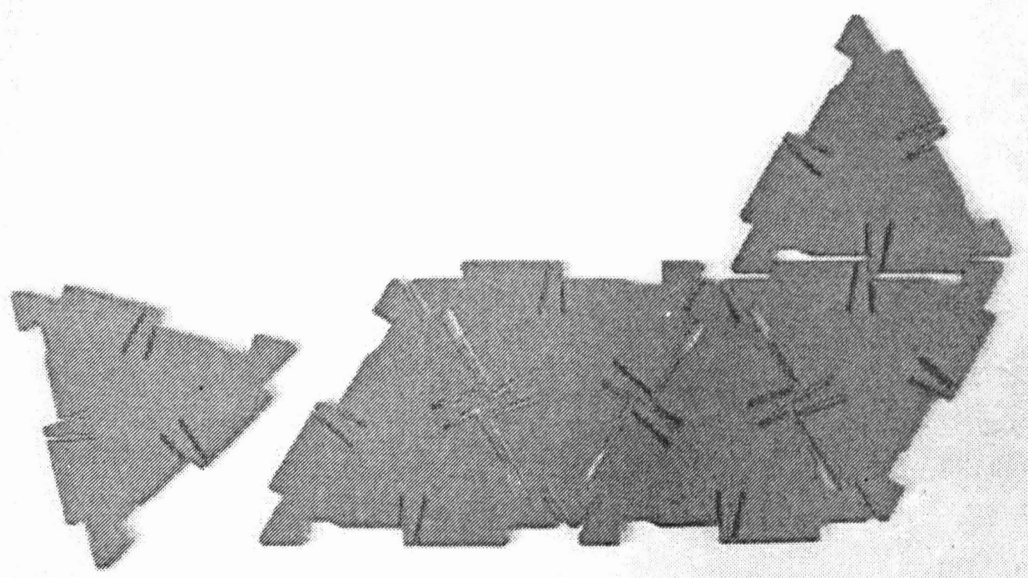
Poznámka: Vhodné k sestavení (a k narýsování) jsou sítě kvádru, hranolu a jehlanu. K modelům sestavených geometrických těles lze připravit další navazující úlohy pro žáky, jako například užití modelů těles⁶ pro jejich zobrazení do roviny, odhady velikostí objemů těles a jejich porovnávání, úlohy na výpočet objemu a povrchu (nebo jejich částí)⁷, úlohy na výpočet vybraných délek (například délka stěnové a tělesové úhlopříčky), určování vlastností geometrických těles, zkoumání a ověřování polohových a metrických vlastností těles, sestavování různých složených těles z pevně daného počtu krychlí, demonstrace a ověřování algebraických rovností aj.

⁶U složitějších mnohostěnů je pro žáky obtížnou úlohou spočítat, kolik má dané těleso jednotlivých druhů stěn, kolik vrcholů, hran atd.

⁷Obtížnější jsou pro žáky úlohy, ve kterých mají za úkol sestavit zvolené těleso, jehož objem či povrch je dán.

Úloha 6: Které díly stavebnice *Polydron* mohou umístěním do roviny vyplňovat tuto rovinu bez mezer i bez překrytí?

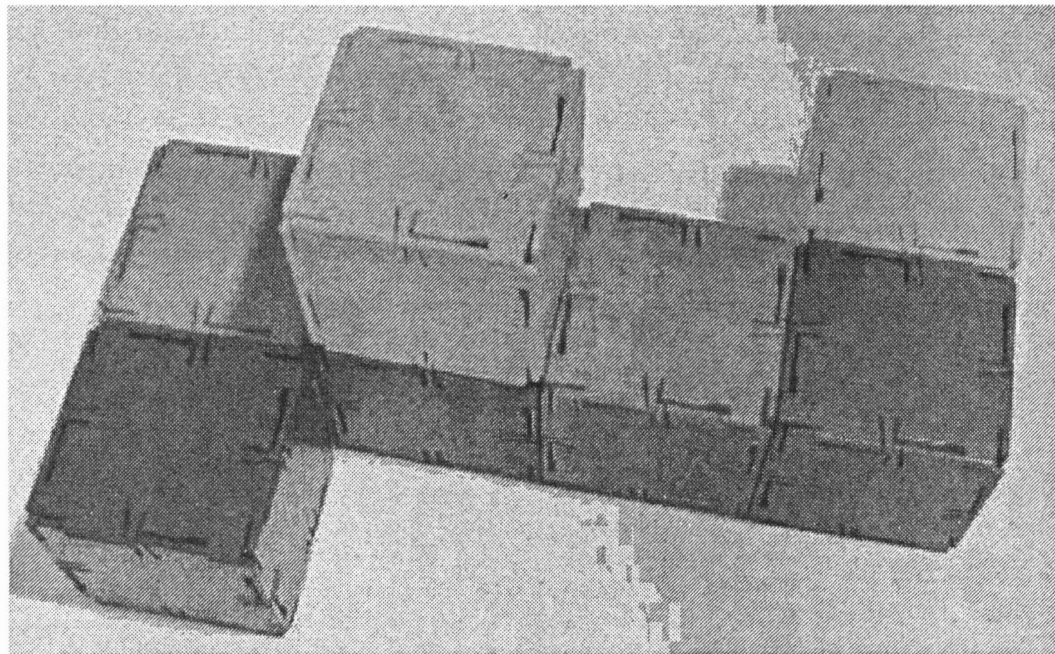
Poznámka: Stavebnici *Polydron* lze vhodně využít ke zkoumání tzv. teselací roviny a prostoru. Více k této problematice např. v [5]. Obr. 4 ukazuje příklad teselace roviny pomocí rovnostranného trojúhelníku.



Obr. 4: Teselace roviny užitím rovnostranného trojúhelníku ze stavebnice *Polydron*

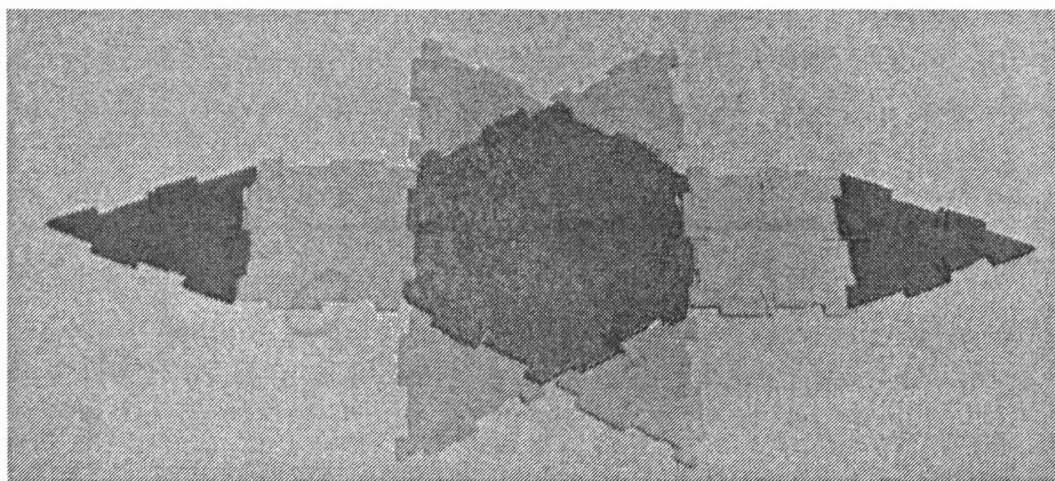
Úloha 7: Která tělesa sestavená ze stavebnice *Polydron* mohou vyplňovat trojrozměrný prostor bez mezer i bez průniku?

Poznámka: Tato obtížnější úloha vyžaduje u žáků vyšší stupeň geometrické představivosti, správnost návrhů však lze snadno experimentálně ověřit. Obr. 5 ukazuje teselaci prostoru pomocí krychlí.



Obr. 5: Teselace prostoru pomocí krychlí s využitím stavebnice *Polydron*

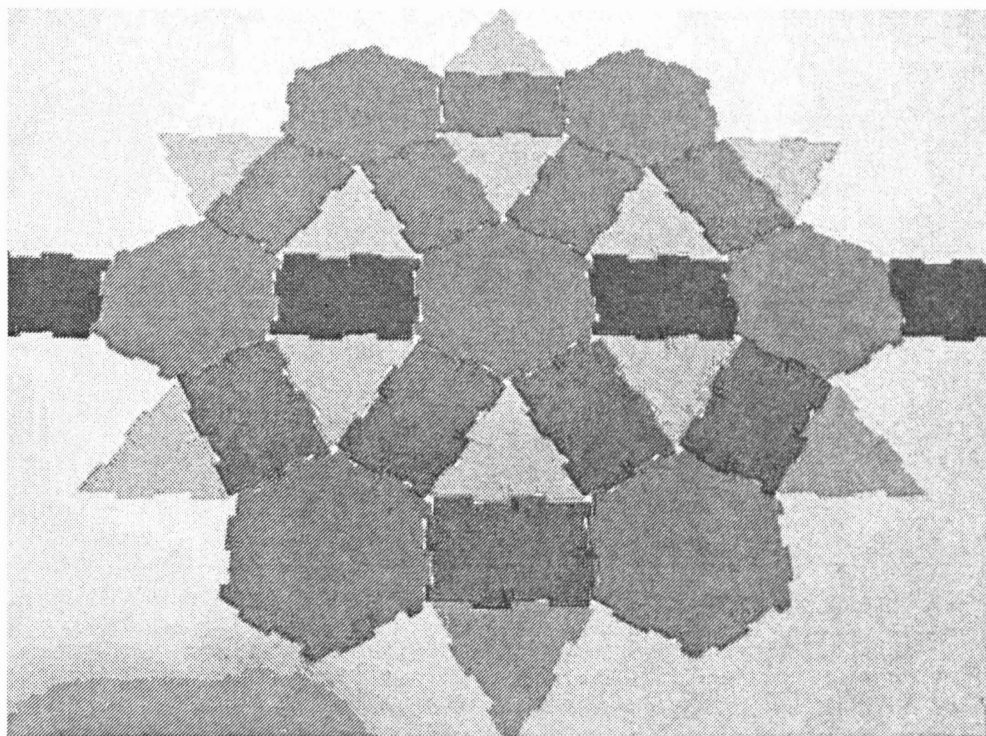
Úloha 8: Zjistí, které díly stavebnice *Polydron* jsou a) osově, b) středově souměrné. Užitím stavebnice *Polydron* sestav a) osově souměrný (Obr. 6), b) středově souměrný geometrický útvar. (Středově souměrný útvar lze nalézt jako část obr. 7.)



Obr. 6: Ukázka osově souměrného rovinného útvaru užitím stavebnice *Polydron*

Poznámka: Útvar na obr. 6 je souměrný podle dvou na sebe kolmých os, jejichž průsečík leží ve středu pravidelného šestiúhelníku uprostřed obrázku.

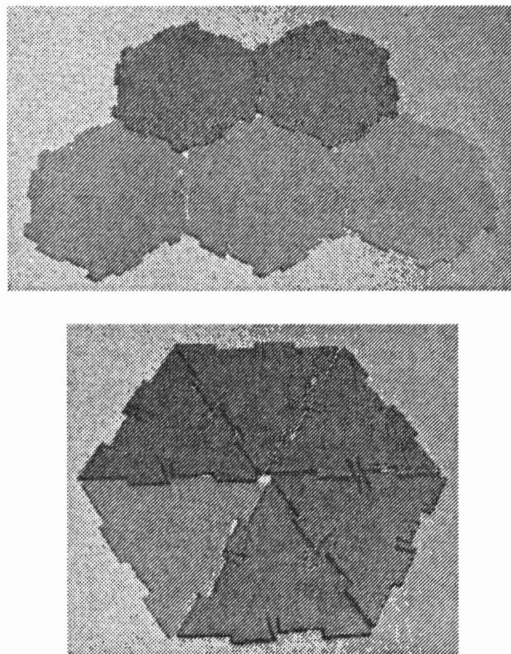
Úloha 9: Užitím stavebnice *Polydron* sestav různé středově souměrné ornamenty (rozety) nebo tapety (Obr. 7) a frýzy.



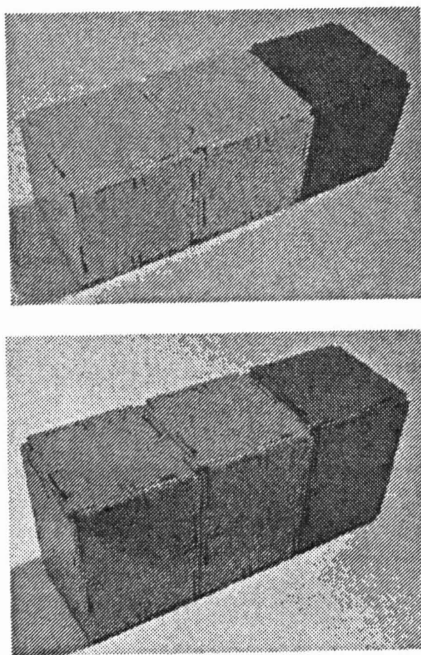
Obr. 7: Ukázka tapety užitím stavebnice *Polydron*

Úloha 10: Užitím stavebnice *Polydron* vytvoř rovinné geometrické útvary, v nichž barevně odlišíš $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{5}$ daného celku.

Úloha 11: Užitím stavebnice *Polydron* vytvoř geometrické těleso sestavené z krychlí (případně jiných těles), v němž barevně odlišíš $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{5}$ daného celku.



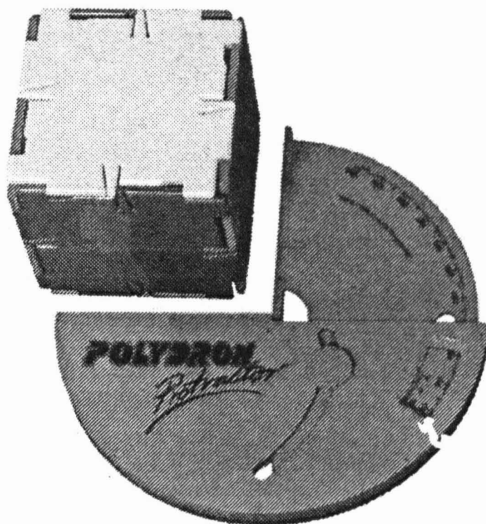
Obr. 8: Vizualizace zlomku $\frac{1}{3}$, popř. $\frac{2}{3}$ a $\frac{1}{6}$, popř. $\frac{5}{6}$



Obr. 9: Vizualizace zlomku $\frac{1}{3}$, popř. $\frac{2}{3}$ užitím krychlí a kvádrů

Součástí některých balení stavebnice *Polydron* je také prosto-

rový úhloměr, který je určen k měření odchylek přiléhajících stěn geometrických těles. (Obr. 10)



Obr. 10: Prostorový úhloměr ve stavebnici *Polydron*⁸

Závěr

Naznačené úlohy a obrázky dokazují, že stavebnice *Polydron* je vhodným prostředkem pro tvorbu názorných modelů rovinných obrazců a především prostorových modelů geometrických těles a jejich částí, k ověřování jejich geometrických vlastností a k řešení dalších úloh z jiných oblastí matematiky ve školním prostředí. Stavebnici *Polydron* lze doporučit do výuky matematiky v nižších ročnících víceletých gymnázií a na základní škole. Stavebnice *Polydron* má mnoho výhod i kvalitní zpracování výrobku, je však potřeba počítat s vyššími pořizovacími náklady.

⁸Zdroj obrázku: <http://www.polydron.co.uk/polydron/protractor-3-dimensional.html>.

Literatura

- [1] *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání.*, Praha, MŠMT, 2013. [online] [cit. 25.7.2013]. URL: <http://www.msmt.cz/file/29397>, s. 29–33.
- [2] *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*, [online] [cit. 25.7.2013]. URL: <http://www.nuv.cz/file/159>, s. 29–33.
- [3] Kuřina, F. a kol., *Matematika a porozumění světu*, Setkání s matematikou po základní škole, 1. vyd. Praha, Academia, 2009.
- [4] Průcha, J. a kol., *Pedagogický slovník*, 4. aktualizované vydání, Praha, Portál, 2003.
- [5] Voráčová, Š. a kol., *Atlas geometrie*, Geometrie krásná a užitečná, Praha, Academia, 2012.

Obrázky bez uvedeného zdroje pořídil autor.

PhDr. Jan Fiala, Ph.D.
Gymnázium V. Nováka Jindřichův Hradec
Husova 333
377 01 Jindřichův Hradec
e-mail: fiala@gvn.cz

ABSTRACT

The paper presents demonstrations of activity-oriented mathematics teaching methods focused on using construction sets of geometric solids Polydron in the teaching of mathematics. The text contains mathematical tasks and methodic notes to the use of Polydron building sets in the teaching of mathematics.