

ANALÝZA ŽIACKYCH CHÝB PRI KONŠTRUKCII REZOV TELIES A MOŽNOSTI ICH ODSTRÁNENIA VYUŽITÍM PROGRAMU CABRI 3D

ANALYSIS OF STUDENTS' MISTAKES IN SOLUTION OF THE SECTIONS OF SOLIDS AND USING OF CABRI 3D FOR THEIR REMOVING

KITTI VIDERMANOVÁ, ALENA VIZIOVÁ, JÚLIA ZÁHORSKÁ

ABSTRAKT. *V našom príspevku popisujeme výskyt učiva stereometrie v štátnom vzdelávacom programe pre druhý stupeň základných škôl – ISCED 2 a pre gymnáziá – ISCED 3A. Analyzujeme chyby, ktorých sa dopúšťajú žiaci gymnáziá pri konštrukcii rezov telies. Skúmame a zároveň navrhujeme, ako sa tieto chyby dajú odstrániť použitím programu Cabri 3D.*

KLÚČOVÉ SLOVÁ: *stereometria, rezy telies, Cabri 3D.*

ABSTRACT. *In this paper we describe the occurrence of the content of solid geometry in the State education program for the lower secondary education – ISCED 2 and for the higher secondary education – ISCED 3A. We analyse the students' mistakes whose were done in the solution of the sections of solids at higher secondary schools. We examine and suggest how we can remove these mistakes using Cabri 3D.*

KEY WORDS: *solid geometry, sections of solids, Cabri 3D.*

CLASSIFICATION: *D74, G44.*

Úvod

Na úspešné riešenie stereometrických úloh potrebuje študent:

- vedomosti o telesách,
- vedomosti o vzájomných polohových vlastnostiach priamok a rovín,
- poznatky o princípoch premietania,
- priestorovú predstavivosť na dostatočnej úrovni.

Vedomosti a poznatky získavajú žiaci počas vyučovacieho procesu, avšak priestorová predstavivosť sa naučiť nedá. Buď má žiak danosť vidieť „to“ alebo nemá. Ak žiak nemá dostatočne rozvinutú priestorovú predstavivosť, v prípade riešenia polohových konštrukčných úloh nevie uplatniť ani naučené vedomosti a poznatky. Je preto potrebné hľadať rôzne možnosti, ako napomáhať žiakom a študentom pri riešení týchto náročných úloh. Jednou z možností je použiť program Cabri 3D.

Tento program umožňuje vytvárať geometrické konštrukcie jednoducho a prehľadne. Umožňuje otáčať zobrazené telesá a teda vidieť teleso z rôznych pohľadov, čo je pri klasickom rysovaní na papier a tabuľu nemožné. Ako uvádza aj Vallo (2006): „Domnievame sa, že ide o veľmi efektívny nástroj, ktorého zaradenie do výučby matematiky, nielen na stredných školách, môže výrazne prospieť rozvoju priestorovej predstavivosti, schopnosti abstrakcie a myšlienkových operácií s priestorovým usporiadaním objektov“.

Stereometria v ISCED 2

Obsah vzdelávania v predmete matematika je v nižšom sekundárnom vzdelávaní spracovaný na kompetenčnom základe. Z hľadiska rozvoja priestorovej predstavivosti sú významné najmä kompetencie používať matematické modely logického a priestorového myslenia a prezentácie (vzorce, modely, štatistika, diagramy, grafy, tabuľky), pričom pri budovaní a rozvoji priestorovej predstavivosti je dôležitou aj kompetencia využívať IKT pri vzdelávaní. Ďalšími dôležitými kompetenciami pre rozvoj priestorovej predstavivosti, ktoré má žiak v nižšom sekundárnom vzdelávaní získať, sú:

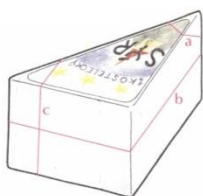
- rozozná, pomenuje a opíše jednotlivé základné priestorové geometrické tvary, nachádza v realite ich reprezentáciu; dokáže špecifikovať ich jednotlivé prvky (telesová uhlopriečka, vzťah hrán),
- používa k argumentácii a pri výpočtoch vety o zhodnosti a podobnosti trojuholníkov,
- vie vykonať v praxi potrebné najdôležitejšie merania a výpočty obvodu, obsahu, povrchu a objemu geometrických útvarov,
- pozná meracie prostriedky a ich jednotky, vie ich samostatne používať aj pri praktických meraniach,
- analyzuje a rieši aplikačné geometrické úlohy s využitím osvojeného matematického aparátu.

Priestorové myslenie a priestorová predstavivosť sa tvorí a rozvíja predovšetkým vzdelávaním v tematickom okruhu Geometria a meranie, v ktorom sa žiaci zoznamujú so základnými geometrickými útvarmi, skúmajú a objavujú ich vlastnosti. Odhadom, meraním a výpočtom sa učia zisťovať veľkosť uhlov, dĺžok, povrchov a objemov. Učia sa riešiť polohové a metrické úlohy z bežnej reality a rozvíja sa ich priestorová predstavivosť. Cieľom vyučovania matematiky je aj rozvoj schopnosti žiakov orientovať sa v rovine a priestore.

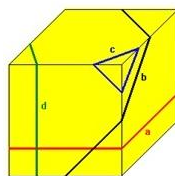
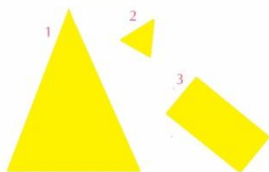
V obsahu vzdelávania sú z hľadiska rozvoja priestorovej predstavivosti v jednotlivých ročníkoch dôležité najmä tieto témy:

- Rovnobežky, kolmice v bežnom živote.
- Kocka, kváder, ich sieť, výpočet povrchu a objemu, jednotky povrchu a objemu a ich premena.
- Stavba telies zo stavebnícových kociek.
- Stavba telies na základe stanovených podmienok (podľa plánu).
- Niektoré spôsoby zobrazovania priestoru (voľné rovnobežné premietanie, perspektíva).
- Obrazy kvádra a kocky vo voľnom rovnobežnom premietaní, viditeľnosť hrán.
- Telesá zložené z kvádrov a kociek, ich znázorňovanie, nárys, pôdorys, a bokorys, úlohy na rozvoj priestorovej predstavivosti (aj príklady jednoduchých a zložených telies v reálnom živote).
- Hranol, jeho znázornenie a sieť, objem a povrch, použitie vzorcov na výpočet objemu a povrchu (aj v slovných úlohách z praxe).
- Valec, ihlan, kužeľ a ich siete, objem a povrch.
- Guľa a rez guľou. Objem a povrch gule.
- Použitie vzorcov na výpočet objemu a povrchu valca, ihlana, kužeľa a gule (aj v slovných úlohách z praxe).
- Použitie Pytagorovej vety pri riešení praktických úloh.
- Použitie podobnosti pri meraní výšok a vzdialeností, topografické práce v reálnych situáciách.

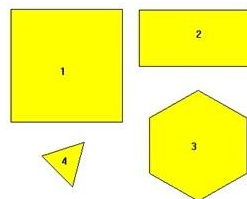
Uvedený obsahový štandard je minimálny predpísaný štandard. Je plne v právomoci školy v rámci školského vzdelávacieho programu niektoré učivá rozšíriť, resp. doplniť. Učiteľom základných škôl a osemročných gymnázií navrhujeme zaradiť úlohy, ktoré môžeme považovať za propedeutiku konštrukcie rezov telies. Tento typ úloh sa nachádza napr. v českých učebniciach a pracovných zošitoch. Na ukážku vyberáme dve úlohy, ktorých zadanie je na Obr. 1 a Obr. 2.



Obr. 1: Priradiť rezy na syre
(zdroj Mikulenková, Molnár, 1997)



Obr. 2: Priradiť rovinné rezy k rezom na škatuli
daných tvarov
(zdroj: Pavlovičová, Rumanová, 2007)



Zaradením podobných úloh do vyučovania matematiky rozvíjame priestorovú predstavivosť žiakov a pripravujeme ich zároveň na náročnú oblasť stredoškolskej stereometrie – polohové konštrukčné úlohy.

Stereometria v ISCED 3A

Štátny vzdelávací program pre vyššie sekundárne vzdelávanie v tematickom okruhu Geometria a meranie uvádza: žiaci skúmajú a objavujú rovinné a priestorové útvary a ich vlastnosti, odhadom, meraním i výpočtom určujú obsahy, povrchy a objemy telies, riešia polohové a metrické úlohy z bežnej reality, dôležité miesto má rozvoj priestorovej predstavivosti. V obsahu nachádzame časti týkajúce sa stereometrie. Žiak (ako sa uvádza vo výkonovom štandarde):

- vie v rovnobežnom premietaní načrtnúť kváder alebo jednoduché teleso zložené z malého počtu kvádrov,
- vie nakresliť bokorys a pôdorys jednoduchých útvarov zložených z kvádrov,
- pozná príklady iných spôsobov znázorňovania priestoru (napr. vrstevnice alebo lineárna perspektíva),
- vie používať spôsoby dvojrozsmernej reprezentácie priestoru pri riešení jednoduchých úloh,
- vie vypočítať povrch a objem telies pomocou daných vzorcov vrátane jednoduchých prípadov, keď je potrebné niektoré údaje dopočítať z ostatných údajov,
- vie v jednoduchých prípadoch zobrazit' rez telesa rovinou,
- pozná súvislosti rezu guľou so súradnicovým systémom,
- vie riešiť jednoduché úlohy vyžadujúce priestorovú predstavivosť.

Lepší obraz o obsahu, ktorému je venovaná pozornosť vo vyučovaní geometrie vo vyššom sekundárnom vzdelávaní nadobudneme, ak si priblížime požiadavky na vedomosti a zručnosti k maturitnej skúške z pohľadu rozvoja priestorovej predstavivosti:

Žiak vie:

- použiť vlastnosti voľného rovnobežného premietania pri zobrazovaní kocky, pravidelných hranolov,
- špeciálne vo vhodne zvolenej súradnicovej sústave opísať vrcholy daného kvádra,

- rozhodnúť o vzájomnej polohe dvoch lineárnych útvarov pomocou ich obrazu vo voľnom rovnobežnom premietaní,
- zostrojiť vo voľnom rovnobežnom priemete jednoduchého telesa (kocky, resp. hranola) priesečník priamky (určenej dvoma bodmi ležiacimi v rovinách stien kocky, resp. hranola) s rovinou steny daného telesa,
- zostrojiť rovinný rez kocky, kvádra rovinou určenou tromi bodmi ležiacimi v rovinách stien, z ktorých aspoň dva ležia v tej istej stene daného telesa,
- na zobrazených telesách označiť úsečky, ktorých skutočná veľkosť predstavuje vzdialenosť daných lineárnych útvarov a uhly, ktorých skutočná veľkosť predstavuje uhol daných lineárnych útvarov,
- rozhodnúť, či daná sieť je sieťou telesa daného obrazom vo voľnom rovnobežnom premietaní,
- načrtnúť sieť telesa daného obrazom vo voľnom rovnobežnom premietaní,
- riešiť úlohy, ktorých súčasťou je výpočet objemu, resp. povrchu kocky, kvádra, pravidelného kolmého hranola, pravidelného ihlana, gule, valca, kužeľa a vie pri tom nájsť a aktívne použiť vzťahy pre výpočet objemov a povrchov telies potrebné pre vyriešenie úlohy.

V oboch prípadoch, vo výkonovom štandarde a aj v požiadavkách na vedomosti a zručnosti k maturitnej skúške, vidíme že žiak musí vedieť zostrojiť a zobraziť rez kocky a kvádra. V školskom roku 2011/12 vyučovala túto časť stereometrie spoluautorka príspevku, a tak sme mali možnosť nahliadnuť do písomných prác žiakov Gymnázia na Golianovej ulici v Nitre a videli sme, aké chyby sa najčastejšie opakujú pri riešení týchto úloh. Preto sme sa rozhodli preskúmať, ako by sa dali tieto chyby odstrániť práve použitím programu Cabri 3D.

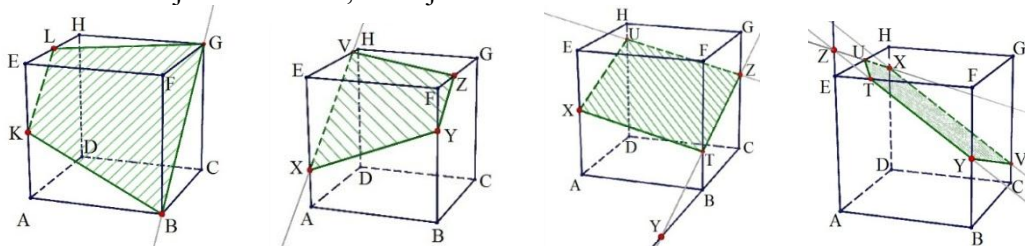
1 Analýza študentských riešení konštrukcie rezov telies

V tejto časti príspevku sa venujeme analýze chýb, ktoré sa vyskytli pri riešení polohových konštrukčných úloh. Skúmali sme písomné práce (jedna kontrolná práca a prvá štvrt'ročná písomná práca v triedach Septima A a B, tretia štvrt'ročná písomná práca v triedach II. A, II. B. a II. C) študentov druhého ročníka štvorročného (triedy 2.A - 30 študentov, 2.B - 30 študentov, 2.C - 28 študentov) a siedmeho ročníka osemročného (triedy Septima A - 31 študentov a Septima B-31 študentov) gymnázia na Golianovej ulici v Nitre.

Celkovo sme spracovali výsledky 12 úloh, konkrétne 248 študentských riešení. Študenti mali k dispozícii vytlačený obraz kocky a na nej vyznačené dané body. Niektorí študenti sa pomýlili v predtlačenom zadaní, a tak sa mohlo stať, že pri prekresľovaní zadania mierne zmenili polohu daných bodov. Napriek tomu, že narysovaný rez sa odlišoval od riešenia pôvodného zadania, ale postup konštrukcie bol správny, sme riešenie uznali ako správne. V rámci študentských riešení sa môže nachádzať iné pomenovanie bodov ako vo vzorovom riešení, a tak sa môže stať, že na naskenovanom riešení vidí čitateľ iné označenie bodu, z dôvodu zovšeobecnenia (napr. niektorá trieda mala dané body K , L , M , v inej triede to boli body M , N , Q).

Na začiatok uvedieme úlohy, pri ktorých stačilo využiť iba vlastnosť rovnobežnosti protiľahlých stien kocky.

Zadanie: Zostrojte rez rovinou, ktorá je daná tromi bodmi.



Úloha 1: Body K, L, B. Úloha 2: Body X, Y, Z. Úloha 3: Body X, Y, Z. Úloha 4: Body X, Y, Z.

Vyhodnotenie

V tabuľke 1 uvádzame počty študentov, ktorí riešili dané úlohy, počet správnych riešení týchto úloh a počet študentov, ktorí danú úlohu neriešili vôbec, alebo zostrojili iba úsečky z daných bodov, ktoré ležali v jednej stene.

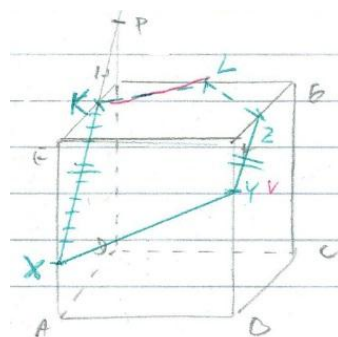
	Počet študentov	Správne riešenie	Neriešili
Úloha 1	15	1	0
Úloha 2	13	6	2
Úloha 3	15	8	2
Úloha 4	14	7	2

Tab. 1: Vyhodnotenie úloh 1 až 4

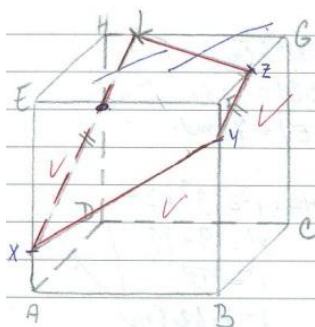
14 nesprávnych riešení úlohy 1 pripisujeme veľmi nepresnému rysovaniu, keďže daný bod K je stred hrany EH a bod L je stred hrany AE. Úlohu bolo možné riešiť aj logickou úvahou. Poloha bodu G ako bodu rezu je zrejmá.

Najzávažnejšie chyby v riešení týchto štyroch úloh:

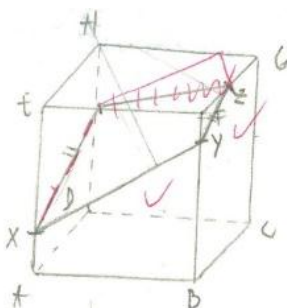
- Úvahu riešenia mali správnu, avšak nakoniec navyše zostrojili v jednej stene kocky viac ako jednu stranu mnohoúhelníka, ktorý mal byť rezom kocky (Obr. 3a).
- Študenti zostrojili neexistujúce body ako „priesečníky“ mimobežných priamok (Ukážka takéhoto bodu je na hrane GH na Obr. 3b, kde študent zostrojil rovnobežku s úsečkou YZ cez bod X a jej priesečník s hranou GH).
- Študenti vyznačili ako stranu rezu úsečku VZ vo vnútri kocky (Obr. 3c).
- Študenti nesprávne zostrojili rovnobežky (Ukážka na obr. 3d - polpriamka ZB v zadnej stene je rovnobežná s úsečkou XY na Obr. 3d)
- Študenti v úlohe 4 rysovali tak neprehľadne, že sa dve z ich riešení ani nepodarilo analyzovať.



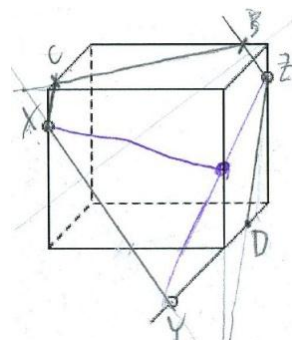
Obr. 3a



Obr. 3b

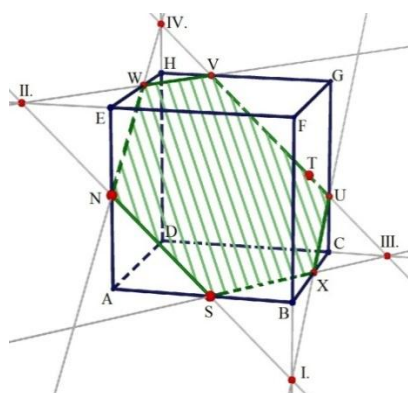


Obr. 3c

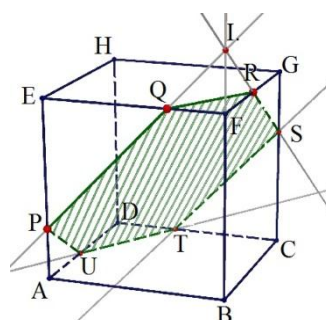


Obr. 3d

V ďalších úlohách už pri riešení museli študenti použiť oba postupy riešenia rezov telies – rovnobežnosť protíľahlých stien a aj spoločný bod troch rovín (rovina rezu a dve roviny susedných stien kocky). V úlohách 11 a 12 mali študenti zostrojiť rez kvádra. V úlohe 5 bolo nutné začať rovnobežkou, v úlohe 12 spoločným bodom troch rovín.

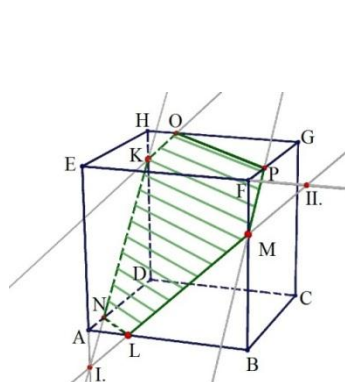


Úloha 5: Body N, S, T
(T je bod zadnej steny).

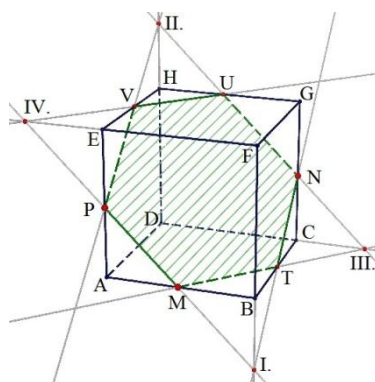


Úloha 6: Body P, Q, R.

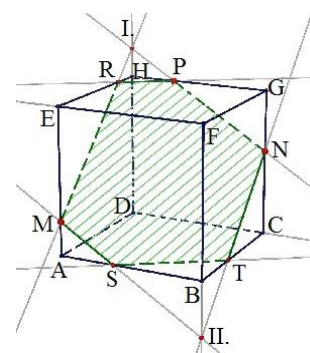
V ďalších úlohách 7 až 12 boli dané tri body vždy umiestnené tak, že dva z nich ležali v jednej stene a tretí bod patrila protíľahlej stene.



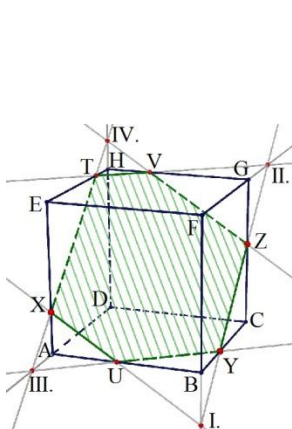
Úloha 7: Body N, S, T



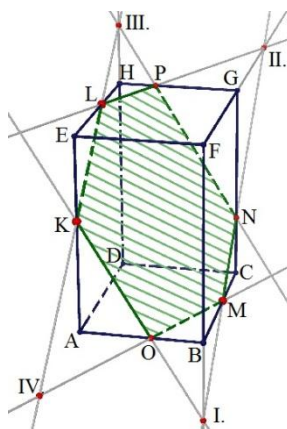
Úloha 8: Body N, S, T



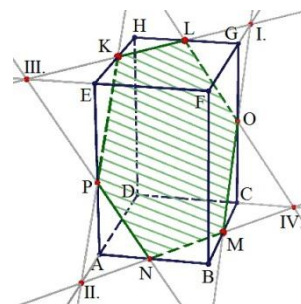
Úloha 9: Body N, S, T



Úloha 10: Body N, S, T



Úloha 11: Body N, S, T



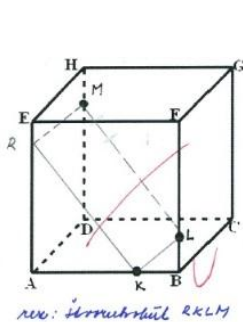
Úloha 12: Body N, S, T

V tabuľke 2 uvádzame počty študentov, ktorí riešili úlohy 5 až 12, počet správnych riešení týchto úloh a počet študentov, ktorí danú úlohu neriešili vôbec, alebo zostrojili iba úsečky z daných bodov, ktoré ležali v jednej stene.

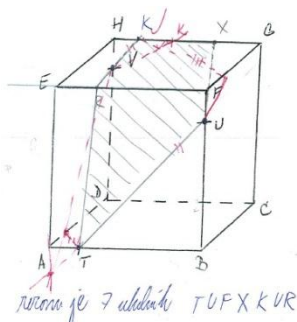
	Počet študentov	Správne riešenie	Neriešili
Úloha 5	12	8	0
Úloha 6	40	9	4
Úloha 7	58	31	1
Úloha 8	10	9	1
Úloha 9	14	12	1
Úloha 10	29	27	0
Úloha 11	13	11	0
Úloha 12	11	10	0

Tab. 2: Vyhodnotenie úloh 5 až 12

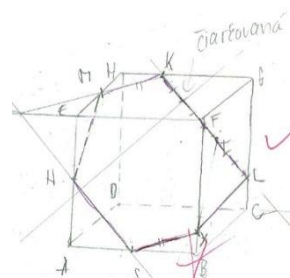
Celkovo sa vyskytli tie isté chyby, ako pri prvých štyroch úlohách.



Obr. 4a



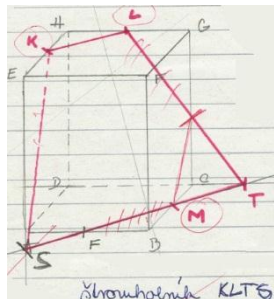
Obr. 4b



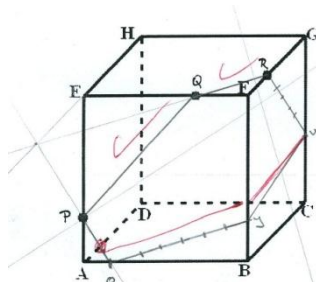
Obr. 4c

Ďalej pribudli chyby vzhľadom na spoločný bod troch rovín:

- študenti predĺžili nesprávnú hranu a tak opäť vyznačili „priesečník“ mimobežných rovín (Obr. 5a, bod S leží na AE namiesto AD);
- pri správne zostrojenom spoločnom bode troch rovín označili bod rezu na nesprávnej hrane – opäť neexistujúci bod (Obr. 5b, bod na hrane AB nesprávne, mal byť zostrojený na AD – vyznačený pri oprave).



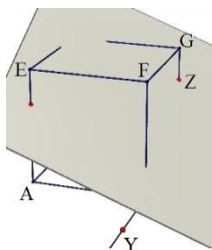
Obr. 5a



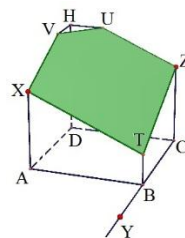
Obr. 5b

Návrh na odstránenie nedostatkov v konštrukciách rezov telies použitím programu Cabri 3D

Myslíme si, že študenti, ktorí zostrojili dve aj tri úsečky rezu v jednej stene, nepochopili podstatu preberanej problematiky a ich priestorová predstavivosť je na takej nízkej úrovni, že si nevedia rezanie kocky rovinou ani predstaviť. Výhodou programu Cabri 3D je, že vieme študentom ukázať v programe pomocou funkcie Zrezať mnohosten riešenie, t.j. čo znamená zostrojiť rez telesa (na obr. 6a, 6b vidíme ukážku z programu pre úlohu 3; najskôr vyznačíme rovinu rezu, ktorá je daná tromi bodmi, a potom pomocou funkcie zostrojíme zrezané teleso touto rovinou, a nakoniec môžeme zvýrazniť mnohouholník = rez telesa), t.j. čo znamená zostrojiť rez telesa. Nemusíme sa obávať, že študenti využijú iba túto možnosť pri riešení úloh. Program nám dovoľuje krok po kroku sledovať študentov postup riešenia.

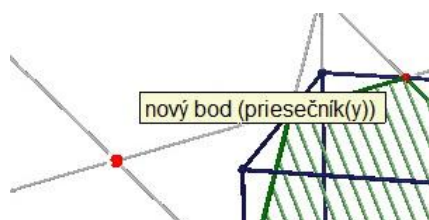


Obr. 6a

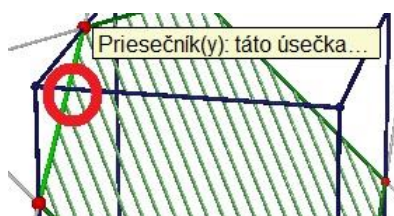


Obr. 6b

Ako sme si mohli všimnúť, študenti často pri rysovaní označia „priesečník“ priamok, ktoré sú mimobežné, teda neexistujúce body. Program nezostrojí spoločný bod dvoch mimobežných priamok. Ak prejdeme kurzorom ponad priesečník dvoch pretínajúcich sa priamok, program nám ponúkne možnosť zostrojenia nového bodu ako priesečníka týchto priamok (Obr. 7a). Ak prejdeme kurzorom ponad mimobežné priamky (Obr. 7b), program nám túto možnosť neponúkne, označí jednu z priamok alebo úsečiek a nedovolí po kliknutí myšou označiť priamku s ňou mimobežnú.

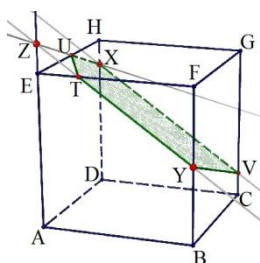


Obr. 7a

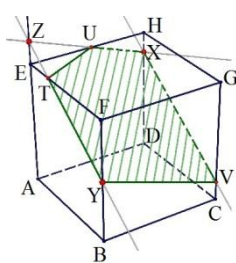


Obr. 7b

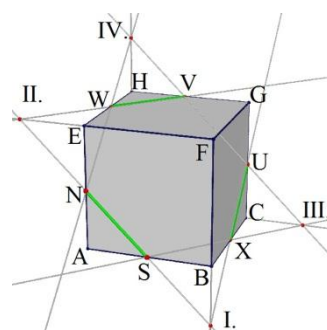
Ďalšou veľkou výhodou programu je, že daným telesom môžeme otáčať. Napomáha najmä pri úlohách, v ktorých sú dané body tak, že pri konštrukcii rezu sa náš obrázok stáva neprehľadný a riešením je iba „spleť“ čiar. Na obr. 8a sa nachádza riešenie úlohy 4 a na obr. 8b je jeho riešenie otočené v programe tak, aby bolo prehľadnejšie.



Obr. 8a



Obr. 8b



Obr. 9

Aby študenti nezostrojovali úsečky vo vnútri kocky ako strany rezu, môžeme rezy telies konštruovať na telesách, ktorých steny (povrch) necháme plne zafarbený (Obr. 9). Takto žiakov vedieme k tomu, aby konštruovali strany rezu len v rámci stien kocky.

V neposlednom rade musíme samozrejme podotknúť, že spomínaný program má aj svoje nevýhody. Sú určité ťažkosti pri označovaní vrcholov a bodov, pri vyznačení viditeľnosti hrán, atď. Avšak tieto problémy sú zanedbateľné, pretože nijako neznižujú efektívnosť daného programu. Rysovanie pomocou programu je rýchlejšie a presné. Na hodinách sa stihne preriešiť viac úloh, aj zložitejšie, pretože žiaci môžu skúmať a skúšať rôzne prístupy pri riešení, a ak sa pomýlia, nesprávne zostrojené objekty jednoducho odstránia a pokračujú vo svojom riešení ďalej.

Záver

Aj v súčasnosti má rysovanie s využitím manuálnych rysovacích pomôcok vo vyučovaní geometrie svoj význam. Ich používaním sa rozvíjajú manuálne zručnosti a zároveň aj priestorová predstavivosť. Zároveň si žiak cibí zmysel pre presnosť a precíznosť svojej práce.

Naša spoločnosť sa však z technologického hľadiska veľmi rýchlo rozvíja a počítače prenikli do každej oblasti života. Nie je tomu inak ani v školskom prostredí. Preto veľký význam nadobúda spojenie používania manuálnych rysovacích pomôcok a IKT (geometrický softvér). Žiak najprv vyrieši menšie množstvo úloh manuálnou konštrukciou a na precvičenie učiva, doplnenie vedomostí a názorné zobrazenie konštrukcií použije v primeranom rozsahu vhodný geometrický program.

V našom príspevku sme poukázali na problémy žiakov vyššieho sekundárneho vzdelávania v riešení úloh na konštrukcie rezov telies danou rovinou a možnosť, ako im pomôcť tieto nedostatky odstrániť použitím geometrického softvéru Cabri 3D. Táto oblasť školskej matematiky je veľmi dôležitá aj z hľadiska rozvíjania priestorovej predstavivosti žiakov. Dobré priestorové videnie potrebujú študenti rôznych odborných škôl (napr. pri technickom kreslení) a aj pracovníci v rôznych priemyselných odvetviach. Jej rozvíjanie je jednou z hlavných funkcií školskej matematiky a preto nesmieme vynechať žiadnu príležitosť pre jej rozvoj.

Literatúra

- [1] Mikulenková, H. - Molnár, J. (1997). *Zajímavá matematika pro 4. Ročník*. Olomouc: Prodos, 1997. XX s. ISBN 80-85806-36-3
- [2] Pavlovičová, G. – Rumanová, L. (2007). Rozvoj priestorovej predstavivosti s využitím Cabri 3D. In: *E-matik 2007: e-learning v matematike, matematika v e-learningu*. Bratislava: UK, 2007. S. 116-121.
- [3] Drábeková, J. – Rumanová, L.: Využitie didaktických softvérov v niektorých častiach matematiky, Nitra, In: *Medzinárodné vedecké dni 2008 - zborník recenzovaných príspevkov z medzinárodnej vedeckej konferencie*. SPU Nitra 2008, s. 1231-1235. ISBN 978-80-552-0061-3
- [4] Štátny pedagogický ústav: Štátny vzdelávací program MATEMATIKA - príloha ISCED 2, 2011. Citované 24. júna 2012. Dostupné na: <http://www.statpedu.sk/sk/Statny-vzdelavaci-program/Statny-vzdelavaci-program-pre-2-stupen-zakladnych-skol-ISCED-2/Profil-absolventa.alej>
- [5] Štátny pedagogický ústav: Štátny vzdelávací program MATEMATIKA - príloha ISCED 3A, 2011. Citované 24. júna 2012. Dostupné na: http://www.statpedu.sk/files/documents/svp/gymnazia/vzdelavacie_oblasti/matematik_a_isced3a.pdf
- [6] Štátny pedagogický ústav: Štátny vzdelávací program pre gymnázia v SR ISCED 3A – Vyššie sekundárne vzdelávanie, 2011. Citované 24. júna 2012. Dostupné na: http://www.statpedu.sk/files/documents/svp/gymnazia/isced3_spu_uprava.pdf
- [7] Vallo, D. (2006) Riešenie stereometrických úloh v programe Cabri 3D. In: *Matematika v škole dnes a zajtra: zborník príspevkov zo VI. Konferencie*. Ružomberok: PF KU, 2006. S. 278 – 280. ISBN 80-8050-813-5.
- [8] Viziová, A. (2008) Výučba planimetrie a stereometrie pomocou dynamických geometrických systémov (Cabri Geometri II, Cabri 3D v2) na strednej škole. Citované 28. júna 2012. Dostupné na: <http://www.cenast.sk/sk/Kniznica-prac/2008/Vyucba-planimetrie-a-stereometrie-pomocou-dynamickych-geometrickych-systemov-Cabri-Geometry-II-.st>

Článok prijatý dňa 1. júla 2012.

Adresa autorov

RNDr. Kitti Vidermanová, PhD.

PaedDr. Júlia Záhorská, PhD.

Katedra matematiky

Fakulta prírodných vied

Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre

Tr. A. Hlinku 1

SK – 949 74 Nitra

e-mail: kvidermanova@ukf.sk

jzahorska@ukf.sk

PaedDr. Alena Viziová, PhD.

Gymnázium

Golianova 68

SK – 949 07 Nitra

e-mail: alena.viziova@gmail.com

PodĎakovanie

Tento príspevok je realizovaný s finančnou podporou projektov KEGA 035UKF-4/2012 Program rozvoja priestorovej predstavivosti žiakov nižšieho sekundárneho vzdelávania a KEGA 038UKF-4/2011 Geometria telies v príprave budúcich učiteľov matematiky s dôrazom na aktivizujúci prvok manipulačnej činnosti a aplikačných úloh