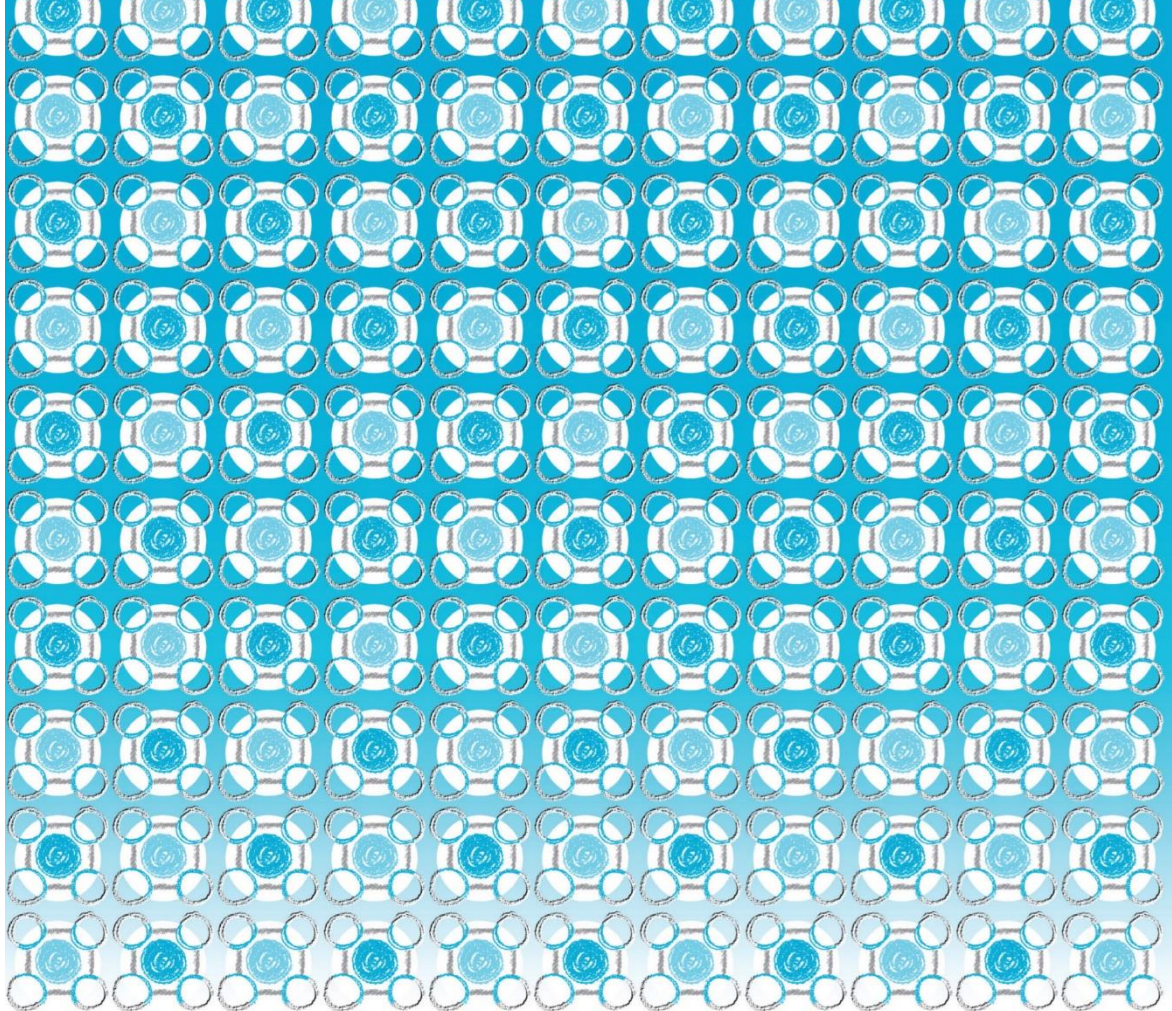
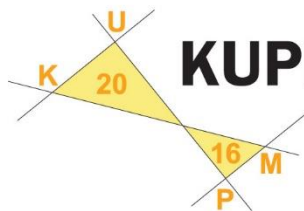




3. mednarodna konferenca o učenju in poučevanju matematike



# KUPM 2016

ZBORNIK RAZŠIRJENIH POVZETKOV



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



EVROPSKA UNIJA  
EVROPSKI  
SOCIALNI SKLAD  
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST

**3. mednarodna konferenca o učenju in poučevanju matematike KUPM 2016,**  
**Zbornik razširjenih povzetkov**  
Brdo pri Kranju, 16. in 17. november 2016

**Organizator:** Zavod RS za šolstvo



Zavod  
Republike  
Slovenije  
za šolstvo



REPUBLIKA SLOVENIJA  
**MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT**



EVROPSKA UNIJA  
EVROPSKI  
SOCIALNI SKLAD  
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST

**Naložbo sofinancirata Evropski socialni sklad ter Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport, projekt Krepitev kompetenc strokovnih delavcev na področju vodenja inovativnega vzgojno-izobraževalnega zavoda v obdobju od 2016 do 2018**

**Organizacijski in programski odbor:** Mojca Suban, Jerneja Bone, Andreja Bačnik, Tadej Blatnik, Mojca Dolinar, Melita Gorše Pihler, Marjan Jerman, Zvonka Kos, Alenka Lipovec, Silva Kmetič, Zlatan Magajna, Nadja Malovrh, Željka Milin Šipuš, Sandra Mršnik, Primož Plevnik, Simona Pustavrh, Sonja Rajh, Amela Sambolić Beganović, Mateja Sirnik, Vesna Vršič, Amalija Žakelj

**Uredniški odbor zbornika:** Mojca Suban, Jerneja Bone, Sonja Rajh, Mateja Sirnik

**Strokovni pregled:** Prispevki so bili strokovno pregledani

**Jezikovni pregled prispevkov v slovenščini:** Tine Logar

**Jezikovni pregled prispevkov v angleščini:** Ensitra, Brigita Vogrinec s. p.

**Izdal in založil:** Zavod RS za šolstvo

**Predstavniki:** dr. Vinko Logaj

**Naklada:** 520 izvodov

**Tisk:** Kamitex, d. o. o.

Prva izdaja, prvi natis

Ljubljana 2016

Objava na spletnem naslovu:

<http://www.zrss.si/zalozba/digitalna-bralnica/podrobno?publikacija=194>

Publikacija ni plačljiva

**CIP - Kataložni zapis o publikaciji**

Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

37.091.3:51(082)

MEDNARODNA konferenca o učenju in poučevanju matematike (3 ; 2016 ; Predoslje)

KUPM 2016 : zbornik razširjenih povzetkov / 3. mednarodna konferenca o učenju in poučevanju matematike, 16. in 17. novembra, Brdo pri Kranju ; [organizator Zavod RS za šolstvo ; uredniški odbor zbornika Mojca Suban ... et al.]. - 1. izd., 1. natis. - Ljubljana : Zavod RS za šolstvo, 2016

ISBN 978-961-03-0352-7

1. Gl. stv. nasl. 2. Suban, Mojca 3. Zavod Republike Slovenije za šolstvo  
287204608

## Vsebina

### **PROGRAM KONFERENCE** **13**

### **3. MEDNARODNI KONFERENCI O UČENJU IN POUČEVANJU MATEMATIKE KUPM 2016 NA POT ALI V TRETJE GRE RADO** **20**

#### **GEOMETRIJA ZA DANES IN JUTRI** **22**

Geometry for Today and Tomorrow  
Dr. Marjan Jerman

#### **SUPPORTING STUDENT'S LEARNING OF MATHEMATICS** **25**

Lorna Harvey

#### **OD NEFORMALNEGA DO FORMALNEGA UČENJA MATEMATIKE** **27**

From Non-Formal to Formal Learning of Mathematics  
Izr. prof. dr. Amalija Žakelj

#### **MATEMATIČKE AKTIVNOSTI U NASTAVI GEOMETRIJE KROZ OBRAZOVNU VERTIKALU** **30**

Mathematics Activities in Geometry Education  
Doc. dr. sc. Dubravka Glasnović Gracin

#### **INQUIRY-BASED LEARNING AS A NATURAL VEHICLE FOR CROSS- CURRICULAR INTEGRATION: THE BULGARIAN EXPERIENCE** **33**

Dr. Evgenia Sendova

#### **OD BESED K POJMOVOM IN STRATEGIJAM PRI RAZVOJU MATEMATIČNE PISMENOSTI** **36**

From Words to Concepts and Strategies for Developing Mathematical  
Literacy  
Silva Kmetič

#### **GEOMETRIJA ZA DANES IN JUTRI** **41**

Geometry for Today and Tomorrow  
Mag. Mojca Suban

|                                                                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>DOKAZOVANJE OD MOČNIKA DO RAČUNALNIKA</b>                                                                  | <b>42</b> |
| Proving from Močnik to Computers<br>Dr. Zlatan Magajna                                                        |           |
| <b>UTJECAJ POUČAVANJA NA RAZVOJ GEOMETRIJSKOG MIŠLJENJA<br/>PREMA VAN HIELE-OVOJ TEORIJI</b>                  | <b>45</b> |
| Impact of Teaching on the Development of Geometric Thinking Based<br>on van Hiele's Theory<br>Nives Baranović |           |
| <b>TRAPEZ – EN, VSAJ EN ALI NATANKO EN PAR?</b>                                                               | <b>48</b> |
| Trapezium: One, at Least One or Exactly One Pair?<br>Dr. Helena Bezgovšek Vodušek                             |           |
| <b>GEOMETRIJA IN KOMBINIRANO IZOBRAŽEVANJE</b>                                                                | <b>51</b> |
| Geometry and Blended Learning<br>Nika Tajnikar, dr. Darja Antolin Drešar                                      |           |
| <b>RAZVOJ GEOMETRIJSKIH PREDSTAV Z IGRO BLOKUS</b>                                                            | <b>54</b> |
| Development of Geometric Thinking through Blokus<br>Maša Hojs                                                 |           |
| <b>GEOMETRIJA PRI NACIONALNIH PREVERJANJIH ZNANJA</b>                                                         | <b>56</b> |
| Geometry in the National Assessment of Knowledge Examination<br>Boštjan Repovž, Aleš Kotnik                   |           |
| <b>GEOMETRIJA NA POKLICNI MATURI IZ MATEMATIKE</b>                                                            | <b>58</b> |
| Geometry at Vocational Matura in Mathematics<br>Mag. Mojca Suban                                              |           |
| <b>TRIKOTNIK – PRILOŽNOST ZA POVEZOVANJE ZNANJ</b>                                                            | <b>61</b> |
| Triangle – an Opportunity for Connecting Knowledge<br>Irena Rauter Repija                                     |           |
| <b>AVTENTIČNA NALOGA IZ DOLOČENEGA INTEGRALA</b>                                                              | <b>63</b> |
| Authentic Performance Task in Definite Integral<br>Mitja Bončina                                              |           |
| <b>POUČEVANJE GEOMETRIJE S 3D-MODELIRNIKOM</b>                                                                | <b>65</b> |
| Teaching Geometry with a 3D Modelling Software<br>Melita Podgoršek                                            |           |

|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>RISANJE SKIC PRI GEOMETRIJI</b>                                   | <b>67</b> |
| Drawing Sketches in Geometry Classes<br>Mag. Simona Pustavrh         |           |
| <b>GEOMETRIJA IN GIBANJE V 2. RAZREDU</b>                            | <b>69</b> |
| Geometry and Movement in 2nd Grade<br>Mag. Maja Bregar               |           |
| <b>VEČKOTNIKI – GRADNIKI ARHIMEDSKIH TELES</b>                       | <b>71</b> |
| Polygons – Building Blocks of Archimedean Solids<br>Metka Jemec      |           |
| <b>MERSKE PREDSTAVE PRVOŠOLCEV</b>                                   | <b>73</b> |
| Measurement Sense of First Grade Pupils<br>Mag. Katja Sodnik         |           |
| <b>NADARJENI UČENCI IZDELALI POLIEDER KOT MODEL ŽOGE</b>             | <b>76</b> |
| Polyhedron as a Ball Made by Gifted Students<br>Petra Šuman          |           |
| <b>GEOMETRIJSKA REŠITEV KVADRATNE ENAČBE</b>                         | <b>78</b> |
| Geometric Solution of a Quadratic Equation<br>Mihael Škrget          |           |
| <b>ZLAGANJE PRAVILNIH VEČKOTNIKOV</b>                                | <b>80</b> |
| Constructing with Regular Polygons<br>Mag. Andreja Bevc              |           |
| <b>MERJENJE OBSEGA IN PLOŠČINE NA PROSTEM</b>                        | <b>82</b> |
| Measurement of Perimeters and Areas Outdoors<br>Nataša Pavšič        |           |
| <b>GEOMETRIJA V PRVEM TRILETJU OSNOVNE ŠOLE</b>                      | <b>84</b> |
| Geometry in the First Triad of Primary School<br>Simona Kolarič Wolf |           |
| <b>KOCKA IN KUB DVOČLENIKA</b>                                       | <b>87</b> |
| Cube and Cube of a Binomial<br>Dragica Kalan                         |           |
| <b>INTERAKTIVNA TABLA IN GEOMETRIJA</b>                              | <b>89</b> |
| Interactive Whiteboard and Geometry<br>Mag. Maruša Bergel            |           |

**TELESA IN LIKE USVAJAMO Z METODO GIBANJA 91**

Learning Geometric Shapes with the Movement Method  
Lea Petek

**SPREMLJANJE UČENCA PRI UČENJU MATEMATIKE 93**

Supporting Student's Learning of Mathematics  
Mag. Sonja Rajh, Jerneja Bone

**MATEMATIČNA NADARJENOST DOLOČA ŽIVLJENJSKO POT 94**

Later Life Determined by Mathematical Precocity  
Dr. Tina Bregant, dr. med., spec. pediatrije

**NPZ IN UČENCI S PRIMANJKLJAJI 97**

National Assessment of Knowledge for Pupils with Disabilities  
Mag. Gabrijela Kverh Žgur

**UČNE TEŽAVE PRI ARITMETIKI IN SKUPINSKA POMOČ 99**

Arithmetic Learning Difficulties and Group Support  
Mag. Mihaela Mataič Šalamun

**STRUKTURIRANO POUČEVANJE 102**

Structured Teaching  
Nina Berložnik

**MATEMATIČNI DNEVNIK PRI POUKU MATEMATIKE 105**

Mathematics Diary in Math Classroom  
Dr. Darja Antolin Drešar

**NAPAKE PRI POENOSTAVLJANJU ALGEBRSKIH IZRAZOV 108**

Errors in Simplifying Algebraic Expressions  
Mag. Mojca Štemberger

**KAKO FORMATIVNO SPREMLJATI? 111**

How to Use Formative Assessment Strategy?  
Mateja Peršolja

**TEHNIKE FORMATIVNEGA PREVERJANJA ZNANJA 113**

Formative Assessment Classroom Techniques  
Dr. Vida Manfreda Kolar

**MOJE PRVO LETO FORMATIVNEGA SPREMLJANJA 115**

My First Year of Formative Assessment  
Tatjana Kerin

|                                                                                 |            |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>UČENČEVI VIRI ZA SAMOOCENJEVANJE</b>                                         | <b>117</b> |
| Student's Sources for Self-Assessment<br>Mag. Adrijana Mastnak                  |            |
| <b>METAKOGNICIJA PRI PREVERJANJU ZNANJA</b>                                     | <b>120</b> |
| Metacognition in Knowledge Assessment<br>Karmen Hebar, Natalija Zver            |            |
| <b>MATEMATIKA SKOZI VPRAŠANJA IN KRITERIJE</b>                                  | <b>123</b> |
| Mathematics through Questions and Criteria<br>Rok Lipnik                        |            |
| <b>SAMOREGULACIJA UČENJA MATEMATIKE</b>                                         | <b>125</b> |
| Self-Regulated Learning of Mathematics<br>Ernestina Krajnc                      |            |
| <b>RAZVIJANJE ŠTEVILSKIH PREDSTAV</b>                                           | <b>128</b> |
| Developing Mental Representations of Numbers<br>Ivanka Bider Petelin            |            |
| <b>FORMATIVNO SPREMLJANJE V KOMBINIRANEM ODDELKU</b>                            | <b>130</b> |
| Formative Assessment in Combined Class<br>Petra Krajnc Urbanija, Mihaela Kerin  |            |
| <b>FORMATIVNO SPREMLJANJE UČENCA TUJCA</b>                                      | <b>132</b> |
| Formative Assessment of Foreign Student<br>Mateja Pučnik Belavič, Mihaela Kerin |            |
| <b>UVAJANJE FORMATIVNEGA SPREMLJANJA</b>                                        | <b>134</b> |
| Implementation of Formative Assessment<br>Vesna Bračko                          |            |
| <b>SODELOVALNO UČENJE PRI UTRJEVANJU MATEMATIKE</b>                             | <b>137</b> |
| Collaborative Learning in Consolidating Mathematics<br>Vanja Kocjančič Kuhar    |            |
| <b>UČENEC KOT SOOBLIKOVALEC UČNEGA PROCESA</b>                                  | <b>139</b> |
| Student as Co-Creator of Learning Process<br>Mag. Andreja Oder Grabner          |            |
| <b>MOTIVIRANOST UČENCEV ZA UČENJE MATEMATIKE</b>                                | <b>142</b> |
| Students' Motivation to Learn Math<br>Valentina Mlakar                          |            |

---

**PROSTORNINA PRIZME IN FORMATIVNO PREVERJANJE** **144**

Volume of Prism and Formative Assessment

Jožef Senekovič

---

**1, 2, 3, DOLOČI ŠTIRIKOTNIK TI** **147**

1, 2, 3, Determine the Quadrilateral

Andreja Verbinc

---

**TELOVADBA MOŽGANOV PRI MATEMATIKI** **149**

Brain Gym in Mathematics

Sonja Strgar, Katarina Šulin

---

**UČNA SITUACIJA** **151**

Teaching Situation

Mag. Alenka Močnik

---

**LASTNOST FUNKCIJ** **154**

Properties of Functions

Natalija Horvat

---

**VODENA RAZPRAVA PRI MATEMATIKI** **156**

Guided Discussion in Mathematics

Majda Škrinar Majdič, Irena Kovač Gregorčič

---

**DOMAČA NALOGA PRI POUKU MATEMATIKE** **158**

Mathematics Homework

Mag. Lilijana Petek

---

**DIJAK SOUSTVARJA KRITERIJE IN VREDNOTI ZNANJE** **160**

Student Co-Creates Criteria and Assesses Knowledge

Štefka Štraki

---

**POTREBA PO VERTIKALNEM SODELOVANJU** **162**

Need for Vertical Collaboration

Marija Mira Ambruš

---

**SAJ NITI POŠTEVANKE NE ZNAJO** **165**

They Can't Even Recite the Multiplication Table

Tomaž Miholič

---

**Z IGRO MOJA MATEMATIKA SE UČIM** **167**

I Learn with the Game My Mathematics

Mag. Melita Gorše Pihler, Silva Kmetič



|                                                                                          |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>MATEMATIČNE IGRE IN KONKRETNI MATERIAL</b>                                            | <b>169</b> |
| Mathematical Games and Concrete Material<br>Nina Markuš                                  |            |
| <b>PREK IGRE DO ZNANJA Z MEDVRSTNIŠKIM UČENJEM</b>                                       | <b>171</b> |
| Knowledge through Play with Peer Learning<br>Tatjana Ilovar, Barbara Črnak - Rešek       |            |
| <b>TEKMOVANJA S PODROČJA MATEMATIKE</b>                                                  | <b>174</b> |
| Mathematics Competitions<br>Mag. Polona Mlinar Biček                                     |            |
| <b>INTER@KTIVNA MATEMATIKA</b>                                                           | <b>177</b> |
| Inter@ctive Mathematics<br>Amela Sambolić Beganović, Tatjana Gulič                       |            |
| <b>VREDNOTENJE E-UČNIH GRADIV S PRIMERI</b>                                              | <b>179</b> |
| Evaluation of e-Learning Materials with Examples<br>Dr. Mojca Tomažin                    |            |
| <b>STRATEGIJE UČENJA U NASTAVI MATEMATIKE</b>                                            | <b>182</b> |
| Math Teaching Strategies<br>Neda Lesar, Vesko Nikolaus                                   |            |
| <b>OD MATEMATIČNE PISMENOSTI DO<br/>MEDPREDMETNEGA POVEZOVANJA</b>                       | <b>185</b> |
| From Mathematical Literacy to Cross-Curricular Connections<br>Mag. Mateja Sirnik         |            |
| <b>RAZISKOVANJE PRI MATEMATIKI V 1. VZGOJNO-IZOBRAŽEVALNEM<br/>OBDOBJU</b>               | <b>186</b> |
| Mathematical Investigation in 1st Educational Triad<br>Barbara Oder, dr. Leonida Novak   |            |
| <b>USTVARJALNOST IN REŠEVANJE PROBLEMOV NA RAZREDNI STOPNJI</b>                          | <b>189</b> |
| Creativity and Problem Solving in Primary School<br>Dr. Sandra Mršnik, dr. Leonida Novak |            |
| <b>VPOGLED V MATEMATIČNO RAZUMEVANJE UČENCEV</b>                                         | <b>192</b> |
| Insight into Students' Understanding of Math<br>Manja Podgoršek, dr. Alenka Lipovec      |            |

---

**STEM-POVEZOVANJE V SLOVENSKEM IZOBRAŽEVANJU** **194**

STEM Connection in Slovenian Education  
Dr. Andreja Drobnič Vidic

---

**FINANČNA PISMENOST IN FINANČNO IZOBRAŽEVANJE** **197**

Financial Literacy and Financial Education  
Irena Simčič

---

**TEORIJA GRAFOV V SREDNJEŠOLSKEM IZOBRAŽEVANJU** **199**

Graph Theory in Secondary Education  
Jasmina Ferme, dr. Boštjan Brešar

---

**PROGRAMIRANJE PRI POUKU MATEMATIKE** **202**

Programming and Mathematics  
Mag. Radovan Krajnc, mag. Melita Gorše Pihler

---

**MATEMATIKA V KOZARCU PIVA** **205**

Maths in a Glass of Beer  
Goran Bezjak, Jerneja Bone

---

**KO INFORMATIKA SREČA MATEMATIKO** **207**

When Informatics Meets Mathematics  
Mirko Đukić, prof.

---

**MATEMATIČNO MODELIRANJE PRI POUKU FIZIKE** **209**

Mathematical Modelling in Physics Lessons  
Anja Jesenek Grašič

---

**ARITMETIČNO ZAPOREDJE NA DRUGAČEN NAČIN** **211**

Arithmetic Sequence in a Different Way  
Natalija Ručigaj

---

**STALIŠČA SLOVENSKIH IN HRVAŠKIH UČITELJEV O RAZLIKAH MED  
KURIKULARNIMI MATEMATIČNIMI VSEBINAMI** **213**

Opinions of Slovenian and Croatian Teachers on Differences in  
Mathematics Curriculum Contents  
Mag. Mateja Sabo

---

**MATEMATIKA KOT DEL KOGNITIVNEGA TRENINGA** **215**

Mathematics as a Part of Cognitive Training  
Karmen Hebar

|                                                                                                           |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>MATEMATIKA PRI POUKU TUJEGA JEZIKA</b>                                                                 | <b>218</b> |
| Mathematics in Foreign Language Teaching<br>Dr. Alenka Lipovec, dr. Martina Rajšp, dr. Alja Lipavic Oštir |            |
| <b>VKLJUČEVANJE MATEMATIKE V ANGLEŠČINO</b>                                                               | <b>221</b> |
| Integrating Mathematical Content into English<br>Anja Frank                                               |            |
| <b>POJEM ENAKOSTI PRI POUKU MATEMATIKE</b>                                                                | <b>224</b> |
| Concept of Equality in Mathematics<br>Jaka Banko, mag. Mateja Sirnik                                      |            |
| <b>OBRAVNAVA KOTOV ZA UČENCE S POSEBNIMI POTREBAMI</b>                                                    | <b>226</b> |
| Discussing Angles with Pupils with Special Needs<br>Petra Premrl                                          |            |
| <b>DOBRO BRANJE ZA USTREZNO MATEMATIČNO ZNANJE</b>                                                        | <b>229</b> |
| Good Reading Skills for Appropriate Mathematical Knowledge<br>Mihaela Janc                                |            |
| <b>OTROCI IN MATEMATIČNA PISMENOST</b>                                                                    | <b>232</b> |
| Children and Numeracy<br>Nuška Štros                                                                      |            |
| <b>OD PASCALOVEGA DO LEIBNIZOVEGA TRIKOTNIKA</b>                                                          | <b>235</b> |
| From Pascal's Triangle to Leibniz Triangle<br>Mag. Sonja Rajh                                             |            |
| <b>MATEMATIKA NA RAZISKOVALNIH TABORIH</b>                                                                | <b>237</b> |
| Mathematics in Research Camps<br>Slavko Buček                                                             |            |
| <b>USTVARJANJE MATEMATIČNEGA ČASOPISA</b>                                                                 | <b>239</b> |
| Creating a Mathematics Newsletter<br>Anja Šmid Pustoslemšek                                               |            |
| <b>MATEMATIČNI MEDPREDMETNI ORIENTACIJSKI POHOD</b>                                                       | <b>241</b> |
| Mathematical Cross-Curricular Orientation Hike<br>Monika Kos                                              |            |
| <b>MATEMATIKA NA PROSTEM</b>                                                                              | <b>243</b> |
| Mathematics Outdoors<br>Valerija Osterc                                                                   |            |

**IGRAJMO SE S KOCKAMI** 245

---

Let's Play with Cubes

Mojca Vogrin Pivljakovič

**OD MREŽE KVADRA DO GLEDALIŠČA** 247

---

From the Net of a Rectangular Solid to a Theatre

Petra Munda

**MATEMATIČNI SPREHOD ČETRTOŠOLCEV** 249

---

Mathematical Walk of Fourth Graders

Monika Bedök

## PROGRAM KONFERENCE

| KUPM 2016   |                                                                                                    | SREDA, 16. 11. 2016 |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Grandis     |                                                                                                    |                     |
| 8.00–9.00   | <b>Registracija udeležencev</b>                                                                    |                     |
| Moderator   | M. Suban                                                                                           |                     |
| 9.00–9.30   | <b>Uvodni pozdravi, uvod</b>                                                                       |                     |
| 9.30–10.30  | Plenarno predavanje:<br><b>dr. Marjan Jerman</b><br><b>Geometrija za danes in jutri</b>            |                     |
| 10.30–11.00 | Odmor                                                                                              |                     |
| 11.00–12.00 | Plenarno predavanje:<br><b>Lorna Harvey</b><br><b>Supporting student's learning of mathematics</b> |                     |
| 12.00–13.30 | Odmor                                                                                              |                     |

| KUPM 2016   |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | SREDA, 16. 11. 2016                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                  |                                                                                   |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Prostor     | Grandis                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Heros I                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Heros II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Steklena I                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Steklena II                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Elegans                                                                                                          | Virgo                                                                             |
| Moderator   | S. Rajh                                                                                                                                                                                                                                                                                     | M. Sirnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | J. Bone                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | M. Kerin                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | V. Vršič                                                                                                                                                                                                                                                                                               | A. Sambolič Beganović                                                                                            | M. Gorše Pihler                                                                   |
| 13.30–15.00 | <p><b>J. Senekovič:</b><br/>Prostornina prizme in formativno preverjanje</p> <p><b>A. Verbinc:</b><br/>1, 2, 3, določi štirikotnik ti</p> <p><b>A. Oder Grabner:</b><br/>Učenec kot sooblikovalec učnega procesa</p> <p><b>V. Mlakar:</b><br/>Motiviranost učencev za učenje matematike</p> | <p><b>M. Škrinar Majdič, I. Kovač Gregorčič:</b><br/>Vodena razprava pri matematiki</p> <p><b>L. Petek:</b><br/>Domača naloga pri pouku matematike</p> <p><b>Š. Štraki:</b> Dijak soustvarja kriterije in vrednoti znanje</p> <p><b>A. Drobnič Vidic:</b><br/>STEM-povezovanje v slovenskem izobraževanju</p> | <p><b>Z. Magajna:</b><br/>Dokazovanje od Močnika do računalnika</p> <p><b>N. Baranovič:</b><br/>Utjecaj poučavanja na razvoj geometrijskog mišljenja prema van Hiele-ovoj teoriji</p> <p><b>H. Bezgovšek Vodušek:</b> Trapez – en, vsaj en ali natanko en par?</p> <p><b>T. Miholič:</b> Saj niti poštevanke ne znajo</p> | <p><b>E. Krajnc:</b><br/>Samoregulacija učenja matematike</p> <p><b>P. Krajnc Urbanija, M. Kerin:</b><br/>Formativno spremljanje v kombiniranem oddelku</p> <p><b>M. Pučnik Belavič, M. Kerin:</b><br/>Formativno spremljanje učenca tujca</p> <p><b>I. Bider Petelin:</b><br/>Razvijanje številske predstave</p> | <p><b>M. M. Ambruš:</b><br/>Potreba po vertikalnem sodelovanju</p> <p><b>V. Bračko:</b> Uvajanje formativnega spremljanja</p> <p><b>V. Kocjančič Kuhar:</b><br/>Sodelovalno učenje pri utrjevanju matematike</p> <p><b>M. Podgoršek, A. Lipovec:</b><br/>Vpogled v matematično razumevanje učencev</p> | <p><i>Delavnica</i></p> <p><b>A. Sambolič Beganović, T. Gulič:</b><br/>Inter@ktivna matematika &amp;Scientix</p> | <p><i>Delavnica</i></p> <p><b>M. Peršolja:</b><br/>Kako formativno spremljati</p> |
| 15.00–15.30 | Odmor                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                  |                                                                                   |

| KUPM 2016   |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                          | SREDA, 16. 11. 2016                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 |                                                                                              |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prostor     | Grandis                                                                                                                                                                                                                                                          | Heros I                                                                                                                                                                                                                                                                   | Heros II                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Steklena I                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Steklena II                                                                                                                                                                                                                                                     | Elegans                                                                                         | Virgo                                                                                        |
| Moderator   | S. Rajh                                                                                                                                                                                                                                                          | S. Pustavrh                                                                                                                                                                                                                                                               | J. Bone                                                                                                                                                                                                                                                                                  | A. Lipovec                                                                                                                                                                                                                                                                                 | M. Dolinar                                                                                                                                                                                                                                                      | M. Sirnik                                                                                       | M. Gorše Pihler                                                                              |
| 15.30–17.00 | <b>V. Manfreda Kolar:</b><br>Tehnike formativnega preverjanja znanja<br><br><b>T. Kerin:</b> Moje prvo leto formativnega spremljanja<br><br><b>R. Lipnik:</b> Matematika skozi vprašanja in kriterije<br><br><b>A. Mastnak:</b> Učenčevi viri za samoocenjevanje | <b>N. Tajnikar, D. Antolin Drešar:</b><br>Geometrija in kombinirano izobraževanje<br><br><b>M. Tomažin:</b><br>Vrednotenje e-učnih gradiv s primeri<br><br><b>N. Horvat:</b><br>Lastnost funkcij<br><br><b>K. Hebar, N. Zver:</b><br>Metakognicija pri preverjanju znanja | <b>T. Bregant:</b><br>Matematična nadarjenost določa življenjsko pot<br><br><b>D. Antolin Drešar:</b><br>Matematični dnevnik pri pouku matematike<br><br><b>N. Berložnik:</b><br>Strukturirano poučevanje<br><br><b>M. Mataič Šalamun:</b> Učne težave pri aritmetiki in skupinska pomoč | <b>A. Lipovec, M. Rajšp, A. Lipavc Oštir:</b> Matematika pri pouku tujega jezika<br><br><b>A. Frank:</b><br>Vključevanje matematike v angleščino<br><br><b>B. Oder, L. Novak:</b><br>Raziskovanje pri matematiki v 1. VIO<br><br><b>L. Petek:</b> Telesa in like usvajamo z metodo gibanja | <b>N. Pavšič:</b> Merjenje obsega in ploščine na prostem<br><br><b>P. Premrl:</b><br>Obravnava kotov za učence s posebnimi potrebami<br><br><b>B. Janc:</b> Dobro branje za ustrezno matematično znanje<br><br><b>N. Štros:</b> Otroci in matematična pismenost | <i>Delavnica</i><br><br><b>I. Rauter Repija:</b><br>Trikotnik - priložnost za povezovanje znanj | <i>Delavnica</i><br><br><b>M. Gorše Pihler, S. Kmetič:</b><br>Z igro moja matematika se učim |
| 17.00–17.15 | Odmor                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 |                                                                                              |

| KUPM 2016   |                                                                                                             | SREDA, 16. 11. 2016 |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Prostor     | Grandis                                                                                                     |                     |
| Moderator   | M. Suban                                                                                                    |                     |
| 17.15–18.15 | Plenarno predavanje:<br><b>dr. Amalija Žakelj</b><br><b>Od neformalnega do formalnega učenja matematike</b> |                     |
| Prostor     | Heros I                                                                                                     |                     |
| Moderator   | A. Bačnik                                                                                                   |                     |
| 18.30–19.30 | <b>Professional chat with dr. Evgenia Sendova&amp;Scientix</b>                                              |                     |



| KUPM 2016  |                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ČETRTEK, 17. 11. 2016                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                                                                                                             |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Grandis    |                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                                                                                                             |
| 8.00–9.00  | Registracija udeležencev                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                                                                                                             |
| Prostor    | Grandis                                                                                                                                                                                                                                                                     | Heros I                                                                                                                                                                                                                                                     | Heros II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Steklena I                                                                                                                                                                                                                              | Steklena II                                                                                                                                                                                                                        | Elegans                                                                          | Virgo                                                                                                       |
| Moderator  | M. Sirnik                                                                                                                                                                                                                                                                   | S. Pustavrh                                                                                                                                                                                                                                                 | A. Sambolič<br>Beganović                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | V. Vršič                                                                                                                                                                                                                                | M. Dolinar                                                                                                                                                                                                                         | M. Gorše<br>Pihler                                                               | S. Mršnik, L.<br>Novak                                                                                      |
| 9.00–10.30 | <b>B. Repovž, A. Kotnik:</b><br>Geometrija pri nacionalnih preverjanjih znanja<br><b>G. Kverh Žgur:</b><br>NPZ in učenci s primanjkljaji<br><b>M. Jemec:</b><br>Večkotniki - gradniki Arhimedskih teles<br><b>S. Strgar, K. Šulin:</b><br>Telovadba možganov pri matematiki | <b>M. Bončina:</b><br>Avtentična naloga iz določenega integrala<br><b>S. Pustavrh:</b><br>Risanje skic pri geometriji<br><b>M. Suban:</b><br>Geometrija na poklicni maturi iz matematike<br><b>M. Podgoršek:</b><br>Poučevanje geometrije s 3D-modelirnikom | <b>N. Lesar, V. Nikolaus:</b> Strategije učenja u nastavi matematike<br><b>M. Sabo:</b> Stališča slovenskih in hrvaških učiteljev o razlikah med kurikularnimi matematičnimi vsebinami<br><b>J. Ferme, B. Brešar:</b> Teorija grafov v srednješolskem izobraževanju<br><b>A. Jesenek Grašič:</b> Matematično modeliranje pri pouku fizike | <b>M. Hojs:</b><br>Razvoj geometrijskih predstav z igro Blokus<br><b>M. Bregar:</b><br>Geometrija in gibanje v 2. razredu<br><b>K. Sodnik:</b><br>Merske predstave prvošolcev<br><b>S. Kolarič Wolf:</b><br>Geometrija v prvem triletju | <b>K. Hebar:</b><br>Matematika kot del kognitivnega treninga<br><b>M. Vogrin Pivljakovič:</b><br>Igrajmo se s kockami<br><b>P. Munda:</b><br>Od mreže kvadra do gledališča<br><b>M. Bedök:</b><br>Matematični sprehod četrtošolcev | <i>Delavnica</i><br><b>S. Rajh:</b><br>Od Pascalovega do Leibnizovega trikotnika | <i>Delavnica</i><br><b>S. Mršnik, L. Novak:</b><br>Ustvarjalnost in reševanje problemov na razredni stopnji |
|            | 10.30–11.00                                                                                                                                                                                                                                                                 | Odmor                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                                                                                                             |

| KUPM 2016   |                                                                                                                                                                     | ČETRTEK, 17. 11. 2016 |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Prostor     | Grandis                                                                                                                                                             |                       |
| Moderator   | M. Suban                                                                                                                                                            |                       |
| 11.00–12.00 | Plenarno predavanje:<br><b>dr. Dubravka Glasnović Gracin</b><br><b>Matematičke aktivnosti u nastavi geometrije kroz obrazovnu vertikal</b>                          |                       |
| 12.00–13.30 | Odmor                                                                                                                                                               |                       |
| Prostor     | Grandis                                                                                                                                                             |                       |
| Moderator   | M. Suban                                                                                                                                                            |                       |
| 13.30–14.30 | Plenarno predavanje:<br><b>dr. Evgenia Sendova</b><br><b>Inquiry based learning as a natural vehicle for cross-curricular integration: the bulgarian experience</b> |                       |
| 14.30–15.30 | Plenarno predavanje:<br><b>Silva Kmetič</b><br><b>od besed k pojmom in strategijam pri razvoju matematične pismenosti</b>                                           |                       |
| 15.30–16.00 | Odmor                                                                                                                                                               |                       |

| KUPM 2016   |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                 | ČETRTEK, 17. 11. 2016                                                                                         |                                                                                                                 |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prostor     | Grandis                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Heros I                                                                                                                                                   | Heros II                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Steklena I                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Steklena II                                                                                                                                                                                                     | Elegans                                                                                                       | Virgo                                                                                                           |
| Moderator   | S. Rajh                                                                                                                                                                                                                                                                                  | I. Rauter Repija                                                                                                                                          | A. Sambolič<br>Beganovič                                                                                                                                                                                                                                                                                    | M. Gorše Pihler                                                                                                                                                                                                                                                                                         | V. Vršič                                                                                                                                                                                                        | M. Sirnik                                                                                                     | J. Bone                                                                                                         |
| 16.00–17.30 | <p><b>P. Šuman:</b><br/>Nadarjeni izdelali polieder kot model žoge</p> <p><b>M. Škrget:</b><br/>Geometrijska rešitev kvadratne enačbe</p> <p><b>M. Štemberger:</b><br/>Napake pri poenostavljanju u algebrskih izrazov</p> <p><b>M. Bergel:</b><br/>Interaktivna tabla in geometrija</p> | <p><b>A. Močnik:</b><br/>Učna situacija</p> <p><b>A. Bevc:</b><br/>Zlaganje pravilnih večkotnikov</p> <p><b>D. Kalan:</b><br/>Kocka in kub dvočlenika</p> | <p><b>T. Ilovar,</b><br/><b>B. Črnak-Rešek:</b><br/>Prek igre do znanja z medvrstniškim učenjem</p> <p><b>N. Markuš:</b><br/>Matematične igre in konkretni material</p> <p><b>P. Mlinar Biček:</b><br/>Tekmovanja s področja matematike</p> <p><b>S. Buček:</b><br/>Matematika na raziskovalnih taborih</p> | <p><b>I. Simčič:</b><br/>Finančna pismenost in finančno izobraževanje</p> <p><b>R. Krajnc,</b><br/><b>M. Gorše Pihler:</b><br/>Programiranje pri pouku matematike</p> <p><b>N. Ručigaj:</b><br/>Aritmetično zaporedje na drugačen način</p> <p><b>M. Đukić:</b><br/>Ko informatika sreča matematiko</p> | <p><b>A. Šmid</b><br/><b>Pustoslemšek:</b><br/>Ustvarjanje matematičnega časopisa</p> <p><b>M. Kos:</b><br/>Matematični medpredmetni orientacijski pohod</p> <p><b>V. Osterc:</b><br/>Matematika na prostem</p> | <p><i>Delavnica</i></p> <p><b>J. Banko,</b><br/><b>M. Sirnik:</b><br/>Pojem enakosti pri pouku matematike</p> | <p><i>Delavnica</i></p> <p><b>G. Bezjak,</b><br/><b>J. Bone:</b><br/>Matematika v kozarcu piva&amp;Scientix</p> |
| Prostor     | Grandis                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                               |                                                                                                                 |
| 17.30–18.00 | Zaključek konference                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                               |                                                                                                                 |

### **3. mednarodni konferenci o učenju in poučevanju matematike KUPM 2016 na pot ali v tretje gre rado**

Veseli smo, da vas spet lahko povabimo na strokovno druženje učiteljev razrednega pouka, učiteljev matematike v osnovnih in srednjih šolah ter strokovnjakov s področja matematičnega izobraževanja. Že tretje po vrsti. Ali lahko rečemo, da smo že tradicionalni? Po Mariboru in Čatežu ob Savi nas bo tokrat gostil Konferenčni center na Brdu pri Kranju, iz vročega avgusta pa se selimo v prijetno ohlajeni november. Upamo pa, da nas bodo grele zanimive konferenčne teme na plenarnih in sekcijских predavanjih ter delavnicah.

Letošnja konferenca je zasnovana na treh vsebinskih sklopih, ki smo jih poimenovali:

- **Geometrija za danes in jutri**

Tu so zbrani prispevki, ki obravnavajo različne pristope k obravnavi geometrije in razvoju geometrijskih pojmov, gradijo most med šolsko prakso in teorijo, osvetlijo nevroalgične točke pri razumevanju geometrijskih konceptov ter prikažejo uspešne prakse ter vlogo tehnologije pri učenju in poučevanju geometrijskih vsebin.

- **Spremljanje učenca pri učenju matematike**

Prispevki govorijo o pristopih in oblikah, delu vertikalnih aktivov, didaktičnih rešitvah za raznolike skupine učencev, ustvarjanju vzpodbudnega učnega okolja, pomenu predznanja, povratne informacije, soustvarjanja ciljev in kriterijev uspešnosti za učenje matematike in samovrednotenja ter o drugih oblikah vrednotenja znanja.

- **Od matematične pismenosti do medpredmetnega povezovanja**

V tem sklopu prispevki naslavljajo razvijanje ne le matematične, ampak tudi bralne, finančne, digitalne, naravoslovne in drugih vrst pismenosti kot izhodišče za reševanje matematičnih problemov in za medpredmetno povezovanje.

Medse smo povabili priznane strokovnjake iz tujine in Slovenije, ki nam bodo spregovorili na plenarnih predavanjih. Iz Škotske prihaja Lorna Harvey, ki bo z nami delila izkušnje, povezane s podpiranjem učenca pri učenju matematike. Dr. Dubravka Glasnović Gracin iz Hrvaške bo v

ospredje postavila matematične dejavnosti pri pouku geometrije. Dr. Marjan Jerman bo načel vprašanje, zakaj je geometrija tako težka in zakaj z dosežki pogosto nismo zadovoljni. O učenju s preiskovanjem v Bolgariji bo razpravljala dr. Evgenia Sendova. Jezikovno dimenzijo matematike kot posebno, a integralno, nedeljivo komponento matematike bo izpostavila dr. Amalija Žakelj. Silva Kmetič pa nas bo v svojem prispevku popeljala od besed k pojmom in strategijam pri razvoju matematične pismenosti.

Ob strokovnih konferenčnih vsebinah je stalnica na konferenci KUPM tudi spremljevalni program. Letos namenjamo pozornost nemškemu matematiku in filozofu Gottfriedu Wilhelmu Leibnizu, ki ga v letu 2016 zaznamujeta kar dve okrogli številki: 370. obletnica rojstva in 300. obletnica smrti. Na natečaju "*Slavni matematik Gottfried Wilhelm Leibniz navdihuje za ustvarjanje in raziskovanje*" želimo poudariti pomen odkritij na področju znanosti ter pomen spoznavanja zgodovinskega razvoja matematike in ustvarjanja pri matematiki na razpisano temo.

Prav tako nadaljujemo s prakso iz leta 2014, ko smo vzpodbudili predstavitev znanstvenoraziskovalnih del s področja matematičnega izobraževanja; te najdemo tudi med letošnjimi prispevki.

Upamo, da bo ob konferenčnih dogodkih čas in priložnost tudi za neformalna druženja, pogovore prijateljev, ki se niso videli že dlje časa, izmenjavo izkušenj, literature, strokovnih mnenj, dilem in izvrstnih rešitev. Vse to obogati dvodnevno dogajanje in vse to odnesemo s seboj, ko zapremo vrata konferenčnega centra.

Želimo si, da bi s seboj odnesli čim več in da bi to obogatilo naš pouk matematike na vseh ravneh.

Mag. Mojca Suban,  
vodja Programskega odbora KUPM 2016

# GEOMETRIJA ZA DANES IN JUTRI

## Geometry for Today and Tomorrow

Dr. Marjan Jerman

[jerman@fmf.uni-lj.si](mailto:jerman@fmf.uni-lj.si)

Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani

### Razširjeni povzetek

Že samo ime pove, da so si stare civilizacije pod geometrijo predstavljale merjenje zemlje. Med preučevanjem tudi več kot 5000 let starih zapisov velikokrat ne moremo skriti navdušenja, ko ugotovimo, kako so stare civilizacije skoraj popolnoma brez matematičnih sredstev zaradi praktičnih potreb z dobrim uvidom in z izjemno bistrostjo prišle do precej globokih geometrijskih rezultatov. Na egiptčanskih papirusih najdemo formulo za približno ploščino kroga in natančno prostornino priskekane piramide. Na babilonskih tablicah se presenetljivo pojavi kubična enačba pri iskanju stranic kleti z dano prostornino. Indijci so več kot 2000 let pred Evropejci prišli do neverjetnih ugotovitev zaradi religioznih potreb pri načrtovanju oltarjev. Grki so prvi geometrijo postavili na aksiomatske temelje in vpeljali visoke standarde dokazovanja, ki veljajo še danes.

Geometrija je ena od najlepših in najbolj intuitivnih vej matematike. Grki in Arabci so si celo računske zakone in enačbe, ki danes nedvomno spadajo pod algebro, predstavljali kot ploščine zlepljenih likov. Skoraj pri nobeni drugi veji matematike ne moremo samo s pomočjo opazovanja dobro narisane slike priti tako neposredno do idej, ki nam pomagajo pri dokazovanju geometrijskih trditev. Zakaj je torej tako težko poučevati geometrijo in zakaj so rezultati poučevanja tako presenetljivo slabi?

Nekje do osemdesetih let 20. stoletja je geometrija spadala pod klasično izobrazbo. Ponekod po svetu so na najbolj strogih gimnazijah namesto učenika za geometrijo uporabljali kar grški izvirnik Evklidovih Elementov ali pa njegov latinski prevod. Prvi vtis je sicer navdušujoč: s pomočjo geometrije se dijaki najbolj naravno mimogrede naučijo tudi logike in standardov strogega matematičnega dokazovanja, po natančnem študiju ravnine sledi trirazsežni prostor in tudi trigonometrija se predela kot sestavni in neločljivi del geometrije.

Žal je takšen način študija za sabo pustil precejšnje opustošenje in večina dijakov ni od pouka odnesla skoraj ničesar. Glavni razlog za neuspeh kaže na primer bojevitá razprava, ko so v 19. stoletju v Angliji šolniki odločali, ali morajo dijaki za pozitivno oceno znati navesti dokaz natanko tako, kot ga je zapisal Evklid. Kasneje so znanstveniki teoretično in eksperimentalno dokazali, da otroški um in učenje nasploh v veliki večini primerov sledita določenim fazam, ki

se začnejo pri enostavnem prepoznavanju oblik in končajo pri konstrukciji lastnega dokaza. Še več, ugotovili so, da velik del populacije tudi po dolgoletnem učenju geometrije ne doseže višjih faz in niti ne loči med utemeljitvijo, preverbo in dokazom trditve.

Konec petdesetih let se je kot rezultat velikih potreb po naravoslovnih in inženirskih kadrih in kot odgovor na rusko prevlado v vesolju iz Amerike na hitro razširila nova matematika. Zelo priljubljena je postala tudi v Evropi, predvsem v Franciji, pa tudi k nam je prišla prek Križaničevih učbenikov. Na prvi pogled je na veliko elegantnejši in hitrejši način nadomestila evklidsko geometrijo, ki je hkrati s takratnimi matematičnimi odkritji postala le ena od možnih geometrij. V praksi pa je iz programov skoraj izginila prostorska geometrija, trigonometrija je postala del sklopa elementarnih funkcij, več deset generacij dijakov pa nikoli ni razvilo geometrijske intuicije. Že po desetletju uveljavitve so uporabniki matematike, predvsem profesorji fizike in inženirskih predmetov, ugotovili, da velika večina študentov ogromne količine sicer strogo in natančno predelane matematike ne zna uporabiti niti pri najbolj enostavnih praktičnih nalogah.

Že zgodovina kaže različne poglede na geometrijo: od stroge uporabne vrednosti z zadovoljivimi približki do estetskih izpopolnjenih modelov s strogimi matematičnimi standardi.

Kako torej krmariti med intuicijo, uporabno vrednostjo in matematično strogostjo? Ali je smiselno različno sposobne dijake po različnih poteh peljati v geometrijo? Ali bistven napredek pri poučevanju predstavljajo računalniški programi za dinamično geometrijo, ki lahko ob pravilni uporabi izjemno izboljšajo predstavo in porodijo ideje za dokaze?

Sam zagovarjam pot, ki mi jo je pokazala kolegica Olga Arnuš, ki ima izjemen pogled v geometrijo in njeno poučevanje. Začetni aksiomatski del je treba podati zelo liberalno. Šibkejši dijaki ga lahko razumejo kot prijeten in zanimiv del starogrške zgodovine, boljši pa v njem zagledajo matematični model. Strožji pristop sledi po izrekih o skladnosti.

Kasneje se mi zdi koristno, če le imamo čas in če si dijaki to želijo, prikazati različne pristope. Veliko klasičnih izrekov lahko dokažemo na več bistveno različnih načinov. Uporabimo lahko klasično evklidsko geometrijo, koordinatni sistem, vektorje, trigonometrijo, kompleksna števila in prav vsak od načinov da nov uvid v matematiko ter nam in dijakom razširi matematična obzorja.

**Ključne besede:** geometrija, evklidska geometrija, poučevanje geometrije, nova matematika, zgodovina matematike

## Abstract

Geometry is one of the few mathematical disciplines that enable a smooth transition from intuitive ideas to strict logical proof. So, why is it so difficult to teach geometry and why are the results of our teaching often disappointing?

Until the end of the 1970s, geometry had usually been taught using Euclid's *Elements*. The results of most students were unusually poor, which was later explained by several theories which showed that the human mind follows a certain pattern in the acquisition of knowledge: from the recognition of simple shapes to the construction of one's own proof. Later on, the teaching practices of "New Mathematics" tried to find shortcuts to geometry by using modern approaches to Mathematics based on set theory and abstract vector spaces. The results were even worse and most students almost completely lost their geometric intuition.

My approach to teaching geometry follows the advice of an experienced teacher, Olga Arnuš. The first few groups of axioms should be taught very liberally. The low-achieving students will see them as an interesting part of Greek history, while the high-achieving ones will be able to recognise a mathematical model. Following the introduction of axioms of congruence, a stricter approach should be adopted. Also, whenever possible, the classical theorems should be proved by different means, ranging from a purely geometric approach to the use of a coordinate system.

**Keywords:** geometry, Euclidean geometry, teaching geometry, New Mathematics, history of Mathematics

## Viri

1. Anglin, W. S. (1994): *Mathematics: A Concise History and Philosophy*, Springer.
2. Kline, M. (1974): *Why Johnny can't add: The Failure of the New Math*, Random House
3. Piaget, J., Inhelder, B., Szeminska, A. (1999): *The child's conception of geometry*, Routledge.



# SUPPORTING STUDENT'S LEARNING OF MATHEMATICS

Lorna Harvey

[Lorna.Harvey@educationscotland.gsi.gov.uk](mailto:Lorna.Harvey@educationscotland.gsi.gov.uk)

Senior Education Officer, Numeracy and Mathematics, Education Scotland

## **Extended abstract**

I will deliver a talk about supporting student's learning of Mathematics. This will be based on my experiences as a teacher, headteacher and most recently as national education officer in Scotland, and will be based on the principles of the Scottish Curriculum – Curriculum for Excellence:

- Challenge and enjoyment;
- Breadth;
- Progression;
- Depth;
- Personalisation and choice;
- Coherence; and
- Relevance.

I will also provide a brief overview of how Mathematics is organised within the Scottish Curriculum. This will include our definition of Mathematics as a curriculum area and will also highlight the importance placed on numeracy across learning as the responsibility of all teachers. Reference will be made to the 8 numeracy and mathematical skills which are embedded across the experiences and outcomes of our curriculum.

I will go on to provide information, guidance and some examples of effective practice (from across Scotland) in relation to planning for effective learning, teaching and assessment, including the importance of a numeracy rich environment, active learning and learner engagement in the creation of learning intentions and success criteria. I will include references to international case studies on visible learning influenced by the work of John Hattie.

A theme running through my presentation will be the importance of positive attitudes towards Mathematics and to raising the (positive) profile of numeracy and Mathematics amongst educators, learners and their families. Here I will draw on the work of Jo Boaler and share some of her conclusions about the development of mathematical mindsets, including the importance of feedback. I will also highlight the Scottish Government's programme – Making Maths Count. This work has two broad aims:

1. To encourage greater enthusiasm for Mathematics amongst children and young people, their parents, carers and the wider public; and

2. To provide support for teachers and help raise attainment in Mathematics National Qualifications.

The presentation will also consider class groupings and differentiation in Mathematics, taking account of research and guidance. I will highlight the importance of rich tasks and the power of mistakes as influences on raising both enjoyment of and attainment in Mathematics.

I will include reflective questions which can be used by individuals or staff teams working together to support learning and raise attainment in Mathematics.

I will also share some recent actions Education Scotland has taken to support teachers and practitioners with their work in supporting learners of Mathematics – across the curriculum and within the Broad General Education (3-15 years). This will include guidance and support, and how we are using technology to provide and support online career-long professional learning and collaboration using Glow – the Scottish School's intranet.

**Keywords:** mindsets, active learning

## References

1. Curriculum for Excellence, Various Guidance Documents. Education Scotland Website, <http://www.educationscotland.gov.uk/learningandteaching/thecurriculum/index.asp> (as 28.9.16).
2. Knowledge into Action, Briefing 1. (2015): Differentiated Learning in Mathematics <https://education.gov.scot/improvement/Pages/sac36briefing1.aspx>.
3. Boaler, J. (2016): Mathematical Mindsets. Jossey-Bass, USA.
4. Boaler, J. (2009, reprinted 2016): The Elephant in the Classroom. Souvenir Press. UK.
5. Hattie, Masters and Birch (2016): Visible Learning into Action. Routledge. London and New York.
6. S.G. Cox (2008): Differentiated instruction in the elementary classroom-cited in Education Digest: Essential Readings Condensed for Quick Review.
7. Konstantinou-Katzi, P., Tsolaki, E., Meletiou-Mavrotheris, M., and Koutselini, M. (2012): Differentiation of teaching and learning mathematics: An action research study in tertiary education-cited in International Journal of Mathematical Education in Science and Technology.

# OD NEFORMALNEGA DO FORMALNEGA UČENJA MATEMATIKE

## From Non-Formal to Formal Learning of Mathematics

Izr. prof. dr. Amalija Žakelj

[amalija.zakelj@pef.upr.si](mailto:amalija.zakelj@pef.upr.si)

Pedagoška fakulteta Koper, Univerza na Primorskem

### **Razširjeni povzetek**

Tako kot je nemogoče, da bi funkcionalno uporabljali jezik že, če bi se naučili le veliko besed ter poznali slovnična pravila (Truus Dekker, 2007), je malo verjetno, da bi razumeli in funkcionalno uporabljali matematiko, če bi učenje le-te skrčili samo na učenje definicij, pravil in algoritmov, le na formalno/abstraktno raven, brez izkušenj z neformalnim in predformalnim učenjem, brez izkušenj s pridobivanjem pojmovnih predstav znotraj realističnih in matematičnih kontekstov, ki so vir avtentičnosti, konkretizacije, izkušenskega učenja.

V prispevku bomo na temelju izsledkov različnih raziskav – skozi teorijo in s primeri – predstavili nekatere značilnosti neformalnega, predformalnega in formalnega učenja matematike ter v povezavi s predstavljenimi dejavnostmi nakazali tudi jezikovno dimenzijo matematike kot sicer posebno, a integralno, nedeljivo komponento matematike.

Procesi učenja, ki jih bomo predstavili in sledijo vsem ravnam učenja in poučevanja, od neformalne, predformalne do formalne ravni, potekajo znotraj realističnega konteksta, z uporabo modelov. Kontekst prevzema vlogo učnega okolja in je vir učenja matematike. Formalne definicije in algoritmi, simbolni zapisi idr. so samo "končna postaja". Neformalno in predformalno razumevanje je potrebno za razumevanje na abstraktni ravni.

Z vključevanjem matematičnih modelov v realistični in matematični kontekst bomo prikazali poti do formalnega, konceptualnega razumevanja. Modeli praviloma izhajajo iz konteksta. Sprva so modeli malo več kot le predstavitev/reprezentacije, pozneje postanejo bolj prefinjena matematična orodja kot npr. diagrami, številska os, preglednice idr. Modeli nadomeščajo vrzeli med neformalnim in formalnim, so kot učna sredstva, ki pomagajo učencem, da se lahko učijo prilagojeno svojim zmožnostim, razvojni stopnji in predznaju. Če imajo posamezniki težave z razumevanjem in usvajanjem pojmov na formalni/abstraktni ravni, bodo še vedno lahko napredovali ob uporabi modelov.

Npr. proces predalgebrskega razmišljanja se lahko začne že zelo zgodaj, v nižjih razredih osnovne šole, prek prepoznavanja vzorca v naravi, nadalje z uporabo lastnih modelov, prek dejavnosti opazovanja, napovedovanja, prepoznavanja

pravil idr. do posploševanja na višjih stopnjah šolanja. Predstavitev bomo oprli na rezultate raziskav, ki kažejo, da se učenci, ki ostanejo povezani s kontekstom, lažje senzibilizirajo s tem, kar počnejo, in se jim ni treba zateči k zapomnitvi pravil in postopkov, ki jih ne razumejo.

Učenja si seveda ni mogoče predstavljati brez jezikovne pismenosti, ki predpostavlja bogato besedišče in precejšnje poznavanje slovničnih pravil, fonetike, pravopisa itd., da posamezniki lahko komunicirajo in ustvarjalno združujejo te elemente glede na realistične situacije, ki jih srečujejo v življenju. Enako matematične pismenosti ni mogoče skržiti na znanje matematične terminologije, dejstev in postopkov, pa tudi ne na zgolj spretnosti pri izvajanju postopkov. Matematična pismenost vključuje ustvarjalno kombinacijo teh elementov ter odziv na zahteve, ki jih nalaga zunanji svet (PISA Programme for International Student Assessment, 2003).

V povezavi s predstavljenimi dejavnostmi bomo tako opozorili tudi na jezikovno dimenzijo matematike (Žakelj, 2016). Predstavili bomo nekatere zanjilnosti matematičnega jezika, kot so abstrakcija, nelinearnost in kompleksnost jezika (Wakefield, 2000; Adams, 2003), ter opozorili predvsem na tiste sporazumevalne dejavnosti pri pouku matematike, ki neposredno podpirajo razvoj pojmovnih predstav, denimo razvijanje besedišča, interpretiranje matematičnih besedil, ustvarjalno mišljenje in spodbujanje kreativnega pisanja pri matematiki. Učencem bomo lahko v veliki meri pomagali spoznati, razumeti, usvojiti in funkcionalno uporabljati matematiko, če jih bomo vodili skozi učni proces postopoma, od neformalnega in predformalnega do formalnega učenja, pri čemer bomo matematične dejavnosti premišljeno doponjevali z jezikovno dimenzijo matematike, ki jo bomo celostno razvijali skozi vse štiri sporazumevalne dejavnosti: branje, pisanje, poslušanje in govorjenje (Žakelj, 2016).

**Ključne besede:** matematika, kontekst, neformalno, predformalno in formalno učenje, neformalno sklepanje, predformalno sklepanje, formalno razumevanje, abstrakcija, nelinearnost in kompleksnost jezika

### **Abstract**

In the present article we will present some characteristics of non-formal, pre-formal, and formal learning of Mathematics, based on the findings of various studies, through theory and practice. In connection with these activities we will also point to the linguistic dimension of Mathematics as a separate, but integral and indivisible component of all activities in learning Mathematics. We will present some characteristics of mathematical language such as abstraction, non-linearity and complexity of language (Wakefield, 2000; Adams, 2003), and draw attention primarily to those communication activities in Mathematics classes that directly support the development of conceptual notions such as

development of vocabulary, interpretation of mathematical texts, creative thinking, and encouraging creative writing in Mathematics.

**Keywords:** Mathematics, context; non-formal, pre-formal, and formal learning; non-formal reasoning, pre-formal reasoning, formal understanding; abstraction, non-linearity and complexity of language

## **Viri**

1. Adams, T. L. (2003). Reading mathematics: More than words can say. *The Reading Teacher*, 56(8), 789–795.
2. Truus Dekker (2007). *The Dutch Experience, Threat or Treat*. V: *Proceedings Of 14th and 15th September, 2007*. Freudenthal Institute, Utrecht, The Netherlands.
3. PISA Programme for International Student Assessment (OECD) 2003 Assessment Framework (2003).
4. Wakefield, D. V. (2000). Math as a second language. *The Educational Forum*.
5. ŽAKELJ, Amalija. Jezikovna dimenzija matematike in pouk matematike. V: DEVJAK, Tatjana (ur.), SAKSIDA, Igor (ur.), DAGARIN FOJKAR, Mateja (ur.). *Bralna pismenost kot izziv in odgovornost*. 1. izd. Ljubljana: Pedagoška fakulteta, 2016.

# MATEMATIČKE AKTIVNOSTI U NASTAVI GEOMETRIJE KROZ OBRAZOVNU VERTIKALU

## Mathematics Activities in Geometry Education

Doc. dr. sc. Dubravka Glasnović Gracin

[dubravka.glasnovic@gmail.com](mailto:dubravka.glasnovic@gmail.com)

Učiteljski fakultet, Sveučilište u Zagrebu

### Prošireni sažetak

Geometrija se proteže kroz sve stupnjeve matematičkog obrazovanja, od neformalnog predškolskog učenja u obitelji, preko usvajanja prvih oblika u školi, crtanja i konstruiranja do vrlo složenih geometrijskih odnosa i pojmova. Zato je vrlo važno održavati kontinuitet geometrijskih pojmova, terminologije i aktivnosti na svim stupnjevima obrazovanja. Osim cijele obrazovne vertikale kroz koju se proteže geometrija, ona se horizontalno proteže i kroz povijest poučavanja matematike. Možemo reći da otkad u drevnim civilizacijama postoji formalno matematičko obrazovanje, u njemu su geometrijski sadržaji imali vrlo važnu ulogu (Dadić, 1982). Upravo iz ovog razloga geometrija ima veliku tradiciju u matematičkoj edukaciji, što joj može biti i prednost i mana. Prednost stoga što je postala kulturom nastave matematike (Prediger, 2004), a mana jer je tradicija toliko jaka da ju je teško mijenjati i o njoj kritički promišljati s distance. Uz to, već neko vrijeme postoji potreba da se u nastavu matematike uključe i „mlađe“ matematičke discipline poput vjerojatnosti i statistike te diskretne matematike. Možemo reći da je nastava geometrije već neko vrijeme u krizi jer se događa da se često baš geometrijski sadržaji reduciraju kako bi mogli ući neki novi. Upravo iz tog razloga potrebno je dobro i kritički promisliti o smislu i zahtjevima u nastavi geometrije. Prije svega potrebno je dobro snimiti postojeće stanje u cijeloj vertikali, a posebice na mjestima transfera.

Fokus ovog rada je stavljen na aktivnosti kao važnom dijelu matematičke kompetencije. Razlikujemo četiri osnovne matematičke aktivnosti koje se pokazuju značajnima tijekom matematičkog školovanja (IDM, 2007). To su (1) prikazivanje, (2) računanje i operiranje, (3) interpretiranje te (4) argumentiranje i obrazlaganje. *Prikazivanje* se odnosi na „prebacivanje“ danih matematičkih podataka u drugi matematički oblik. Tu, primjerice, spadaju crtanja ili skiciranja, te prebacivanja iz jednog prikaza u drugi. *Računanje* se odnosi na provođenje elementarnih računskih operacija s konkretnim ili općim brojevima. *Operiranje* se odnosi na korektno, smisleno i efikasno provođenje računskih ili konstrukcijskih koraka. *Interpretiranje* se odnosi na prepoznavanje odnosa i relevantnih podataka danih u obliku matematičkih prikaza (grafičkih, simboličkih) i na njihovo tumačenje u danom kontekstu. *Argumentiranje* se odnosi na opisivanje matematičkih aspekata koji govore u prilog ili protiv neke određene odluke, a obrazlaganje na niz istina koje vode do određenih zaključaka.

Gledajući ove matematičke aktivnosti, pitali smo se koje matematičke aktivnosti prevladavaju u nastavi geometrije. Istraživanje od Glasnović Gracin (2011b) pokazuje da se udžbenici najviše koriste kao izvor zadataka za vježbu, stoga su ispitani svi geometrijski zadaci iz odobrenih udžbenika u Republici Hrvatskoj od 6. do 8. razreda (preko 5800 zadataka). Rezultati pokazuju da se geometrija radi kroz uglavnom jednostavne zadatke dominantnog računanja i operiranja. Računanje se odnosi na uvrštavanje u formule za opseg, površinu, volumen ili oplošje te za računanje korištenjem Pitagorinog teorema. Prikazivanje se uglavnom odnosi na crtanje geometrijskih likova koristeći ravnalo i šestar, i to samo u nekim geometrijskim poglavljima poput izometrijskih preslikavanja ravnine u 8. razredu. Aktivnosti argumentacije nisu uopće ili gotovo da nisu prisutne u zadacima iz geometrije.

Ovi rezultati ukazuju da se na nastavi geometrije u Hrvatskoj ne njeguje konceptualno razumijevanje, već dominiraju procedure računanja po formuli ili konstrukcije po zadanom nizu koraka. Ovakav pogled na geometriju može utjecati na učenikov pojam o tome što geometrija jest, i to baš na srednjem stupnju obrazovanja (6. do 8. razred školovanja) kada je važno razviti matematičke kompetencije potrebne za više stupnjeve obrazovanja. Rezultati također ukazuju da se nastava geometrije brzo zamjenjuje nastavom u kojoj dominira tečno računanje i baratanje formulama umjesto savladavanjem geometrijskih koncepata i odnosima u ravnini i prostoru. Analiza prema matematičkim aktivnostima pokazuje da se različite aktivnosti trebaju uključiti ravnomjerno na svim stupnjevima geometrijskog obrazovanja kako bi učenik dobio cjelovitu sliku matematičkih koncepata.

**Ključne riječi:** nastava geometrije, matematičke aktivnosti, analiza

### **Abstract**

Geometry topics have always been an important part of Mathematics education at all levels. The tasks used in geometry education create opportunities for students to learn geometry. They may require students to carry out activities such as representation, computation, interpretation, and argumentation. The study involved identifying which of these activities are required in the geometry education of middle-grade Mathematics in Croatia. The results show that the geometry tasks predominantly require activities of computation, while activities requiring argumentation are underrepresented. This finding reveals that the activities used in geometry tasks put emphasis on dealing with numbers and terms rather than mastering geometry concepts.

**Keywords:** geometry education, Mathematics activities, analysis

## Literatura

1. Dadić, Ž. (1982): *Povijest egzaktnih znanosti u Hrvata*. Zagreb: Sveučilišna naklada Liber.
2. Glasnović Gracin, D. (2011a): Teacher and textbook in geometry education. V: M. Pavleković (ur.) *The Third International Scientific Colloquium Mathematics and Children (The Math Teacher)* Osijek, 234–241. Zagreb: Element.
3. Glasnović Gracin, D. (2011b). *Requirements in mathematics textbooks and PISA assessment*. (Doctoral dissertation, University of Klagenfurt). Klagenfurt: University of Klagenfurt.
4. IDM – Institut für Didaktik der Mathematik – Österreichisches Kompetenzzentrum für Mathematikdidaktik – IFF, Alpen-Adria-Universität Klagenfurt (Hrsg.) (2007): *Standards für die mathematischen Fähigkeiten österreichischer Schülerinnen und Schüler am Ende der 8. Schulstufe, Version 4/07*. Klagenfurt.
5. Prediger, S. (2004): *Mathematiklernen in interkultureller Perspektive. Mathematikphilosophische, deskriptive und präskriptive Betrachtungen*. München-Wien: Profil-Verlag.



# INQUIRY-BASED LEARNING AS A NATURAL VEHICLE FOR CROSS-CURRICULAR INTEGRATION: THE BULGARIAN EXPERIENCE

Dr. Evgenia Sendova

[jenny@math.bas.bg](mailto:jenny@math.bas.bg)

Institute of Mathematics and Informatics at the Bulgarian Academy of Sciences

## Extended Abstract

One of the most serious problems of contemporary education is that it neutralises the potential of digital technologies as intellectual laboratories or vehicles of self-expression, and reduces their role to delivering knowledge and evaluating achievements. A good metaphor for the current situation is (McLuhan): *it is as if we are driving a multi-million-dollar sports car, screaming, 'Faster! Faster!' while peering fixedly into the rear-view mirror.*

The author will discuss the roots and the state-of-the-art of inquiry-based learning (IBL) in Bulgaria as an approach which was first used in the context of an educational experiment (the Research Group on Education, 1978-1989), and is recently being developed within a series of European projects (DALEST, I\*Teach, InnoMathEd, Math2Earth, DynaMAT, Fibonacci, Mascil, and Scientix).

**The Research Group on Education (RGE) experiment** comprised 29 pilot schools, its main goal being to design and implement a new curriculum making use of computers as one of its natural components. The guiding principles of RGE were *learning by doing* and *integrated school subjects*. During the first four years, Informatics was introduced as a part of an encyclopedic education. One of the main integrated disciplines in the primary cycle was "I read, write and calculate". A good example of activities under this subject would be creating a situation in which children would decode a letter (matching numbers with letters), read, write, and code a return message in a motivating context.

An innovative idea for integrating the study of Mathematics, natural languages (Bulgarian, English and Russian), and computer language (in this case Logo) was launched in 1984 with the publication of the textbook *Language and Mathematics* (for 5th and 6th grades).

Designed to show the intersection of language study with mathematical thinking in the context of Informatics, this experimental textbook included problems of translating from a natural to a formal language, of algorithmic description of basic grammar rules, and of ways to extend the Logo vocabulary to several languages. Informatics notions, such as *coding*, *decoding*, *tree-graphs*, *algorithms*, *variables*, *tables*, *procedures*, *recursion*, *data*, etc. were applied in the context of playing, editing and creating linguistic games, coding and decoding secret texts, describing and executing algorithms in the subjects of Mathematics, Language and Music. Specifically designed microworlds provided tools for

students to deal with these new notions from a procedural rather than a declarative point of view. This has already had an impact on the way we started teaching Mathematics, Literature, Art and Music.

Building a microworld for explorations in Euclidean geometry (*Geomland*) was another important step toward inquiry-based learning. It was launched in 1986 as a language-based computer laboratory enabling students to construct and experiment with Euclidean objects, to investigate their properties, and to formulate and verify conjectures, i.e. to do and discover Mathematics.

The RGE experiment emerged as a model for a technology-prompted educational reform. Although it did not lead to essential changes in the Bulgarian educational system as a whole, RGE laid a good foundation for a number of European projects involving inquiry-based Mathematics and Science education, in which the author has been actively involved.

### **Good IBL Practices in STEAM Education in the Bulgarian Setting**

The current activities of the Institute of Mathematics and Informatics as a centre for inquiry-based Mathematics and Science education (IBMSE) at all levels and in all forms will be discussed and illustrated. Various types of PD courses and events, as well as open access learning environments (*VirMathLab*, *VivaCognita*, and *BG Mascil*) related to Mathematics and its connection with Science and Arts will be presented with the hope of establishing fruitful further collaboration between the educational communities of our countries.

**Keywords:** inquiry-based learning, cross-curricular integration, technology-prompted curriculum

### **References**

1. Chehlarova, T. Problems with fractions in the style of Escher. In Inquiry based mathematics education, Regalia 6. Sofa, 2013, pp. 127-132 ISBN 978-954-745-224-4 (in Bulgarian).
2. Chehlarova, T., Sendova, E., Stefanova, E. (2012): Dynamic tessellations in support of the inquiry-based learning of mathematics and arts, in Theory, Practice and Impact - Proceedings of Cosntructionism 2012, Athens, Kynigos, C., Clayson, J., Yiannoutsou, N. (Eds) August 21-25, pp.570-574.
3. Chehlarova, T. (2012): IBME in Primary Schools in Bulgaria: Some Examples of Dynamic Scenarios and Their Implementation in a Class Setting. In: Baptist, P., D. Raab (eds.): Implementing Inquiry in Mathematics Education, Bayreuth 2012. pp. 106-113.
4. Kenderov, P., Chehlarova, T., Sendova, E. (2015): A Web-based Mathematical Theme of the Month, Mathematics Today, Vol. 51, No. 6, pp. 305–309 ISSN 1361-2042.

5. Kenderov, P., Sendova, E., Chehlarova, T. (2015): Communities within the European projects Mascil and Scientix, 44th Spring Conference of the UBM, Sofia, pp. 151-154, ISSN 1313-3330.
6. Kenderov, P., T. Chehlarova, E. Sendova. (2015) A Virtual Mathematics Laboratory in support of educating educators in inquiry-based style, in: Katja Maaß, Bärbel Barzel, Günter Törner, Diana Wernisch, Elena Schäfer, Karen Reitz-Koncebovski (Editors): International approaches to scaling-up professional development in mathematics and science education, pp. 167-176 ISBN 978-3-942197-85-4 15 -16 December.
7. Kenderov, P., Sendova, E., Chehlarova, T. (2012) IBME and ICT – the experience in Bulgaria. B: Baptist, Peter and Dagmar Raab (eds.): Implementing Inquiry in Mathematics Education, Bayreuth 2012. pp. 47-54.
8. Sendova, E., Chehlarova, T. (2014) Enriching the mathematics resources of the Scientix2 repository: a Bulgarian approach to the many levels of the inquiry based learning, Proceedings of the 6th International Mathematical Week, 29-31 March 2014, Thessalonica, GREECE.
9. Sendova, E. Assisting the art of discovery at school age – a Bulgarian experience, Third chapter of Talent Development Around the World, coordinator Pedro Sánchez-Escobedo, Mérida, Yucatán, 2013, pp. 39-98.

# OD BESED K POJOMOM IN STRATEGIJAM PRI RAZVOJU MATEMATIČNE PISMENOSTI

## From Words to Concepts and Strategies for Developing Mathematical Literacy

Silva Kmetič

silva.kmetic@guest.arnes.si

### Razširjeni povzetek

Pojem matematična pismenost si je pri nas utrl pot v izobraževanje z mednarodno raziskavo matematične pismenosti PISA, in sicer kot uporaba matematike v realnih kontekstih. Pogosteje se je začel pojavljati kot dopolnitev pojma bralna pismenost, ob predpostavki, da je uspešnost učenja odvisna od učenčevih bralnih strategij. Matematična pismenost se prepleta s pojmom matematična kompetenca, ki je opredeljen v različnih izobraževalnih dokumentih, med drugim tudi v aktualnih učnih načrtih za osnovno šolo (2011) in gimnazijo (2008) ter katalogih znanja za srednje strokovno in srednje poklicno izobraževanje (2007). Podobno je z matematično pismenostjo, ki je opredeljena v učnem načrtu za osnovno šolo in v katalogih znanja za srednje strokovno in srednje poklicno izobraževanje. V gimnazijskem učnem načrtu pismenost ni poimenovana, se pa pojavlja posredno prek njenih gradnikov. V matematični didaktični stroki je matematična pismenost razširitev predhodnega pojma računska ali včasih imenovana kar številka oz. količinska pismenost, ki se je nanašal na razumevanje števil in računanje. Njena definicija se neprestano razvija in se dopolnjuje, podobno kot se izpopolnjuje v raziskavi PISA. Matematična pismenost je kompleksen pojem, zato se za potrebe posamezne raziskave pogledi nanjo izostrijo na njenih različnih posameznih gradnikih (elementih).

V povezavi s pismenostmi vseh vrst, ki se v definicijah razlikujejo zaradi različne narave posameznih strok, se bralno razumevanje poudarja kot sinonim za bralno pismenost, ki naj bi jo v šoli razvijali vsi predmeti in se lahko izboljša npr. z obvladovanjem enega gradnika: strategij branja. Bralno razumevanje pogojuje tudi poznavanje konteksta, matematičnega ali realističnega, obvladovanje naravnega in strokovnega jezika ter razumevanje pojmov, ki se skrivajo za njihovimi imeni – besedami, oznakami in simboli, slikami in drugimi reprezentacijami. V okviru konceptualnega vidika pojma, ki je osnovno matematično »besedišče«, bomo poskušali tudi po vertikali povezati modele in reprezentacije, metafore in metonimije, pojmovne predstave in prototipe pojmov z jezikom, s semantiko in sintakso ter z definicijami pojmov. V pouk so redkeje vključeni kvantifikatorji, ki so pomemben element razvoja razumevanja. Opozorili bomo tudi na učne situacije z zamolčanimi predpostavkami. Izpostavili bomo nekatere posebnosti imenovanja matematičnih pojmov in pomen

učenčeve aktivne vključenosti tako v jezikovni kot pojmovni razvoj, od spontanega prek osmišljenega poimenovanja novih pojmov do strokovno formaliziranega jezika (Pimm, 1995 in 1990).

Mnogi menijo, da je pot za razvoj matematične pismenosti reševanje matematičnih problemov in problemov v kontekstu, ker kot najkompleksnejša dejavnost pri pouku matematike prepleta faze od beri, misli, sklepaj, načrtuj in računaj do piši, riši, konstruiraj, evalviraj (Baranović, 2014; Borasi, 1990) oz. učenčeve sporazumevalne in 'prenosljive' zmožnosti (Bešter Turk, 2011). Za uspešno reševanje problemov so potrebni: poznavanje in razumevanje matematičnih pojmov, zmožnost njihovega povezovanja in uporabe, problemska in procesna znanja, metakognitivne zmožnosti (Magajna, 2003) in učenčeve osebne karakteristike kot npr. vztrajnost pri reševanju matematičnih problemov, notranja motivacija za ukvarjanje z matematiko ter drugi vplivi, kot so čustva, odnos, prepričanje, vrednote (Nosrati in Waage, 2014). Za dopolnitev razumevanja miselnih procesov bomo primerjali faze reševanja problema, kot to pogosto naredijo učenci, s fazami reševanja eksperta (Schoenfeld, 1992). Omenili bomo zmožnosti transferja in transformiranja, ki sta poleg konceptualnega razumevanja in obvladovanja različnih strategij dve pomembnejši zmožnosti matematično pismenega človeka.

Biti matematično pismen je cilj, dosegljiv z zapleteno učno potjo. Od besed k pojmom in strategijam pomeni tudi od besed k dejanjem: to so dejavnosti za razvoj konceptualnih znanj z razumevanjem in razvoj matematičnega mišljenja z reševanjem problemov, vse pa se prepleta z razvojem jezika, tako naravnega kot simbolnega.

Za razvoj pismenosti si moramo najprej ustvariti dovolj širok pogled na pismenost (Hodnik Čadež, 2016; Žakelj, 2016) in nato načrtovati sistematično pot do zastavljenih ciljev na temelju ugotovljenega predznanja in izkušenj učencev. V kombinaciji s spoznanji formativnega preverjanja začrtane poti, delnih oz. trenutnih in končnih pričakovanih dosežkov je lahko pot do zelenih ciljev vidnejša in zato učinkovitejša. V pomoč sta tudi sistematično uzaveščenje lastnega pedagoškega pogleda na učenje in poučevanje ter pogleda na matematiko kot znanost in na matematiko kot šolski predmet.

**Ključne besede:** matematična pismenost, reševanje problemov, matematični pojmi in jezik

### **Abstract**

A talk about mathematical literacy will present an overview of some of the elements that constitute it, using examples. We will focus on certain conceptual aspects that interweave with language, different representations, reading,

mathematical thinking, and problem-solving strategies. The abilities of transforming and transferring problem-solving situations, strategies and concepts must be discussed. An appropriate mathematical language which encompasses different representations of concepts and activities is indispensable for successful learning and teaching. This can be supported by the following formative assessment motto: from words to deeds.

**Keywords:** mathematical literacy, problem solving, mathematical concepts and language

## Viri

1. Baranović, N. (2014): Učenje temeljeno na čitanju s razumijevanjem, Zbornik prispevkov, 2. mednarodna konferenca o učenju in poučevanju matematike, KUPM 2014, Pridobljeno (8. 8. 2016) na <http://www.zrssi.si/pdf/zbornik-prispevkov-kupm2014.pdf>, str. 75–99.
2. Bešter Turk, M. (2011): Sporazumevalna zmožnost – eden izmed temeljnih ciljev pouka slovenščine, Jezik in slovstvo, letnik 56, št. 3-4, str. 111–130.
3. Borasi, R. (1990): Reading to learn mathematics: new connections, new questions, new challenges, For the Learning Mathematics, letnik 10, št. 3, str. 9–16.
4. De Lange, J.: Mathematics for Literacy, Pridobljeno 7. 10. 2015 na [http://www.maa.org/sites/default/files/pdf/QL/pgs75\\_89.pdf](http://www.maa.org/sites/default/files/pdf/QL/pgs75_89.pdf).
5. Hodnik Čadež, T. idr. (2016): Bralna pismenost pri pouku matematike v 5. razredu osnovne šole. V: Devjak, T. in Saksida, I. (ur.): Bralna pismenost kot izziv in odgovornost, str. 177–194.
6. Japelj Pavešić, B. (2012): Matematične naloge raziskave TIMSS: mednarodna raziskava trendov znanja matematike in naravoslovja. Ljubljana: Pedagoški inštitut.
7. Magajna, Z. (2003): Problemi, problemsko znanje in problemski pristop pri pouku matematike, Matematika v šoli, letnik 10, št. 3/4 (2002/2003), str. 129–138.
8. Nosrati, M., Wæge, K. (2014): What characterises good learning and teaching in mathematics? – A research based perspective Pridobljeno 7. 6. 2016 na <https://nettsteder.regjeringen.no/fremtidensskole/files/2014/05/Status-rapport-matematikksenteret.pdf>.
9. Pimm D. (1990): Speaking Mathematically, Routledge, London.
10. Pimm D. (1995): Symbols and meaning in school mathematics, Routledge, London.
11. Schoenfeld, A. H.(1992): Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition and sense-making in mathematics. V: Grouws, D.(ur.): Handbook for research on mathematics teaching and learning, str. 334-337, MacMillan, New York.

12. Stacey, K. (2012): The international assessment of mathematical literacy: PISA 2012 framework and items Pridobljeno 7. 8. 2016 na [https://www.researchgate.net/publication/300175793\\_The\\_International\\_Assessment\\_of\\_Mathematical\\_Literacy\\_PISA\\_2012\\_Framework\\_and\\_Item\\_S](https://www.researchgate.net/publication/300175793_The_International_Assessment_of_Mathematical_Literacy_PISA_2012_Framework_and_Item_S).
13. Žakelj, A. (2016): Jezikovna dimenzija matematike in pouk matematike. V: Devjak, T. in Saksida, I. (ur.): Bralna pismenost kot izziv in odgovornost, str. 143–176.





# GEOMETRIJA ZA DANES IN JUTRI

## Geometry for Today and Tomorrow

Mag. Mojca Suban

[mojca.suban@zrss.si](mailto:mojca.suban@zrss.si)

Zavod RS za šolstvo, OE Novo mesto

Geometrija je ena od nastarejših znanosti in predstavlja pomemben del matematike. Dokler Descartes v 17. stoletju ni prvi narisal kartezičnega koordinatnega sistema ter povezal geometrijo in aritmetiko, so se geometrijski pojmi razvijali skoraj neodvisno od števil. Podobno se pojmi razvijajo v šoli, kjer se v 8. razredu s formalno uvedbo koordinatnega sistema obe področji povežeta. Naši učenci se geometrije učijo od 1. razreda naprej. V osnovni šoli ji je v učnem načrtu namenjeno 291 ur. Ob tem je treba povedati, da je predviden obseg ur v učnem načrtu za posamezni sklop orientacijski in ni obvezujoč. Pa vendarle je le dobra petina ur namenjena *Geometriji in merjenju*, kot je tema poimenovana v učnem načrtu.

V gimnazijskem programu, kjer je matematike 560 ur, se sklopu *Geometrija v ravnini in prostoru* namenja 32 ur, sklopu *Geometrijski liki in telesa* pa 34 ur, pri čemer smo se omejili le na elementarno geometrijo. Obseg ur po sklopih in razporeditev sklopov po letnikih sta orientacijska in za učitelja nista obvezna, predlagani obseg ur pa vključuje obravnavo nove snovi (splošna znanja, posebna znanja), utrjevanje, uporabo IKT, preverjanje in ocenjevanje. V katalogih znanj za srednje strokovno, poklicno tehnično in srednje poklicno izobraževanje okvirno število ur za posamezne vsebinske sklope ni navedeno. Glede na navedeno število ur, ki so v naših šolah namenjene geometriji, ne bi mogli trditi, da so geometrijske vsebine v ospredju.

Nekateri učenci geometrije ne marajo, tudi kakšen od učiteljev pove, da bi se je raje izognil. Med pogostimi težavami pri učenju geometrije učitelji navajajo nerazumevanje in »mešanje« pojmov (npr. lik in telo, obseg in ploščina), slabe prostorske predstave pri stereometriji, težave z razumevanjem in pretvarjanjem enot, simbolne zapise, nepoznavanje formul itd.

Kako še bolje izkoristiti priložnosti, ki jih ponuja geometrija, da bi učencem približali in osmislili učenje o premicah, kotih, trikotniku, prizmi? Morda se bo kak od odgovorov našel tudi med prispevki, ki smo jih uvrstili v stezo *Geometrija za danes in jutri*. Prispevki obravnavajo različna področja: od dokazovanja v geometriji, vloge definicij pojmov, pomena skic, uporabe tehnologije, uspešnosti na poklicni maturi in nacionalnem preverjanju znanja in razvoja pojmov s podporami do odličnih primerov iz prakse po celotni vertikali, ki z domišljenimi in preverjenimi dejavnostmi bogatijo pouk geometrije v naših šolah.

# DOKAZOVANJE OD MOČNIKA DO RAČUNALNIKA

## Proving from Močnik to Computers

Dr. Zlatan Magajna

[zlatan.magajna@pef.uni-lj.si](mailto:zlatan.magajna@pef.uni-lj.si)

Pedagoška fakulteta, Univerza v Ljubljani

### Razširjeni povzetek

Že bežen pogled na učne načrte zadnjih 30 let razkrije spremembe pri obravnavi geometrijskih vsebin in učnih pristopov pri njihovi obravnavi. Te spremembe so posebej vidne pri dokazovanju geometrijskih trditev. V prispevku jih bomo osvetlili in osmislili z razvojem šolske geometrijske misli v zadnjih 200 letih. Tako bomo lažje razmišljali tudi o porajajočih se novostih v šolski geometriji. Z vidika dokazovanja lahko poučevanje geometrije od začetka 19. do sredine 20. stoletja razdelimo na tri obdobja (Herbst, 2002): obdobje tekstov, obdobje originalnih pedagoških dokazov in obdobje dokazovalnih nalog.

Odlična dela Franca Močnika na področju geometrije (npr. Močnik, 1911) nedvomno sodijo v obdobje originalov. Močnikov vpliv je, predvsem zaradi izjemne dodelanosti njegovih načel poučevanja geometrije, ki vključujejo tudi dokazovanje, pri nas segal globoko v 20. stoletje. Pri tem pa se je, predvsem v srednjih šolah, geometrija obravnavala vedno bolj kot zgled aksiomatskega sistema. Sredina 20. stoletja je pomenila precejšnjo prelomnico v poučevanju matematike in predvsem geometrije. Dokaj formalno geometrijsko obravnavo, ki je nemalokrat mejila na učenje dokazov »na pamet« in brez razumevanja, so nadomestili primernejši pristopi (Hanna, Jahnke, 1996; str. 884).

V našem prostoru sta bila razpoznavna predvsem dva prostopa. Prvi je algebraizacija geometrije po Bourbakijevem vzoru. Pri tem pristopu so nazorni sintetični dokazi nadomeščeni z elegantnimi, a abstraktnimi algebrskimi dokazi. Druga smer temelji na manj formalni obravnavi geometrijskih vsebin. Na predmetni stopnji osnovne šole je poudarek na nazornosti in uporabnih vidikih geometrije, dokazovanja pa tako rekoč ni. Tudi na srednješolskem nivoju strogo dokazovanje skorajda izgine, aksiomi pogosto sploh niso omenjeni, prisotne so kvečjemu manj formalne izpeljave iz trditev, ki so sprejete kot očitne. Ob vsem tem se je delež geometrije pri pouku matematike zmanjševal, predvsem na račun algebre in obdelave podatkov. Nadaljnjo večjo spremembo v pouku geometrije je prinesla vpeljava programov dinamične geometrije po letu 1990. Učenci in dijaki s temi programi zlahka načrtajo tudi zahtevne geometrijske konfiguracije, ki jih lahko nato dinamično spreminjajo z vlečenjem objektov. To omogoča eksperimentiranje: hipotetiziranje in preverjanje hipotez z eksperimenti je postalo dostopno vsakemu osnovnošolcu in srednješolcu. Preverjanje hipotez z vlečenjem je tako prepričljivo, da učenci in dijaki ne vidijo,

zakaj bi sploh bilo treba kaj dokazovati. Dinamična geometrija je tako postavila dokazovanje še bolj na rob pouka geometrije. Nekako po letu 2000, ko je v nekaterih šolskih sistemih deduktivno dokazovanje v geometriji tako rekoč izginilo, se je matematična skupnost odločila spremeniti stanje. V učnih načrtih, tudi naših, je odtelej eksplicitno omenjeno dokazovanje geometrijskih trditev. Zaradi prepričljivosti računalniških predstavitev je posebna skrb namenjena motiviranju deduktivnega dokazovanja (Jahnke, 2007). Pri delu s programi dinamične geometrije se tudi poudarjajo vidiki, ob katerih učenci razvijajo argumentativni diskurz. Bolj kot vedeti, da nekaj velja, je pomembno razumeti, zakaj velja. In prihodnost? Na šolska vrata trkajo programi za avtomatizirano dokazovanje geometrijskih trditev. Trenutno so dokazi, ki jih izdelajo ti programi, tako rekoč neberljivi in nemalokrat izvedljivi le na zmogljivejših računalnikih, a je le vprašanje časa, kdaj bomo izdelali berljive dokaze na običajnih računalnikih (Marić, Janičić, 2012). To prinaša nove izzive v pouk matematike in težko je napovedati, kako bodo ti programi vplivali na pouk geometrije. Dijaki bodo seveda morali razumeti pojem dokaza. Morda bodo manj veščji samega dokazovanja, po drugi strani pa dokazovanje s takimi programi zahteva poglobljeno razumevanje predpostavk geometrijskih trditev in nova, drugačna znanja o dokazovanju.

**Ključne besede:** geometrijski dokaz, dinamična geometrija, avtomatsko dokazovanje

### **Abstract**

We present the evolution of the role of proof in school Mathematics in the last 200 years. The proofs to be reproduced eventually evolved into pedagogically-oriented proofs, which were later joined with proof exercises. In the second half of the 20th century, the formal synthetic proofs were less and less emphasised. They were often substituted with informal proofs and, with the advent of dynamic geometry software programs, even with verification by dragging objects in constructions. In recent decades, the importance of proofs is becoming more and more recognised. However, the new automated proving software will probably give rise to new perspectives on proofs and proving in school geometry.

**Keywords:** proving in geometry, dynamic geometry, automated proving

### **Viri**

1. Hanna, G., Jahnke, H. N. (1996): Proof and proving. V: Bishop et al. (ur.): International Handbook of Mathematical Education. Kluwer: Dordrecht, str. 877–908.

2. Herbst, P. (2002): Establishing a custom of proving in American school geometry: Evolution of the twocolumn proof in the early twentieth century. *Educational Studies in Mathematics*, 49(1), 283–312.
3. Jahnke, H. N. (2007): Proof and hypotheses. *ZDM Mathematics Education*. 39. str. 79–86.
4. Marić, M., Janičić, P. (2012): Using CGLC and its Theorem Prover for Teaching Geometry. Pridobljeno 1. 9. 2016 na [http://www.dmi.uns.ac.rs/cadgme2012/files/presentations/cadgme2012\\_submission\\_31.pdf](http://www.dmi.uns.ac.rs/cadgme2012/files/presentations/cadgme2012_submission_31.pdf).
5. Močnik, F. (1911): *Geometria per istituti magistrali*. Dunaj.

# UTJECAJ POUČAVANJA NA RAZVOJ GEOMETRIJSKOG MIŠLJENJA PREMA VAN HIELE- OVOJ TEORIJI

## Impact of Teaching on the Development of Geometric Thinking Based on van Hiele's Theory

Nives Baranović

nives@ffst.hr

Filozofski fakultet u Splitu

### Prošireni sažetak

Neosporna je činjenica da je geometrija važan segment (nastave) matematike kao i to da su geometrijska znanja društveno korisna i važna. Mnoge vještine koje se razvijaju učenjem geometrije gotovo su neophodne u svakodnevnom životu i radu svakog pojedinca: u procjenjivanju i mjerenju raznih veličina, pri popločavanju, ograđivanju ili bojanju određenih površina, pri snalaženju na karti, u prostoru itd.

No, neosporna je i činjenica da učenje i poučavanje geometrije nije nimalo jednostavan posao kao što je još prije 2000 godine dao naslutiti Euklid svojom rečenicom „...nema kraljevskih putova u geometriji.“, a potvrđuje se svakodnevno u nastavnoj praksi time što je mnogi učenici ne vole učiti, a ima i nastavnika koji je ne vole poučavati.

Brojna znanstvena istraživanja o učenju i poučavanju geometrije, baveći se navedenom problematikom, otkrivaju zašto učenici nailaze na teškoće pri učenju geometrije, a teorije koje su se na temelju tih istraživanja razvile daju smjernice koje mogu pomoći pri savladavanju tih teškoća.

Prema jednoj od tih teorija, van Hiele-ovoj teoriji, geometrijsko mišljenje se razvija kroz pet razina, postupno od prve do pete razine, bez preskakanja, a sam razvoj ne ovisi o starosnoj dobi i ne događa se samo po sebi već kao rezultat odgovarajućeg procesa poučavanja. Prema tom modelu, do kraja srednjoškolskog obrazovanja trebale bi se savladati barem prve tri razine.

Nadalje, različite razine podrazumijevaju i različite načine izražavanja te ako nastavnik koristi rječnik više razine koju učenici nisu dosegli, oni se ne mogu razumjeti, niti poučavanje može biti uspješno. Stoga je važno prije svakog ciklusa poučavanja znati stupanj razvoja svojih učenika kako bi se mogao planirati proces daljnjeg poučavanja.

Jedno istraživanje provedeno sa studentima učiteljskog studija, u dobi od 21 do 23 godine, prije početka učenja (euklidske) geometrije pokazalo je da sustav

obrazovanja, koji su ti studenti do tada prošli, ipak nije osigurao savladavanje prvih triju razina. Za daljnji proces poučavanja to je značilo da se planirani sadržaji ne mogu poučavati na predviđenoj (četvrtoj) razini već je proces poučavanja potrebno prilagoditi njihovoj razini geometrijskog mišljenja i geometrijskih predznanja.

Daljnijim eksperimentalnim istraživanjem potvrdilo se da je napredovanje tih studenata u razvoju geometrijskog mišljenja i usvajanju novih geometrijskih znanja moguće odabirom odgovarajuće strategije poučavanja, a da inzistiranje na aksiomatskom strogom pristupu ne dovodi do značajnih rezultata.

Iznoseći glavne ideje i karakteristike van Hiele-ove teorije s primjenom na učenje i poučavanje geometrije, ovim radom se želi senzibilizirati nastavnike matematike kako oni, odabirom odgovarajuće strategije poučavanja, mogu osigurati učenicima da na sustavan način razvijaju geometrijsko mišljenje te uspješno napreduju u geometrijskim znanjima.

Da ne bi bilo zabune, predstavljena teorija ne pruža magični štapić koji bi promijenio istinitost Euklidove tvrdnje, ali ohrabruje, rasvjetljava i olakšava učenje i poučavanje geometrije, posebno u osnovnoškolskoj i srednjoškolskoj nastavi geometrije.

**Ključne riječi:** geometrija, razvoj geometrijskog mišljenja, strategija poučavanja, van Hiele-ova teorija

### **Abstract**

It is indisputable that geometry represents a crucial element of Mathematics, and that knowledge of geometry has real-life value and importance. However, it is also indisputable that the learning and teaching of geometry is not an easy task, as Euclid so famously predicted 20 centuries ago: "There's no royal path to geometry".

This paper presents the main ideas and features of the van Hiele theory as applied to the learning of geometry, emphasising the importance of an appropriate teaching strategy in order to overcome difficulties in learning geometry and to achieve advancements in the development of geometric thinking and in the acquisition of the knowledge of geometric concepts.

**Keywords:** geometry, development of geometric thinking, teaching strategies, van Hiele's theory

### **References**

1. Burger, W. F., and Shaughnessy, J. M., (1986): Characterizing the van Hiele Levels of Development in Geometry. Journal for Research in

- Mathematics Education, Vol. 17, No. 1, 31–48. National Council of Teachers of Mathematics. Dostupno na: <http://www.jstor.org/stable/749317> (5. 10. 2010)
2. Colignatus, Th. (2014): Pierre Van Hiele and David Tall: Getting the facts right. Paper presented at ARXIV, USA, Cornell University Library. Dostupno na: <http://thomascool.eu/Papers/Math/2014-07-27-VanHieleTallGettingTheFactsRight.pdf> (15. 9. 2015).
  3. Crowley, M. L. (1987): The van Hiele model of development of geometric thought. In Learning and teaching geometry, K-12, 1–16, Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics. Edited by Mary Montgomery Lindquist, 1-16, Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
  4. Fuys, D., Geddes, D., Tischler, R. (1988): The van Hiele model of thinking in geometry among adolescents. Monograph No. 3 of the Journal for Research in Mathematics Education. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
  5. Teppo, A. (1991): Van Hiele levels of geometric thought revisited. The Mathematics Teacher, Vol. 84, No. 3 (MARCH 1991), 210–221. National Council of Teachers of Mathematics. Dostupno na: <http://www.jstor.org/stable/27967094> (3. 9. 2013).
  6. Usiskin, Z. (1982): Van Hiele Levels and Achievement in Secondary School Geometry (Final Report of the Cognitive Development and Achievement in Secondary School Geometry Project). Chicago, Illinois: University of Chicago.
  7. Van Hiele, P. M. (1999): Developing geometric thinking through activities that begin with play. Teaching children mathematic, 5(6), 310–316.

# TRAPEZ – EN, VSAJ EN ALI NATANKO EN PAR?

## Trapezium: One, at Least One or Exactly One Pair?

Dr. Helena Bezgovšek Vodušek  
[helena.bezgovsek@gmail.com](mailto:helena.bezgovsek@gmail.com)

### Razširjeni povzetek

Je kvadrat pravokotnik, ta paralelogram, ta trapez ali ne? Za odnos pravokotnik – kvadrat je v Sloveniji (relativno) dobro uveljavljen in tudi znotraj (ne)formalnih definicij eksplicitno izražen inkluziven odnos. Torej, kvadrat je le posebej lep pravokotnik, kar se na začetku šolanja, izhajajoč iz nesposobnosti dojemanja razredne inkluzije, ne izpostavlja. Kvadrat in pravokotnik se implicitno uči kot pripadnika disjunktih množic. Nekatere naloge v gradivih celo spodbujajo (napačno) ekskluzivno konceptualizacijo. Odnos kvadrat – pravokotnik je bil že večkrat izpostavljen in tudi obravnavan. Tokrat želimo izpostaviti problem inkluzivne in ekskluzivne definicije trapeza v odnosu do paralelograma ter povezanih posledic. (Ne)formalne opredelitve trapeza v gradivih niso tako skladne, včasih so nejasne. Najdemo opredelitve, ki:

- paralelograme vključujejo med trapeze (inkluzivne definicije),
- paralelograme izključujejo iz množice trapezov (ekskluzivne definicije),
- nejasne – ne omogočajo sklepati o (ne)vključenosti.

Nedvoumno izključuje paralelograme definicija: »Trapez je štirikotnik z natanko enim parom vzporednih stranic.« Tudi definicija »Trapez je štirikotnik, v katerem sta dve stranici vzporedni. Vzporedni stranici imenujemo osnovnici, nevzporedni pa kraka.« (Bronštejn idr., 1997, str. 112) implicitno izključuje paralelograme, navajajoč obstoj nevzporednih stranic. Opredelitev trapeza, vključujoča paralelograme, je: »Štirikotnik z vsaj enim parom vzporednih stranic je trapez. Trapez z dvema paroma vzporednih stranic je paralelogram.« (Tratar idr., 2014, str. 472) Nejasna je na primer definicija »Trapez je štirikotnik, ki ima en par vzporednih stranic.« (Berk, Draksler, Robič, 2014, str. 141) Definicija, nabor potrebnih in zadostnih pogojev, je eden od načinov predstavitve koncepta. Z njo formalno določimo mejo koncepta. Včasih se izkaže, da definicija koncepta ne sovпада popolnoma s prvotno idejo koncepta. Včasih se skozi stoletja, zaradi različnih potreb, ideja in/ali definicija izbranega koncepta spremenita. Zavedati se je treba, da so definicije dogovor, veljaven v neki (širši) skupnosti v nekem času. Za trapez se zdi, da pri nas tega dogovora ni. Pri torej prostem, a z vidika iz njega izhajajočih posledic dobro premišljenem izboru definicije moramo imeti v mislih tudi različne stopnje pomena besed (Welby, v Peirce, 2004) in dejstvo, da je trapez koncept s podobo (Fischbein, 1993). Če zelo poenostavimo teorijo Welby (v Peirce, 2004): vsaka beseda posreduje, kar povemo, na kar (skoraj) zavedno pomislimo, in tudi tisto, na kar sploh nikdar nismo pomislili. Če smo mi (skoraj) zavedno pomislili, da so/niso paralelogrami pripadniki trapezov, ni nujno, da to velja tudi za naše »sogovornike«. Morda so se predhodno srečali



le z našemu izboru nasprotno definicijo. Čeprav jasno izpostavimo obravnavo samo trapezov, ki niso paralelogrami, se to morda izgubi, postane del nezavedne stopnje pomena. Pri reševanju geometrijskih nalog ima prioriteto vloga vizualna komponenta (podoba) in je konceptualna (definicija) na drugem mestu (Bezgovšek Vodusek, 2014). Zato je pri postavljanju trditev o trapezih nujno zavestno upoštevanje izbrane opredelitve, saj običajne slikovne predstavitve asocirajo ekskluzivno definicijo.

Če izberemo inkluzivno definicijo in enakokraki trapez opredelimo kot trapez s skladnima krakoma, pomeni, da med enakokrake trapeze sodijo tudi vsi paralelogrami. Manj nazorno in bolj elegantno lahko enakokraki trapez opredelimo kot osno simetričen trapez in posledično paralelogrami ne sodijo med enakokrake trapeze. In zakaj sploh govoriti o tem, ali paralelogrami so (enakokraki) trapezi ali ne? Zato ker mnoge izmed v gradivih izpostavljenih lastnosti enakokrakih trapezov ne veljajo za paralelograme. Recimo: V enakokrakem trapezu sta kota ob isti osnovnici skladna.

Ker je matematika eksaktna veda, je treba tudi na manj formalnih stopnjah poučevanja ustrezno pozornost nameniti vlogi opredelitev pojmov in zavestno spodbujati nujno povezanost med opredelitvijo (definicijo) in vizualno predstavitvijo. Ne le ob vpeljavi novih pojmov, ampak tudi pri spoznavanju njihovih lastnosti, reševanju nalog itd.

**Ključne besede:** trapez, inkluzivna/ekskluzivna definicija, lastnosti trapeza

### **Abstract**

Is a square a rectangle, is a rectangle a parallelogram, and is a parallelogram a trapezium? In Slovenia, the (non)formal definitions (relatively) clearly state that a square is a rectangle. The relation between a trapezium and a parallelogram, on the other hand, is not so clear. The materials contain definitions of trapeziums which include parallelograms, some which exclude parallelograms, and even definitions that are not clear enough to allow any such conclusions. Their examples are presented. We explain why it is necessary to carefully decide on one of them. We point out the consequences of such definitions for the isosceles trapezium, or more specifically, for some its properties.

**Keywords:** trapezium, inclusive/exclusive definition, properties of trapezium

### **Viri**

1. Berk, J. Draksler, J. Robič, M. (2014): Skrivnosti števil in oblik 7, e-učbenik za matematiko za 7. razred osnovne šole, Rokus Klett, Ljubljana. [www.irokus.si](http://www.irokus.si) (7. 9. 2016).

2. Bezgovšek Vodušek, H. (2014): Dopolnitev teorije matematičnega znanja za poučevanje s koncepti s podobo, Doktorska disertacija, Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Maribor.
3. Bronštejn, I. N., Semendjajev, K. A., Musiol, G., Mühlig, H. (1997): Matematični priročnik, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.
4. Fischbein, E. (1993): The theory of figural concepts, Educational Studies in Mathematics, letnik 24, št. 3, str. 139–162.
5. Peirce, C. S. (2004): Izbrani spisi o teoriji znaka in pomena ter pragmaticizmu, Krtina, Ljubljana.
6. Tratar J., Mahnič, B., Lešnik, V., Štahr, A., Pev, M., Miklavčič Jenič, A. idr. (2014): Matematika 7, i-učbenik za matematiko v 7. razredu osnovne šole, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.  
<https://eucbeniki.sio.si/matematika7/index.html> (7. 9. 2016).

# GEOMETRIJA IN KOMBINIRANO IZOBRAŽEVANJE

## Geometry and Blended Learning

Nika Tajnikar, dr. Darja Antolin Drešar

[nika.tajnikar@gmail.com](mailto:nika.tajnikar@gmail.com), [darja.antolin@um.si](mailto:darja.antolin@um.si)

Fakulteta za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru

### Razširjeni povzetek

Tehnološki dosežki na področju komunikacije, informacije in računalništva danes ne spreminjajo le življenja slehernega posameznika in družbe kot entitete, pač pa vedno močnejše posegajo tudi v vzgojno-izobraževalni sistem. Napredovanje izobraževalne tehnologije lahko opazimo v moderniziranih učilnicah z računalniki, diaprojektorji, interaktivnimi tablicami idr., prav tako pa tudi učenci pri svojem učenju in vsakdanjih dogodivščinah uporabljajo novodobno tehnologijo v obliki pametnih tablic in telefonov ter drugih tehnoloških izdelkov. Vdor tehnologije v izobraževanje prinaša s sabo tudi spremembe v obliki in načinu poučevanja ter uporabi sodobnejših pedagoških sredstev. Na temo uporabe IKT v vzgojno-izobraževalnih procesih je bilo izvedenih mnogo raziskav.

Mednarodna raziskava SITES 2006 je izpostavila, da so slovenske šole sicer relativno dobro opremljene tako s strojno kot s programsko opremo, a da so učitelji bistveno bolj kompetentni na področju splošne uporabe IKT kot na področju uporabe IKT v pedagoške namene (Brečko in Rožman, 2006). Novejša mednarodna raziskava ICILS 2013 pa je pokazala, da so slovenski osmošolci relativno dobri (imamo npr. samo 8 % učencev, ki ne dosegajo niti prve zahtevnostne ravni), medtem ko je mednarodno povprečje 17 % (Mednarodna raziskava računalniške in informacijske pismenosti ICILS 2013 – Izročki za novinarje, 2014). Množično odločanje za elektronsko izobraževanje in uporaba elektronskih gradiv, katerih medij so računalnik ali pametne tablice, nadomeščajo klasična tiskana gradiva in tradicionalno poučevanje. In prav zaradi teh sprememb smo se odločili preveriti, katere so prednosti sodobnejšega načina izobraževanja in ali je pouk z elektronskimi gradivi res kakovostnejši. V ta namen smo izvedli pedagoški eksperiment v programu splošne gimnazije, s pomočjo katerega smo primerjali učne dosežke dijakov pri tradicionalnem poučevanju s tiskanimi učbeniki in poučevanju z elektronskimi gradivi, natančneje z i-učbenikom Vega 2 za matematiko. Sodelovalo je 21 dijakov 2. letnika kot eksperimentalna skupina in 21 dijakov 2. letnika kot kontrolna skupina. Učna vsebina, ki smo jo poučevali v času raziskave, je bila sestavljena iz treh povezanih tem poglavja Evklidska geometrija. Za izpeljavo pedagoškega eksperimenta smo potrebovali pametno tablico za vsakega izmed dijakov, internetno povezavo, računalnik in projektor. Pouk v eksperimentalni skupini je potekal po načelih kombiniranega e-izobraževanja, pri čemer so se tradicionalne

oblike in metode (npr. načrtovanje z geometrijskim orodjem) prepletale z e-učenjem in smiselno uporabo i-učbenika. Pedagoški eksperiment je sestavljalo začetno in končno preverjanje znanja ter 5 šolskih ur pouka. Kot osnovno omejitev raziskave izpostavljamo, da je eksperimentalno skupino poučevala ena izmed avtoric, kontrolno skupino pa je poučevala njihova učiteljica. Ugotovili smo, da je po zaključenem eksperimentu eksperimentalna skupina presegla kontrolno skupino v končnem preizkusu znanja za približno petino točk. Pri tem so bile razlike v znanju tudi statistično značilne, čeprav sta bili kontrolna in eksperimentalna skupina na začetnem preizkusu znanja glede na splošne matematične sposobnosti dijakov primerljivi. Dodatno smo preučevali vpliv učenja z uporabo i-učbenika tudi glede na tip matematičnega znanja, pri čemer smo naloge finalnega preizkusa razdelili na naloge, ki so pretežno preverjale proceduralno, konceptualno ali problemsko znanje. Do statistično značilnih razlik v korist eksperimentalne skupine je prišlo pri nalogah, ki so preverjale problemsko znanje. Pri skupinah nalog, ki so preverjale pretežno konceptualni oz. proceduralni tip matematičnega znanja, pa je bila eksperimentalna skupina sicer boljša, a razlike niso bile statistično značilne. Dodatno smo ugotovili, da je potrebna podrobna priprava učitelja predvsem pri poučevanju z uporabo interaktivnih elementov; da so dijaki lahko s pomočjo i-učbenika Vega 2 nekatere učne enote predelali popolnoma samostojno; da i-učbenik Vega 2 ponuja več zgledov, nalog ipd., kot jih je možno predelati; da imajo dijaki težave s pojmom polravnina in z indeksi ter da so interaktivni konceptualni apleti posebej učinkoviti. Ugotovili pa smo tudi, da i-učbeniki kljub svoji učinkovitosti in visoki stopnji dinamičnosti in interaktivnosti še vedno potrebujejo nekaj izboljšav (npr. za slabovidne).

**Ključne besede:** kombinirano izobraževanje, i-učbenik, poučevanje geometrije

### **Abstract**

Today, technological developments in the field of communication, information and computing are not only changing the lives of every individual and of society as a whole, but are strongly influencing the education system. On the topic of the implementation of ICT into the educational process, we have carried out a pedagogical experiment in the programme of a general secondary school, through which we compared the learning achievements of students in the traditional teaching process using printed books and in one using electronic teaching materials. After the experiment was concluded, it was established that the i-textbooks really did help to achieve better student learning outcomes.

**Keywords:** blended learning, i-textbook, teaching geometry

## Viri

1. Brečko, B. N., Rožman, M. (2006): Nacionalno poročilo SITES 2006. Ljubljana: Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport.
2. Mednarodna raziskava računalniške in informacijske pismenosti ICILS 2013 – Izročki za novinarje. (2014): Ljubljana: Pedagoški inštitut. Pridobljeno 2. 11. 2015 s [http://www.pei.si/UserFilesUpload/ICILS\\_izrocki%20ZA%20novinarje.pdf](http://www.pei.si/UserFilesUpload/ICILS_izrocki%20ZA%20novinarje.pdf).
3. Tajnikar, N. (2015): Evalvacija matematičnega i-učbenika za gimnazije. Magistrsko delo, Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko.

# RAZVOJ GEOMETRIJSKIH PREDSTAV Z IGRO

## BLOKUS

### Development of Geometric Thinking through Blokus

Maša Hojs

[masa.hojs@gmail.com](mailto:masa.hojs@gmail.com)

OŠ Lenart – enota vrtec

#### Razširjeni povzetek

Prostorsko predstavljivost lahko razvijamo že v predšolskem obdobju. Težimo k temu, da otroku omogočimo, da čim pogosteje in čim bolj raznoliko posega na področje geometrije. Otrokovo znanje namreč ni pogojeno s starostjo, kot je trdil Piaget, temveč s številom in raznolikostjo izkušenj (Van de Walle, 2001). Najprimernejši način zgodnjega poučevanja, ne le matematike, temveč vseh področij, je igranje z otrokom. Učinkovitost igre se namreč kaže v tem, da z lahkoto dosežemo visoko pozornost ter motivacijo otroka, zato je znanje, pridobljeno z igro, trajnejše. Kolikor je mogoče, pri vključevanju v otrokovo igro prevzamemo vlogo otroku enakopravnega igralca (Kroflič idr., 2001). V prispevku posebej izpostavljamo geometrijsko igro Blokus, s katero lahko že najmlajšim približamo področje geometrije. Blokus je privlačna kakovostna strateška družabna igra, ki jo lahko igramo proti enemu ali trem nasprotnikom (Blokus, b. d.). Cilj igre je, da na igralno ploščo postavimo čim več svojih 21 kosov, ki jih imamo na voljo. Posamezni kosi so različni večkotniki, sestavljeni iz 1 do 5 kvadratov. Vsak nov košček mora igralec na igralno podlago položiti tako, da se dotika vsaj ene že položene ploščice enake barve, vendar se je lahko dotika le v ogliščih. V vsaki potezi položi vsak igralec le eno ploščico. Igra se konča, ko nihče več ne more položiti ploščice; zmagovalec je igralec, ki ima ob koncu igre pred seboj manj kvadratkov.

V pripevku predstavljamo tudi vpeljavo igre Blokus v vrtec in evalvacijo njene izvedbe s predšolskimi otroki. Praktična izvedba vpeljave igre Blokus v vrtec je potekala štiri tedne, trikrat tedensko. Vključene so bile tri skupine otrok, starih od 3 do 6 let. Sodelovalo je 54 otrok, od tega 31 deklic in 23 dečkov. Blokus smo se odločili vpeljati po korakih, saj smo s tem želeli ugotoviti, ali dobimo boljše končne rezultate. Igro smo vpeljali v štirih tednih, ki smo jih poimenovali: teden uvajanja, teden pravil, teden usvojenih pravil in teden samostojne igre. Vsi sodelujoči so po štirih tednih igrali Blokus po pravilih, nekateri spretneje kot drugi, ampak samostojno. Mlajši otroci so pravila razumeli prav tako dobro kot starejši. Razlikovali so se le v izvajanju oz. samem poteku igre. Mlajši otroci so svoje koščke polagali na površino povsem naključno in nato hitro obupali, saj niso več videli možnosti, ki so jim še ostale. Starejši otroci so v zadnjem tednu samostojne igre že razvili določene strategije in igrali v skladu z njimi. Prek Blokusa uresničujemo več matematični ciljev, ki jih predpisuje nacionalni

dokument Kurikulum za vrtce (2012). Otroci se igrajo z dvodimenzionalnimi predmeti različnih barv in geometrijskih oblik ter ob tem spoznavajo simetrijo in geometrijske like. Ob pravih igrig spoznavajo prostor oz. podlago in njene meje. Ob različnih poizkušanjih polaganja posameznih kosov v določene dele na podlagi spoznavajo le-te. Ob igranju igre Blokus uporabljamo izraze za opisovanje položaja predmetov (na, v, pred, pod, za, spredaj, zadaj, zgoraj, spodaj, levo, desno), otroci pa se učijo orientacije. Med izvedbo smo najbolj uresničevali cilj, da otrok išče, zaznava in uporablja različne možnosti rešitve problema, kajti teh je mnogo. Otroci prek igre pokažejo svoje znanje, ki so ga pridobili. S tega vidika je igra za strokovne delavce koristen pokazatelj, ki nam nudi povratno informacijo o učinkovitosti našega poučevanja (Prairie, 2005). Torej imamo vpogled v realno otrokovo znanje in mišljenje, le znati moramo opazovati v pravem trenutku igre.

**Ključne besede:** matematika v vrtcu, prostorske predstave, strateške igre

### **Abstract**

At the preschool level, we try to provide children with frequent and diversified experiences in the field of geometry. The paper highlights the Blokus geometry game, through which geometry can be introduced even to preschool children. Blokus is an attractive, strategic board game that can be played against one or up to three opponents. The gradual implementation of the Blokus game in kindergarten and its evaluation is presented. The implementation of the game was carried out for four weeks as follows: the introduction week, the week of rules, the week of rules learned, and the week of independent play. Three groups of children (N=54) aged 3 to 6 were included. After four weeks, all of the participating children were able to play Blokus according to the rules; some of them more skillfully than others, however, all of them independently.

**Keywords:** kindergarten Mathematics, spatial sense, strategic games

### **Viri**

1. Blokus (b. d.). Pridobljeno: 2. 9. 2014 iz <http://en.wikipedia.org/wiki/Blokus>.
2. Kroflič, R., Marjanovič Umek, L., Videmšek, M., Kovač, M., Krajnc, S., Saksida, I. idr. (2001): Otrok v vrtcu. Priročnik h kurikulumu za vrtce. Maribor: Založba Obzorja.
3. Kurikulum za vrtce (2012). Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
4. Prairie, A. P. (2005): Inquiry into Math; Science, and Technology for Teaching Young Children. United States: Thomson Delmar Learning.
5. Van de Walle, John A. (2001): Geometric Thinking and Geometric Concepts. Elementary and Middle School Mathematics: Teaching Developmentally. Boston: Allyn and Bacon.

# GEOMETRIJA PRI NACIONALNIH PREVERJANJIH ZNANJA

## Geometry in the National Assessment of Knowledge Examination

**Boštjan Repovž, Aleš Kotnik**

bostjan.repovz@guest.arnes.si, ales.kotnik1@guest.arnes.si

OŠ Krmelj, OŠ Rada Robiča Limbuš

### **Razširjeni povzetek**

V strukturi nacionalnega preverjanja znanja (NPZ) je vsebini Geometrija in merjenje namenjeno 25 % točk v 6. razredu in 35 % točk v 9. razredu. V vsebino Geometrija in merjenje so vključene vsebine iz ravninske in prostorske geometrije ter vsebine iz merjenja. V prispevku se bomo omejili na reševanje nalog iz ravninske in prostorske geometrije.

Z rezultati, ki so predstavljeni v nadaljevanju, želimo učitelje spodbuditi h kakovostni analizi rezultatov na posamezni šoli ter na vertikalno nadgrajevanje in povezovanje geometrijskih vsebin. V zadnjih treh letih (2014, 2015, 2016) so pri NPZ učenci v 6. razredu v povprečju dosegli 55,7 % pri vsebinah iz ravninske in prostorske geometrije. Najbolje so se odrezali pri nalogi, ki je preverjala uporabo različnih strategij pri reševanju problemov, povezanih z obsegom in ploščino (83 %), in nalogi, kjer so izkazali poznavanje in uporabo matematične simbolike za vzporednost (82 %). Nalogi sta preverjali znanje na drugi oziroma prvi taksonomski ravni po Gagnejevi taksonomiji. Najslabše so reševali naloge, ki so preverjale poznavanje pojma kot (15 %) oziroma izračun obsega sestavljenega lika iz več pravokotnikov (21 % in 13 %), to je znanje na prvi (poznavanje in razumevanje) oziroma četrti taksonomski ravni (reševanje problemov).

Vzrok za nizek odstotek uspešnosti reševanja naloge o pojmu kot je lahko posledica tega, da se ta pojem vpelje v 6. razredu (v 5. razredu učenci le opazujejo in primerjajo kote v večkotniku in kote, ki jih oklepata sekajoči se premici), zaradi česar sta predstavljivost in razumevanje le-tega še v razvoju. Treba je poudariti, da so prvi koraki v tej smeri izjemno pomembni (razumevanje in predstave, ki si jih ustvarijo). Ravno preskok iz konkretnega (npr. slika kota, model kota) v splošno dojetje pojma kot (risanje kota, označevanje kota, merjenje velikosti kota, uporaba ustrezne enote in merila) je ključnega pomena. Pojma obseg in ploščina lika učenci usvojijo v 5. razredu, zato bi od učencev 6. razreda utemeljeno pričakovali višji odstotek uspešnosti kljub preverjanju znanja na četrti taksonomski ravni. Nizek odstotek uspešnosti reševanja je upravičeno zaskrbljujoč in naj bo hkrati izziv za razmislek, kako to izboljšati. Učenci 9.



razreda so v zadnjih treh letih pri NPZ v povprečju pri vsebinah iz ravninske in prostorske geometrije dosegli 49,6 %. Najbolje so reševali naloge, pri katerih so izkazali poznavanje in uporabo pojmov in postopkov s pojmi ravninske oz. prostorske geometrije ter uporabljali formule ravninske oz. prostorske geometrije pri reševanju problemov (93 % in 92 %), s čimer se je preverjalo znanje na prvi taksonomski ravni. Najslabše so reševali nalogo, ki je preverjala znanje na četrti taksonomski ravni, in sicer v kolikšni meri učenci razumejo in uporabljajo dolžino krožnega loka kot del krožnice ter ploščino krožnega izseka kot del ploščine kroga (19 %), ki se je dala rešiti samo z logičnim sklepanjem (premo sorazmerje). Druga naloga, pri kateri so učenci dosegli slab rezultat (19 %), je preverjala znanje na prvi taksonomski stopnji. Učenci so morali pokazati poznavanje osnovnih pojmov pri piramidi, je pa bila za rešitev te naloge potrebna dobra predstavljivost v prostoru. Dotaknili se bomo tudi poizvedb pri nalogah iz geometrije in navedli nekaj primerov utemeljitev, ki jih dajo učitelji za ponovno vrednotenje. Samo vrednotenje kontrolnih preizkusov pri teh nalogah pa pokaže (ne)usklajenost učiteljev, s čimer se nakazuje, da učenci dobivajo različne informacije o (ne)pravilnosti svojih odgovorov in sklepanj.

**Ključne besede:** nacionalno preverjanje znanja, matematika, geometrija

### **Abstract**

This paper focuses on the National Assessment of Knowledge Examination in Mathematics, which was taken by 6th and 9th grade students. We take a closer look at the geometry tasks which were solved in the last three years (2014, 2015, and 2016). The best- and the worst-solved tasks were highlighted. It has been established that students perform worse on tasks which check their knowledge and understanding, and on problem-based tasks. They are better at tasks which check the use of simple procedures. We also present the teachers' inquiries in the case of highlighted tasks and the evaluation of control tests.

**Keywords:** National Assessment of Knowledge Examination, Mathematics, geometry

### **Viri**

1. Letno poročilo o izvedbi NPZ v šolskem letu 2013/2014 (2010). Ljubljana: Državni izpitni center.
2. Letno poročilo o izvedbi NPZ v šolskem letu 2014/2015 (2010). Ljubljana: Državni izpitni center.
3. Žakelj, A. et al. (2011): Učni načrt. Program osnovna šola. Matematika. Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.

# GEOMETRIJA NA POKLICNI MATURI IZ MATEMATIKE

## Geometry at Vocational Matura in Mathematics

Mag. Mojca Suban

[mojca.suban@zrss.si](mailto:mojca.suban@zrss.si)

Zavod Republike Slovenije za šolstvo

### Razširjeni povzetek

V prispevku sta predstavljeni analiza nalog iz geometrijskih vsebin in uspešnost kandidatov na poklicni maturi iz matematike v obdobju od 2006 do 2016. V analizi so bili uporabljeni podatki za spomladanske izpitne roke v omenjenih letih, saj na Državnem izpitnem centru (RIC) ne zbirajo podatkov o uspešnosti kandidatov pri posamezni nalogi za jesenski in zimski rok poklicne mature. Analiza obsega pregled in opis nalog iz geometrijskih vsebin za posamezne izpitne pole, indekse težavnosti (IT) za te naloge in indekse težavnosti za celotne izpitne pole.

Delež točk, ki je vezan na geometrijske vsebine, za razliko od nacionalnega preverjanja znanja (NPZ) na poklicni maturi ni predpisan, vendar se geometrijske naloge redno pojavljajo v izpitnih polah. V obdobju od 2006 do 2016 so bile na spomladanskem roku poklicne mature med obveznimi nalogami prvega dela od ene do največ tri naloge iz geometrijskih vsebin. Leta 2010, ko so bile med nalogami prvega dela kar tri naloge iz geometrijskih vsebin, je treba omeniti, da je ena od njih povezovala znanje iz geometrijskih vsebin z znanjem iz zaporedij.

V drugem delu, kjer kandidat izbira dve nalogi od treh, je bila v vseh primerih vključena naloga iz geometrije, v dveh primerih sta bili celo dve nalogi. V obeh teh primerih se je v nalogah znanje iz geometrije povezovalo z znanjem iz drugih matematičnih vsebin.

Pri pregledu uspešnosti kandidatov je bilo izhodišče primerjava indeksov težavnosti za posamezno nalogo z indeksom težavnosti za celotno izpitno polo. Pri nalogah prvega dela so kandidati pri sedmih nalogah dosegli višji IT kot pri celotni poli in pri enajstih nalogah nižji IT kot pri celotni poli. V drugem delu so kandidati pri vseh enajstih nalogah dosegli nižji IT kot pri celotni poli. Zadnja ugotovitev je še posebej zaskrbljujoča, saj so si kandidati v drugem delu geometrijske naloge izbrali sami. Žal podatkov o tem, koliko kandidatov si izbere posamezno nalogo v drugem delu, ni.

Treba je omeniti, da se podatki o uspešnosti kandidatov po posamezni nalogi zbirajo le na manjšem vzorcu in ne za celotno populacijo, ki opravlja poklicno maturo. Za obravnavana leta je bilo v vzorcu med 254 in 363 izpitnih pol, kar je

okrog 6,4 % vseh izpitnih pol na spomladanskem roku. Prav tako ni podatkov o uspešnosti kandidatov po posameznih nalogah za jesenske in zimske roke, kjer so rezultati tradicionalno nižji zaradi manjše populacije in njene specifičnosti. V večini primerov gre za kandidate, ki opravljajo popravne izpite, ponavljajo maturo ali imajo status odraslega.

Analiza vzorca rešenih izpitnih nalog kaže, da v povprečju kandidati naloge iz geometrijskih vsebin rešujejo slabše kot preostale naloge. Razloge bi lahko iskali med neutrujenim znanjem, nerazumevanju pojmov, nepriljubljenostjo vsebin med nekaterimi kandidati, slabo prostorsko predstavo. Najslabše so rešili naloge iz prostorske geometrije (pokončna 4-strana prizma, pravilna 4-strana prizma, stožec, valj, 3-strana prizma) in nekatere manj značilne naloge iz ravninske geometrije. Najslabše so rešili nalogo, pri kateri je bila podana mreža škatle v obliki pravilne 6-strane prizme s podano dolžino osnovnega roba, višino prizme in prostornino bonbonov, izračunati pa je bilo treba ploščino osnovne ploskve, površino prizme in delež prostornine bonbonov. IT je bil 0,17.

#### Sklep

Naloge z geometrijsko vsebino so na poklicni maturi iz matematike stalnica, vendar jih kandidati v povprečju rešujejo slabše kot preostale naloge. Razlogi so večplastni in so povezani tako z raznolikostjo kandidatov na poklicni maturi kot s pristopi k obravnavi, številom ur, ki na ravni katalogov znanj za matematiko niso opredeljene, razumevanjem in priljubljenostjo geometrije. Zanimivo bi bilo ugotovitve povezati s stanjem pri splošni maturi in pri NPZ. Za bolj poglobljeno analizo bi bilo treba razširiti nabor statističnih podatkov, ki jih na RIC-u zbirajo za potrebe statistične obdelave poklicne mature.

**Ključne besede:** poklicna matura, matematika, geometrija

#### Abstract

The paper presents an analysis of geometry items and achievements of candidates on the Vocational Matura examination in the period from 2006 to 2016. Only data from the spring examination period are available for these years, since the National Examination Centre does not collect all the data for the autumn and winter examination period. The analysis encompasses the overview and description of all geometry items, the item difficulty index, and the examination paper difficulty index. Results of the item analysis show that geometry items generally have a lower success rate than the entire examination paper. The reasons for that are multifaceted and have to do with the diversity of candidates, the approaches to geometry, the number of geometry lessons, the understanding of geometry, and the popularity of geometry.

**Keywords:** Vocational Matura, Mathematics, geometry

**Viri**

1. Dolinar, G. et al. (2014): Predmetni izpitni katalog za matematiko na poklicni maturi. Pridobljeno 10. 9. 2016 na <http://www.ric.si/mma/P-MAT-2014%20ISSN/2012092610051575/> .
2. Državni izpitni center, Poklicna matura – spomladanski izpitni rok 2006–2016 – statistični indeksi po nalogah, 16. 9. 2016
3. Rojko, C. et al. (2007): SSI. Katalog znanja. Matematika. Ljubljana pridobljeno 10. 9. 2016 na [http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2009/programi/drugi\\_del/Ssi/KZ-IK/KZ\\_MAT\\_SSI\\_383\\_408.pdf](http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2009/programi/drugi_del/Ssi/KZ-IK/KZ_MAT_SSI_383_408.pdf).

# TRIKOTNIK – PRILOŽNOST ZA POVEZOVANJE ZNANJ

## Triangle – an Opportunity for Connecting Knowledge

Irena Rauter Repija

[irena.rauter-repija@gfml.si](mailto:irena.rauter-repija@gfml.si)

Gimnazija Franca Miklošiča Ljutomer

### Razširjeni povzetek

V prispevku je predstavljen eden izmed pristopov k obravnavanju ploščine trikotnika v pravokotnem koordinatnem sistemu. Večina učiteljev matematike v srednji šoli obravnava to snov tako, kot je zapisana v klasičnih učbenikih. V koordinatnem sistemu narišemo trikotnik, skico dopolnimo s trapezi, na začetku ali pa med samo izpeljavo vpeljemo še pojem orientacija trikotnika ter izpeljemo obrazec. Pri tem prevladuje frontalni način poučevanja, aktivnost dijakov pa je večino časa usmerjena v prepisovanje snovi s table in reševanje nalog v zvezek. Med splošnimi cilji, ki so navedeni v posodobljenem učnem načrtu matematike za gimnazijo, zasledimo, »naj se dijaki učijo povezati znanje znotraj matematike in tudi širše, naj se učijo spoznavati in uporabljati različne informacijske in komunikacijske tehnologije in presojeti, kdaj jih je smiselno uporabiti« (UN-GIM – 2008, str. 7).

V kolikšni meri sledimo tem ciljem? Danes nam sodobna tehnologija omogoča, da se dijaki aktivneje vključujejo v pouk. Z uporabo tablic, e-učbenikov in pripravljenih aktivnih slik lahko del obravnavane snovi predelajo in raziščejo samostojno. Z uporabo sodobne tehnologije se odpirajo tudi nove možnosti za povezovanje različnih vsebin znotraj matematike. Prav slednjemu včasih namenjamo premalo pozornosti. Ure, ki so opisane v prispevku, sem izvedla v 1. letniku gimnazije. Z uporabo tehnologije smo novo snov, ploščino trikotnika v pravokotnem koordinatnem sistemu, združili z znanjem dijakov o ploščini v evklidski ravnini in na koncu s ploščino osmislili še pojem linearne funkcije. Osnovno idejo za takšen pristop sem našla v e-učbeniku Vega 1, v poglavju Ploščina trikotnika, v katerem se pri ponovitvi nahaja slika, na kateri je v koordinatnem sistemu narisanih nekaj geometrijskih likov. Njihovo ploščino lahko izračunamo brez poznavanja obrazca za ploščino trikotnika, ki je vezan na koordinate oglišč. Dejansko so se dijaki ploščino teh likov naučili izračunati že v osnovni šoli, ko o pravokotnem koordinatnem sistemu niso znali še ničesar. Na tem mestu se ponuja idealna priložnost, da gremo korak nazaj, v evklidsko ravnino, in povežemo usvojeno znanje o ploščinah s ploščino v koordinatnem sistemu. V nadaljevanju je na kratko opisan potek učnih ur. Za uvod so dijaki najprej izračunali ploščine preprostih likov. Sliko iz e-učbenika sem nadgradila v aktivno sliko, na kateri so liki najprej prikazani v navadni ravnini, potem pa še enkrat v koordinatnem sistemu. Nadaljevali smo z računanjem ploščine trikotnika, pri čemer so dijaki morali uporabiti znanje iz uvodne naloge. Zatem

so s pomočjo aktivne slike sami raziskovali, zakaj je treba vplesti še orientacijo in kaj vpliva nanjo. Skupaj smo se pogovorili o novih oznakah, naredili povzetek in z nalogo v e-učbeniku preverili znanje. Pri izpeljavi obrazca smo si pomagali z e-učbenikom. Z uporabo obrazca smo še enkrat izračunali ploščino trikotnika iz prejšnje naloge. V nadaljevanju so dijaki s pomočjo aktivne slike raziskali, kdaj je ploščina trikotnika enaka 0 in koliko je trikotnikov z enako ploščino, če eno stranico fiksiramo. Na koncu smo skupaj zapisali ugotovitve. Pri delu z aktivno sliko se je pokazalo nekaj zanimivega. Če spreminjamo eno koordinato izbranega oglišča trikotnika in nanjo gledamo kot na neodvisno spremenljivko, se ploščina obnaša kot linearna funkcija te spremenljivke. Ker imajo dijaki do tega trenutka premalo znanja o funkcijah, sem se odločila, da bomo nadaljevali potem, ko bomo predelali snov o linearni funkciji. V drugem delu smo še enkrat zapisali ploščino kot linearno funkcijo, narisali njen graf ter s pomočjo aktivne slike primerjali njene lastnosti z lastnostmi trikotnika in njegove ploščine. Pri takem učenju učencem niso bila posredovana samo matematična dejstva, ampak so bili ves čas aktivni. Znanje in veščine, ki so jih pridobili pri tem, so se izkazali kot odlična podlaga za povezovanje znanj in kasnejše učenje sorodnih matematičnih vsebin.

**Ključne besede:** trikotnik, ploščina, linearna funkcija

### **Abstract**

Do the area of a triangle and the linear function have anything in common? The paper presents a model lesson with the main purpose of showing students how their knowledge of certain mathematical principles, e.g. triangle and function, can be used when acquiring new concepts and can be connected into a meaningful whole. The lesson combines a classical teaching approach with the use of modern technology. The knowledge and skills acquired during the process have proved to be an excellent base both for connecting knowledge and for the subsequent learning of similar concepts.

**Keywords:** triangle, area, linear function

### **Viri**

1. Klajnšček, M., Dvoržak, B., Felda, D. (2009): Matematika 1. Učbenik za gimnazije. Ljubljana, DZS.
2. Arnuš, O. idr. (2008): Matematika 1. Zbirka nalog za gimnazije. Ljubljana, DZS
3. Mohorčič, A. idr. (2014): Vega 1. E-učbenik za matematiko v 1. letniku gimnazije. ZRSŠ, Ljubljana, (<http://www.iucbeniki.si/vega1/54/index.html>).
4. Učni načrt. Program gimnazija, Matematika. Ljubljana, MŠŠ; ZRSŠ [http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2008/programi/gimnazija/ucni\\_nacrti.htm](http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2008/programi/gimnazija/ucni_nacrti.htm) (14. 2. 2008).

# AVTENTIČNA NALOGA IZ DOLOČENEGA INTEGRALA

## Authentic Performance Task in Definite Integral

Mitja Bončina

[mitja.boncina@gmail.com](mailto:mitja.boncina@gmail.com)

Gimnazija in srednja šola Kočevje

### Razširjeni povzetek

V prispevku je predstavljen pristop k obravnavi prostornine geometrijskih teles v srednješolskem programu Gimnazija z uporabo avtentične naloge. Na delavnici na šoli smo ugotovili, da je treba pouk usmeriti k aktivnim in avtentičnim oblikam. Kot novost smo vpeljali avtentične naloge. Vsak učitelj je v šolskem letu 2015/2016 pripravil po eno avtentično nalogo po načelu vzratnega načrtovanja (Understanding by design, krajše UBD) v obsegu 10 % letnih ur pri posameznem predmetu. Posebnost prvega leta izvedbe avtentične naloge je bila, da so se dijaki odločili, ali se jim naloga oceni ali ne. V tem šolskem letu smo določili pravilo, da ocena avtentične naloge nadomesti vsaj 40 % ocene enega izmed pisnih ocenjevanj. Avtentično nalogo sem izbral s področja volumna vrtenin (uporabe določenega integrala). Dijakova naloga je, da v vlogi živilskega tehnologa za znani lokal testira pomaranče in limone na tržišču in ugotovi povezavo med velikostjo sadeža in količino iztisnjenega soka z namenom, da lokalni svetuje o najbolj smiselnem nakupu sadja, tako da bo iz nakupljenega sadja lahko pridobil največ sveže iztisnjenega soka.

Pri klasičnem pouku bi snov (določeni integral in njegovo uporabo) obdelali po vrsti, kot je v učbeniku, z nekaj primeri uporabe določenega integrala za izračun ploščine likov in volumna vrtenin. Po načelu UBD pa proces obrnemo: – V 1. fazi razmišljamo o pričakovanih rezultatih (katere dolgoročne transferne cilje želimo doseči; do katerih spoznanj naj bi prišli dijaki; katera bistvena vprašanja bodo raziskovali; katera znanja in spretnosti bodo pridobili). – V 2. fazi razmišljamo, s čim bodo dijaki izkazali pridobljeno transferno znanje in razumevanje (določimo avtentično nalogo; napišemo navodila in kriterije ocenjevanja; razmislimo še o drugih dokazilih znanja in razumevanja, kot so preverjanje med poukom in pisno ocenjevanje). – V 3. fazi zapišemo načrt poučevanja, ki logično izhaja iz ciljev 1. in 2. faze. – Pripravimo delovni zvezek za dijake, ki je načrt za učenje (cilj naloge; bistvena vprašanja kot motivacija; učna snov; naloge za pogled na problem z drugega stališča; avtentična naloga in navodila za izvedbo; kriteriji ocenjevanja; ponovno bistvena vprašanja). – Po predelani snovi dijaki še enkrat odgovorijo na bistvena vprašanja in razmislijo o pridobljenem znanju in razumevanju. – Pred oddajo za oceno dobijo dijaki povratno informacijo o svojem izdelku. – Avtentično nalogo ocenimo po vnaprej podanih kriterijih. – Dijaki izpolnijo evalvacijski vprašalnik. Posebno pozornost

sem v delovnem zvezku posvetil zadnjemu poglavju, Prostornine rotacijskih teles. Dijakom sem želel pokazati, da lahko volumne znanih vrtenin izračunamo tudi z uporabo določenega integrala. Naloge v tem poglavju sem izbiral premišljeno z namenom, da bodo dijaki znali samostojno izračunati volumen pomaranče (krogle) in limone (elipsoida, ki nastane z vrtenjem elipse okrog osi  $x$ ). Tako smo izpeljali formulo za volumen valja, krogle in telesa, ki nastane z vrtenjem dela hiperbole. Čisto zadnja naloga je bila mini avtentična naloga. Podane so bile mere soda (višina, širini na vrhu/dnu in na sredini soda) s predpostavko, da ima lok na sodu obliko parabole. Priložil sem tudi sliko soda. Pri tej nalogi so morali sod oziroma parabolo najprej pravilno umestiti v koordinatni sistem, nato zapisati enačbo parabole in izračunati volumen vrtenine. Dijaki so delovni zvezek ocenili pozitivno. Pomembno jim je bilo, da so imeli vse skupaj na enem mestu – tako bistvena vprašanja kot tudi teorijo in primere, s pomočjo katerih se je zgodil transfer znanja pri reševanju avtentične naloge. Celoten proces načrtovanja učnega sklopa je (še posebej pri prvi izkušnji z UBD) za učitelja precej zahteven, saj je način razmišljanja bistveno drugačen kot običajno in dolgotrajen, ker mora zagotoviti, da pravilno poveže vse faze načrtovanja. Vendar na koncu pozitiven odziv dijakov in dobre ocene avtentične naloge pustijo občutek, da se je ves trud obrestoval.

**Ključne besede:** avtentična naloga, določeni integral, volumen vrtenine

### **Abstract**

The article addresses the topic of the volume of rotating bodies in the field of the definite integral, according to the Understanding by Design planning principle. The students' task is to test different oranges and lemons in order to find out the link between the size of the fruit and the quantity of the squeezed juice. When using this principle, the teacher first has to think about the expected results and how the students will demonstrate the gained transferable knowledge and understanding. Then the teacher prepares a teaching plan and a workbook as the students' learning plan.

**Keywords:** authentic performance task, definite integral, volume of rotating bodies

### **Viri**

1. Grant, W., McTighe, J. (2005): Understanding By Design 2nd Expanded Edition, ASCD, Alexandria.
2. Kamšek, M.: Do razumevanja z načrtovanjem, interno gradivo (priredba zgornjega vira).
3. <http://www.ascd.org/research-a-topic/understanding-by-design-resources.aspx>.



# POUČEVANJE GEOMETRIJE S 3D-MODELIRNIKOM

## Teaching Geometry with a 3D Modelling Software

Melita Podgoršek

[Melita.Podgorsek@escelje.si](mailto:Melita.Podgorsek@escelje.si)

Ekonomska šola Celje, Gimnazija in srednja šola

### Razširjeni povzetek

Pri poučevanju matematike v srednji šoli velikokrat opažam, da imajo dijaki slabo prostorsko predstavo. Menim, da bi lahko tovrstne težave uspešno reševali z uporabo modelirnikov. To so računalniški programi za izdelavo 2D- ali 3D-modelov, ki so lahko žičnati, površinski ali prostorninski. Modelirniki omogočajo interaktivno gradnjo, brisanje in spreminjanje modelov. V kolikšni meri model realno popisuje objekt, je odvisno od zapletenosti le-tega, zmogljivosti računalniške opreme in zmogljivosti modelirnika. Večina izmed njih omogoča tudi 3D-animacije. V praksi projektanti pri modeliranju uporabljajo programe, kot so: Catia, Solidworks, Pro engineer itd. Na uporabo takšnih programov bi lahko mlade navajali že v času šolanja, saj bodo nekateri z njimi kasneje delali, s čimer bi se zmanjšal razkorak med teorijo in prakso. Učitelji v šoli namreč pogosto slišimo vprašanje: »Kje bomo to, kar se učimo, sploh potrebovali?« Uporaba omenjenih programov bi po mojem mnenju tudi obogatila učne ure matematike in pritegnila tiste dijake, ki jih je sicer težje motivirati. V predstavitvi bom pokazala, kako lahko Solidworks (ki je zmogljiv in enostaven programski paket in ga lahko namestimo na osebni računalnik ali pa ga poganjamo s spleta s podporo strežnika in teče na operacijskem sistemu Microsoft Windows) uporabimo pri risanju geometrijskih likov in teles ter analiziranju njihovih lastnosti in računanju količin.

Predstavila bom konstruiranje likov in enostavnih geometrijskih teles ter sestavljena telesa in vrtenine. Ker lahko telo poljubno zavrtimo, pogledamo notranjost, pobarvamo razne ploskve in vidimo preseke, je učenje geometrije lažje in zanimivejše. Če spreminjamo enega ali več podatkov, takoj vidimo vpliv na obliko in preostale lastnosti telesa. Najprej bom prikazala, kako sestavimo telo iz manjših in enostavnejših teles, kar npr. počnejo inženirji, ko načrtujejo razna orodja in linije za industrijo. Telesa zahtevnejših oblik lahko dobimo tudi kot vrtenine, ki si jih nekateri dijaki še posebej težko predstavljajo. Prednost risanja skic z računalniškimi programi je še posebej v tem, da lahko upoštevamo debelino samega materiala in odčitamo prostornine in površine geometrijskih teles, za katera omenjenih količin sami ne bi znali enostavno izračunati. V nadaljevanju bom sestavljena telesa razstavila na manjša in enostavnejša ter pokazala, kako narisati posamezne osnovne in stranske ploskve ali mrežo telesa. Pri tem lahko dejanske mere (dolžina, širina, višina telesa itd.)

preberemo s slike, čeprav smo risali v poševni projekciji. Če imamo vrtenino narisano, lahko hitro vidimo, kateri lik smo zavrteli okrog določene osi. Prikazala bom primer orodja, ki je narisano s programom Solidworks, in izdelke, ki jih naredi. Poskušali bomo izračunati porabo materiala pri takšni izdelavi in predvideti stroške za nabavo le-tega po veljavnih cenah v praksi. S svojo predstavitevijo želim na primerih pokazati, kako lahko pouk matematike poteka s pomočjo programa Solidworks, lahko pa bi uporabili tudi kak drug program, ki ga uporabljajo v praksi. Menim, da bi morali učitelji dijake sproti seznanjati s sodobno tehnologijo in jim dati možnost, da jo uporabljajo v šoli, namesto da pasivno sprejemajo učiteljevo razlago.

**Ključne besede:** 3D-modelirnik, SolidWorks, geometrijska telesa

### **Abstract**

As a secondary school teacher, I have noticed that students have problems with spatial sense. I think that such problems could be successfully solved by using programs such as CATIA, SOLIDWORKS, Pro/ENGINEER, etc. I am going to demonstrate the use of Solidworks for drawing geometric shapes and objects, as well as for analysing their features and calculating their quantity. This program makes learning geometry easier and more interesting, because geometric objects can be rotated and looked into, different shapes can be coloured, and cross sections can be seen. We are going to try to calculate the metal plate for products made with a progressive stamping tool drawn with SolidWorks, and predict the costs of purchasing it based on the current prices. I believe that teachers should introduce students to modern technology as well as give them the opportunity to use it in school.

**Keywords:** 3D modelling software, SolidWorks, geometric objects

### **Viri**

1. Dassault Systèmes SolidWorks Corporation (2016): SOLIDWORKS 2016, SOLIDWORKS Education Edition – Fundamentals of 3D Design and Simulation, ZDA.
2. McGraw, H. (1961): Die Design Handbook, American Society of Tool and Manufacturing Engineers, ZDA.
3. Prebil, I. (1995): Tehnična dokumentacija, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.

# RISANJE SKIC PRI GEOMETRIJI

## Drawing Sketches in Geometry Classes

Mag. Simona Pustavrh

[simona.pustavrh@sc-nm.si](mailto:simona.pustavrh@sc-nm.si)

Šolski center Novo mesto, Srednja elektro šola in tehniška gimnazija

### Razširjeni povzetek

Pri geometriji pogosto rišemo skice. Rišemo jih pri konstrukcijskih nalogah, pri dokazovanju trditev in izrekov ter pri računskih nalogah, ko iščemo zvezo med znanimi in neznanimi količinami, saj so nam skice v pomoč pri iskanju poti do rešitve. Pri preprostih nalogah, kot je na primer konstrukcija trikotnika z znanimi vsemi tremi stranicami, dijaki ne čutijo potrebe po risanju skic. Običajno jih rišejo zato, ker tako zahtevamo učitelji, pri zahtevnejših nalogah pa tudi dijaki začutijo, da so skice potrebne.

Ne glede na to, ali dijaki narišejo skice, ker tako zahtevamo, ali pa zato, da si bodo z njimi res pomagali, so skice pogosto narisane slabo. Kot učiteljica matematike v tehniški gimnaziji opažam, da dijaki:

- narišejo premajhne skice;
- narišejo skico lika, vendar jo nepopolno označijo;
- rišejo skice prostoročno, vendar daljice niso ravne, stranice likov se v ogliščih ne stikajo, krožnice so preveč ovalne itd.;
- pri risanju skic ne upoštevajo lastnosti lika iz navodila naloge, npr. namesto raznostraničnega trikotnika narišejo enakokraki trikotnik, pri trapezu ne narišejo vzporednih osnovnic, ampak le približno.

Predstavitev prispevka bom podkrepila z več zanimivimi primeri neustreznih in ustreznih skic svojih dijakov ter tako ilustrirala navedene težave.

Zakaj torej rišemo skice? S tem, ko narišemo skico, predpostavimo, da rešitev obstaja. Torej pomeni narisati skico narisati končni rezultat. Tako so razmišljali že stari Grki. Papos je rekel: »Vzemi to, kar se zahteva, da je treba narediti, kot že narejeno.« (Polya, 1989, str. 204) Ali naslednji nasvet: »Narišite hipotetično sliko, v kateri predpostavljate, da so pogoji problema izpolnjeni v vseh njegovih podrobnostih (Polya, 1989, str. 204).« Ob skici analizirano vsak podatek posebej, nato pa s sintezo vseh ugotovitev poiščemo pot do rešitve, zato skica ne sme zavajati. Prav tako ne smemo delati sklepov le na podlagi skice. Če na skici morda vidimo vzporednice, pravokotnice ipd., to še ne pomeni, da je ta lastnost takšna tudi v obravnavanem problemu. Lastnost je treba utemeljiti z aksiomi in izreki.

Za dane podatke razmišljamo ob skici tudi o neobstoju rešitve in o obstoju več rešitev naloge v posebnih situacijah, kot so na primer možnost ostrokotnega ali topokotnega trikotnika in s tem povezane lastnosti (sekanje višin trikotnika zunaj ali znotraj lika, lega središča trikotniku očrtane krožnice), število presečišč krožnice z daljico ipd.

Bolj kot je zahtevna naloga, boljše skico je treba narisati, da vidimo pot do rešitve. Najbolj očitno je to pri tekmovalnih nalogah iz matematike, kjer po navadi sicer ni konstrukcijskih nalog, so pa geometrijske naloge, pri katerih je treba dokazovati. V višjih letnikih te naloge najpogosteje temeljijo na tetivnih štirikotnikih, zato pri risanju skic uporabljamo tudi šestilo. Dobra navodila za risanje skic najdemo v elektronski reviji Brihtnež (Željko, 2002, str. 14). Avtor priporoča, da tudi na skicah konstruiramo simetrane daljic, simetrane kotov ipd., saj v nasprotnem primeru skica niso dovolj nazorne in so celo zavajajoče. Zaradi natančnosti odsvetuje celo uporabo priljubljenega geotrikotnika.

Pri poučevanju geometrije veliko pozornosti posvečam risanju skic. Ne moti me, če jih dijaki rišejo s prosto roko ali z geometrijskim orodjem, če le služijo svojemu namenu, morajo pa biti dovolj velike in označene. V 1. letniku so skice preproste, v višjih letnikih pa postanejo zaradi zahtevnosti nalog bolj zapletene. Kljub temu opažam, da dijaki od 1. do 3. letnika le malo napredujejo v risanju skic. Od zelo majhnih skic v 1. letniku napredujemo do nekoliko večjih skic v 3. letniku, vendar ne pri vseh dijakih. Prav tako še vedno veliko dijakov v 3. letniku ne riše dovolj ravnih daljic, ne upošteva lastnosti likov in razmišlja o možnosti več rešitev ali o neobstoju rešitve. Kljub velikemu trudu, ki ga vlagam pri urah, rezultat ni skladen s pričakovanji.

**Ključne besede:** skice, geometrija, geometrijsko orodje

### **Abstract**

The author discusses students' difficulties in drawing sketches in geometry classes. Many students tend to draw too small and inaccurate sketches. When drawn freehand, straight lines are not straight, the bases of geometric shapes do not join the vertices, circumferences are just solid lines, etc. Moreover, students do not consider the features of geometric shapes given in the tasks. The sketch of a scalene triangle is usually similar to an isosceles triangle, trapezium bases are not parallel, the approximate ratios of the lines are not considered/noticed either, etc. The author discusses the importance of drawing sketches and further emphasises that the more difficult the task, the more accurate the sketch. The author also notices that even third-year secondary school students still continue to draw inaccurate sketches.

**Keywords:** sketches, geometry, geometric tools

### **Viri**

1. Željko, M. (2002): Risanje skic pri geometriji, Brihtnež, letnik 0, št. 1, str. 14–16. <https://www.dmfa.si/tekmovanja/Brihtnez/Brihtnez-0-1.pdf> (2. 10. 2016)
2. Pavlič, G. et al. (2012): Planum, Modrijan, Ljubljana.
3. Polya, G. (1989): Kako rešujemo matematične probleme, Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije, Ljubljana.

# GEOMETRIJA IN GIBANJE V 2. RAZREDU

## Geometry and Movement in 2nd Grade

Mag. Maja Bregar

[maja.bregar@osgradec.si](mailto:maja.bregar@osgradec.si)

OŠ Gradec

### Razširjeni povzetek

Raziskave so pokazale, da gibanje pozitivno vpliva na razvoj kognitivnih sposobnosti (Drev, 2010), zato v učenje in ponavljanje geometrije v 2. razredu vključujem gibanje. Učenci najprej spoznavajo vsebine in pojme konkretno, nato slikovno in kasneje simbolno. V 2. razredu je še vedno zelo pomembna konkretna raven ali konkretno-izkustvena dejavnost (Cotič, Felda, Hodnik, 2000). Izhajam iz problemske situacije, nato pa učence vodim pri iskanju rešitev. V sklopu Geometrijske oblike učenci izvajajo različne gibalne dejavnosti, ob katerih prepoznavajo različna geometrijska telesa, like, črte ter jih ponazarjajo s telesi. Polne modele geometrijskih teles (polivalentne blazine) najprej opazujejo, se jih dotikajo, ugotavljajo razlike med njimi in izvajajo različne gibalne aktivnosti. Sprehajajo se po ploskvah geometrijskih teles in ugotavljajo, katero geometrijsko telo je na tleh naredilo odtis. S hišo iz pene in z lastnimi telesi oblikujejo geometrijska telesa. Geometrijska telesa kotalijo in s svojimi telesi posnemajo njihovo gibanje (tekoče, odsekano, s premori). Pri tem ugotovijo, da so nekatera telesa okrogla, druga pa oglata. Skupine učencev prikažejo različna geometrijska telesa s svojimi telesi, preostali učenci pa ugibajo, katero geometrijsko telo prikazujejo. Ob vsaki izvedeni dejavnosti se pogovorimo, geometrijska telesa poimenujemo in učenci spontano ugotovijo, da je geometrija tesno povezana z vsakdanjim življenjem in naravo. Pri vsebini Geometrijski liki se učenci gibajo ob glasbi med liki. Po imenovanem liku skočijo na poimenovane like, ki so nalepljeni na tleh. Aktivnost nadgradim tako, da povem le število stranic lika. Učenci po skupinah oblikujejo like z elastiko. Ob vsakem prikazu se pogovorimo o značilnostih prikazanih likov in razlikah med njimi. Dejavnosti nadgrajujemo z izdelovanjem likov na geoploščah, s sestavljanjem tangramov, z modeli likov, z risanjem likov s šablono in seveda reševanjem nalog v delovnem zvezku itd. Ob gibanju prepoznavajo različne črte, točke in presečišča. Hodijo po vrveh, pritrtjenih na tleh. Najprej po krivi sklenjeni vrvi, pri kateri pridemo do pojma kriva, sklenjena črta. Iščejo rešitve, kako bi naredili nesklenjeno črto, nato ravno črto. Spremenijo se v vlakce, ki vozijo v različne smeri in na različnih nivojih. Vlakca se srečata in vlakec gre skozi drug vlakec. Tako naredimo presečišče. Presečišča pokažejo s svojim telesom (s križanjem rok, prstov, nog itd.). Tudi ob teh aktivnostih se pogovorimo, ju prikažemo slikovno in kasneje simbolno. V sklopu transformacije iščejo simetrijo pri predmetih v razredu, naravi in na svojem telesu ter s telesi ponazorijo simetrijo/asimetrijo. Igramo se igro kipar, pri kateri je učenec kipar, ki kipari dva simetrična kipa. Učenci ugotavljajo,

katere črke v abecedi so simetrične, in jih prikažejo. Igramo se igro ogledalo, pri kateri se pari, obrnjeni drug proti drugemu, gibajo simetrično. Menim, da si ob gibanju učenci lažje in prej zapomnijo učno snov, usvojeno znanje je trajnejše, hkrati pa se ob interakciji s sošolci učijo socialnih znanj.

**Ključne besede:** gibanje, geometrijske oblike, transformacije

### **Abstract**

Studies have shown that movement positively affects the development of cognitive abilities (Drev, 2010), which is why I have included movement in my 2nd grade geometry lessons. Pupils jump when certain geometric shapes are called and they stretch out the elastic band to form the shapes. They walk on surfaces of geometric shapes and determine which geometric shape is imprinted. They form geometric shapes using the PE foam house and their body. They show how geometric shapes roll around. They walk on ropes to recognise curved, straight, connected and disconnected lines; points and intersecting points; and they shape them using their arms, legs, fingers and bodies. They look for symmetry in their own body and in those of others. Pupils remember more easily and quickly if movement is part of learning.

**Keywords:** movement, geometric shapes, transformations

### **Viri**

1. A Kavčič, R. A. (2005): Učenje z gibanjem pri matematiki: priročnik gibalnih aktivnosti za učenje in poučevanje matematike v 2. razredu devetletke. Bravo, Ljubljana.
2. Cotič, M., Felda, D., Hodnik, T. (2000): Igraje in zares v svet matematičnih čudes. Kako poučevati matematiko v 2. razredu devetletne osnovne šole, DZS, Ljubljana.
3. Cotič, M. et al. (1996): Prvo srečanje z geometrijo. Priročnik, DZS, Ljubljana.
4. Drev, A. (2010): Zdrav življenjski slog v šoli. Pomen rednega gibanja za otroke in mladostnike.  
[http://www.zdravjevsoli.si/index.php?Itemid=80&catid=36:uvod&id=169:po-men-rednega-gibanja-za-otroke-in-mladostnike&option=com\\_content&view=article](http://www.zdravjevsoli.si/index.php?Itemid=80&catid=36:uvod&id=169:po-men-rednega-gibanja-za-otroke-in-mladostnike&option=com_content&view=article) (01. 09. 2016).
5. Program osnovna šola. Matematika. Učni načrt (2011). Ljubljana: Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport. Pridobljeno na: [http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/pre-novljeni\\_UN/UN\\_druzba\\_OS.pdf](http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/pre-novljeni_UN/UN_druzba_OS.pdf) (01. 09. 2016).
6. Svetičič, T. (2010): Matematika in ustvarjalni gib, Pedagoška fakulteta, Ljubljana.

# VEČKOTNIKI – GRADNIKI ARHIMEDSKIH TELES

## Polygons – Building Blocks of Archimedean Solids

Metka Jemec

[mjemec@siol.net](mailto:mjemec@siol.net)

OŠ prof. dr. Josipa Plemlija Bled

### Razširjeni povzetek

Snov o večkotnikih v 8. razredu se zdi učencem zelo zanimiva, saj ponuja ogromno možnosti načrtovanja in ustvarjanja različnih konstruktov, tudi geometrijskih teles. V učnem načrtu v osnovni šoli obravnavamo le enostavne poliedre, kot so kvader, kocka, prizma in piramide. S pomočjo znanja načrtovanja različnih pravilnih večkotnikov pa lahko sestavimo tudi kompleksnejše poliedre, kot so arhimedska telesa. Obstaja trinajst arhimedskih teles, njihova skupna lastnost pa je, da so simetrični, polpravilni poliedri, ki so sestavljeni iz dveh ali več vrst pravilnih večkotnikov. Pravilni liki, ki sestavljajo ta geometrijska telesa, so: enakostranični trikotnik, kvadrat, pravilni petkotnik, pravilni šestkotnik, pravilni osemkotnik in pravilni desetkotnik.

Naš cilj je bil, da z učenci, v okviru interesne dejavnosti logika in razvedrilna matematika ali v okviru tehniških dni izdelamo različne poliedre. V uvodno uro smo vključili samostojno projektno delo s pomočjo e-tablic, in sicer so učenci raziskovali snov arhimedskih teles prek spletnih vsebin. Sledilo je vodeno raziskovalno delo, pri katerem smo skupaj ugotavljali, koliko večkotnikov potrebujemo in katere, če želimo konstruirati posamezno telo. Učenci so po trije v skupini izbrali enega izmed arhimedskih teles, skupaj smo analizirali sestavo, nato pa začeli z izdelavo modelov. Pri izdelavi smo najprej na barvni karton načrtali potrebne modele pravilnih likov z enako dolžino osnovnega robu. Ob tem smo ponovili izračun notranjega kota pri večkotniku in izračunali notranji kot za vse navedene večkotnike. Večkotnike smo nato konstruirali z geotrikotnikom, ravnilom in s šestilom. Posameznim večkotnikom smo dodali še zavihke za lažje spajanje. Po načrtovanju in rezanju posameznih pravilnih večkotnikov je sledilo prepogibanje po robovih zavihkov. Večkotnike z zavihki smo med seboj spojili s spenjačem. Spajanje večkotnikov je za učence precej zahtevno delo, saj je treba paziti, da se robovi posameznih večkotnikov popolnoma prilegajo. Zadnje večkotnike izbranih arhimedskih teles smo spojili z obojestranskim lepilom. Nastali so lepi barvni poliedri. Po konstrukciji smo nadaljevali z obravnavo teles, in sicer smo spoznali Eulerjevo formulo, s katero smo ob danem številu oglišč in mejnih ploskev izračunali število robov. Konstruiranje arhimedskih teles je motivacijsko projektno delo, ki smo ga preizkusili v praksi, in je inovativna oblika učenja, saj učenci z lastnim ustvarjanjem pri pouku geometrije lahko pridejo do lastnih ugotovitev, krepijo načrtovanje, risanje in oblikovanje trodimenzionalnih teles. Učenci si ob tem krepijo prostorsko predstavljalnost, iščejo idealno

kombinacijo barv in hkrati preverjajo svojo potrpežljivost in natančnost, ki sta nujni za lep videz poliedrov.

**Ključne besede:** večkotnik, arhimedsko telo, poliedri

### **Abstract**

The primary school curriculum discusses only simple polyhedra. Using our knowledge, we are able to design different regular polygons and assemble more complex polyhedra like Archimedean solids. We used colour cards to make the polygons. A geo triangle ruler, ruler and compass were used for constructing them. After planning and accurately cutting out individual polygons, we folded the edges and then joined the folds together. The last polygon was glued together using double-sided adhesive, forming a beautiful colour polyhedron. We also discussed bodies and learned Euler's formula, which is used to calculate the number of edges if you have a given number of vertices and faces. The construction of Archimedean solids is a motivational project for reinforcing students' spatial sense, looking for the perfect combination of colours and, at the same time, test their patience and accuracy, which are essential for constructing the perfect polyhedra.

**Keywords:** polygon, Archimedean solid, polyhedra

### **Viri**

1. [http://www.logika.si/poliedriCDsl/arhimedska\\_tlesa.pdf](http://www.logika.si/poliedriCDsl/arhimedska_tlesa.pdf).
2. <http://pefprints.pef.uni-lj.si/769/1/POLIEDRI.pdf>.
3. [https://sl.wikipedia.org/wiki/Arhimedsko\\_telo](https://sl.wikipedia.org/wiki/Arhimedsko_telo).



# MERSKE PREDSTAVE PRVOŠOLCEV

## Measurement Sense of First Grade Pupils

Mag. Katja Sodnik

[katja.sodnik@t-2.net](mailto:katja.sodnik@t-2.net)

OŠ Davorina Jenka Cerklje na Gorenjskem

### **Razširjeni povzetek**

Merjenje je ena od tistih matematičnih vsebin, ki povzročajo učencem v prvem in drugem triletju osnovne šole velike težave. Merjenje dolžine, kasneje pa tudi merjenje drugih količin, v prvem triletju osnovne šole vpeljemo postopno s štirimi metodičnimi koraki: primerjanje različnih količin, merjenje z relativno enoto, merjenje s konstantno nestandardno enoto in merjenje s standardno enoto. Namen tega je, da otroci po eni strani spoznajo razmerje med enodimenzionalnostjo dolžine in posameznimi števni predmeti, po drugi strani pa spoznajo nujnost standardnih enot.

V prispevku predstavljam, kako sem ugotavljala merske predstave prvošolcev. Kakor po eni strani metodiki poudarjajo zaporedje metodičnih korakov pri učenju merjenja, tako po drugi strani konstruktivistična teorija učenja poudarja, da učenec sam gradi svoje matematično znanje, pri čemer se lahko močno opira na svoje izkušnje in predhodna spoznanja. Učitelj bi pri poučevanju zato nekako moral upoštevati učenčeve izkušnje. Rezultati raziskav (Boulton-Lewis, Wilss in Mutch, 1996, po Nührenbörger, 2001, str. 453) namigujejo, da tradicionalna formalna predstavitev merjenja z nestandardnimi merskimi enotami pri razvoju in izdelavi predstav o merjenju dolžine najbrž ne bo pomagala tistim učencem, ki že imajo izkušnje z uporabo ravnila in merjenjem, ker jim ne dovoljuje, da bi si ustvarili povezave z njihovimi predhodnimi vsakodnevnimi izkušnjami z običajnimi merskimi orodji (Nührenbörger, 2001, str. 453). Boulton-Lewis s sodelavkami (Boulton-Lewis, G., Wilss, L. in Mutch, S., 1996, str. 345) predlaga, naj se učence spodbuja, da merijo s standardnimi in nestandardnimi enotami že od 1. razreda dalje.

Da bi se izognili napakam, ki so povezane z merjenjem s standardnimi enotami, avtorice predlagajo, naj se učitelji pogovorijo z učenci o tem, kako ljudje uporabljamo standardne enote in pripomočke za merjenje. Poleg tega menijo, da bi učenci pri merjenju s standardnimi enotami pokazali več zanimanja in interesa za delo, saj bi tako merjenje imelo zanje večji pomen. Učitelj naj bi pri (konstruktivistično obarvanem) poučevanju učencu omogočil navezovanje obravnave na njegovo predhodno razumevanje. To postavlja učitelja pred na pogled silno zahtevno nalogo ugotavljanja učenčevega predhodnega razumevanja. Ne smemo namreč pozabiti na učence, ki še nimajo razvitih merskih predstav in ki v domačem okolju nimajo možnosti, da bi se srečali s

postopki merjenja različnih količin. Medtem ko bi učenci, ki so že pokazali določene predstave o merjenju dolžine in uporabe ravnila, reševali naloge, katerih namen bi bil nadaljnje izgrajevanje kakovostnejšega znanja (učitelj bi učencu omogočil, da razumevanje merske enote gradi na svojih razumevanjih merjenja; izhajal bi iz njegovega znanja o merjenju in skupaj bi skušala ugotoviti, kaj so merske enote, ali bi bile lahko merske enote drugačne ipd.), bi se učitelj pri delu z učenci, ki še nimajo razvitih predstav o merjenju in dolžini posluževal štirih metodičnih korakov.

Konstruktivizem je prinesel v šolski prostor pomembne novosti, ki pri učencih omogočajo izgradnjo kakovostnejšega in današnjim potrebam primernejšega matematičnega znanja. Prav je, da učitelji spoznajo te kvalitete in poglobijo svoje znanje učenja (Magajna, 2004, str. 304). Toda načelo, da učenec sam izgradi svoje matematično znanje skozi svoje matematično delovanje in z refleksijo svojega matematiziranja v ustreznem okolju, pomeni, da v obstoječem učnem načrtu postane problematično vsaj troje: učne vsebine, učne metode in sistem ocenjevanja znanja, pravi Hodnik Čadeževa (Hodnik Čadež, 2004, str. 334). Toda to učiteljev ne bi smelo odvrniti od tega, da iščemo optimalno pot poučevanja, kjer bomo znali na podlagi učenčevega predznanja in na podlagi razumevanja učenčevega učenja organizirati učne situacije, ki bodo učencem omogočale učenje z razumevanjem in izgrajevanje kakovostnega znanja.

**Ključne besede:** merjenje, predznanje, konstruktivizem

### **Abstract**

Measurement represents one of the mathematics contents with which pupils at the primary level have great difficulties. This article presents the methods used to assess the measurement sense of first grade pupils. While the methodological approach, on the one hand, insists on a methodical, step-by-step sequence in learning measurement, the constructivist learning theory, on the other hand, places emphasis on pupils acquiring mathematical knowledge by themselves, whereby they may greatly rely on their experience and prior knowledge. Based on this, when organising learning situations that enable pupils to learn with understanding and build up high-quality knowledge, teachers are guided by the pupils' prior knowledge and an understanding of their learning process.

**Keywords:** measurement, prior knowledge, constructivism

### **Viri**

1. Boulton-Lewis, G., Wilss, L. in Mutch, S. (1996): An analysis of young childrens strategies and use of devices for measurement, *Journal of Mathematical Behaviour*, letnik 15, št. 3, str. 329–347.

2. Hodnik Čadež, T. (2004): Vloga konstruktivizma pri oblikovanju matematičnih pojmov na razredni stopnji. V: Konstruktivizem v šoli in izobraževanje učiteljev. Ljubljana: Center za pedagoško izobraževanje Filozofske fakultete, str. 321–336.
3. Magajna, Z. (2004): Socio-kulturni pogoji za konstruktivistični pristop k učenju matematike. V: Konstruktivizem v šoli in izobraževanje učiteljev. Ljubljana: Center za pedagoško izobraževanje Filozofske fakultete, str. 293–305.
4. Nuhrenborger, M. (2001): Insights into childrens ruler concepts – Grade-two-students conceptions and knowledge of length measurement and paths of development. V: Proceedings of the 25th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME). Utrecht University: Freudenthal Institut, Vol. 3, str. 447–454.

# NADARJENI UČENCI IZDELALI POLIEDER KOT MODEL ŽOGE

## Polyhedron as a Ball Made by Gifted Students

Petra Šuman

[petra.suman@gmail.com](mailto:petra.suman@gmail.com)

OŠ Voličina

### Razširjeni povzetek

Naša šola se je odločila izvesti sobotno šolo za nadarjene učence. Kot učiteljica matematike sem se odločila sodelovati na tem posebnem dnevu. Težave sem imela pri izbiri teme, saj večina učencev nima rada matematike. Namesto klasičnih ur sem se odločila za sproščene ure ob glasbi, pri katerih bi učenci pokazali znanje, smisel za oblikovanje in veliko spretnosti. V sobotni šoli so bili učenci razdeljeni v skupine glede na njihove želje in so bili medgeneracijsko pomešani (2. in 3. VIO). Ker je naša šola na podežlju in učenci še zmeraj gojijo veselje do športa, predvsem nogometa, sem se odločila, da bom z njimi iz tršega papirja naredila nogometno žogo, ki jo bodo sami barvno oblikovali. Žoga kot sferni polieder (tlakovanje krogle), ki ga lahko predstavimo kot prisekani ikozaeder (dvajseterec – eden od petih platonskih teles). Za platonska telesa, o katerih so govorili že v antiki, je značilno, da so sestavljena iz ene vrste pravilnih večkotnikov, katerih oglišča ležijo na sferi. Učencem sem predstavila pomen besede polieder, da izhaja iz grške besede »polyhedron«, kjer »poly« pomeni mnogo, »hedron« pa ploskev. Prevedemo lahko, da je sestavljen iz mnogo ploskev, ki so pravilni večkotniki.

Polieder je torej geometrijsko telo, sestavljeno iz končnega števila večkotnikov, ki so lahko konveksni ali nekonveksni. Naš konveksni polieder, ki smo ga oblikovali, je arhimedsko telo, ki je sestavljeno iz dveh vrst pravilnih večkotnikov, 12 petkotnikov in 20 šestkotnikov. Je delno pravilni polieder in nastane iz pravilnega dvajseterca, tako da mu odrežemo 12 oglišč, po eno tretjino na vsakem od obeh koncev. Novonastali polieder je že dober približek za sfero, saj še zmeraj vsa oglišča ležijo na sferi. Ker pa je sestavljen iz dveh vrst večkotnikov, ni pravilen. Prav zaradi navedenih lastnosti in zaradi velikega števila stranic, ki jih je kar 90, oglišč pa 60, je dober približek za sfero. Učencem sem razlago malo podkrepila s slikovnim gradivom na spletu. Laže so si novosti predstavljali učenci 8. razreda, saj so se pojmov konveksen in pravilen večkotnik hitro spomnili. V začetku smo se tudi pogovorili o postopku izdelave, o večkotnikih in o njihovih lastnostih. Ponovili smo tudi, kako merimo kote. Tako so učenci nižjih razredov nekaj stvari slišali prvič, vendar so snov takoj razumeli in so jo v praksi znali uporabiti ob pomoči starejših učencev. Učenci 8. in 9. razreda so bili spretnejši pri izdelavi, zato so pomagali mlajšim, ki so se tako naučili nekaj novega, večji pa so ob tem utrdili znanje. Po uvodnih napotkih in

podani snovi smo izrezali pet- in šestkotnike z zavihki. Zavihke smo dobro zapognili in jih skupaj zlepili v žogo. Delo je zahtevalo precej natančnosti pri merjenju kotov, načrtovanju pravih večkotnikov in prepogibanju zavihkov. Nekaj večkotnikov smo morali ponovno načrtati in izrezati, saj učenci niso bili dovolj natančni in nismo mogli sestaviti žoge. Ob končanem izdelku smo na koncu prešteli vsa oglišča in stranice poliedra. Šteli smo večkrat in našli 60 oglišč in 90 robov, kar sem jim že namignila v razlagi. Z izdelkom so bili zelo zadovoljni, saj so se pri urah zelo nasmejali, veliko ponovili, spet drugi pa so se naučili nekaj novega. Po dveh urah natančnega dela smo bili vsi utrujeni. Nekateri so bili na koncu tudi razočarani, saj je vsaka skupina izdelala le po eno žogo in je bilo žog premalo za vse nogometne navdušence na šoli. Po končanih delavnicah so sledile predstavitve poteka delavnice in izdelkov. Večini učencev smo tako ob predstavitvi žoge vzbudili zanimanje za to področje matematike. Nikakor si niso mislili, da lahko sami s pomočjo osnovnošolskega znanja izdelamo žogo. Ugotovili smo, da se lahko skozi igro veliko naučimo, si medsebojno pomagamo in da ni moteče, če so medgeneracijsko povezani in imajo različna predznanja.

**Ključne besede:** nadarjeni učenci, večkotniki, žoga

### **Abstract**

The school decided to hold Saturday school for gifted children. The lessons were intergenerational. Because the students still foster a love of sport, I decided that we would make a ball. We cut out polygons with folds, which we then glued together to make the ball. The work required considerable precision. In the process, we revised the properties of polygons and the measurement of angles. Younger students heard all of this for the first time. Nevertheless, they seemed to be interested in making the balls. The students were all pleased with the final product and at the same time disappointed that they were not allowed to take it home. We have discovered that we can learn a great deal from playing a game, that the students help one another, and that it is not disruptive when different levels of knowledge come together at the same time.

**Keywords:** gifted student, polygons, ball

### **Viri**

1. Mihelak, V. (2016): Pravilni ikozaeder; Ljubljana (diplomsko delo).
2. Svetlin, P. (2012): Matematično preiskovanje poliedrov osnovni šoli; Ljubljana (diplomsko delo).
3. Verdnik, A. (2013): Pravilni poliedri; Ljubljana (diplomsko delo) <https://wikipedia.org/wiki/Polieder>.

# GEOMETRIJSKA REŠITEV KVADRATNE ENAČBE

## Geometric Solution of a Quadratic Equation

Mihael Škrget

[mihael.skrget@osstopice.si](mailto:mihael.skrget@osstopice.si)

OŠ Stopiče

### Razširjeni povzetek

#### Predstavitev problema

Pri gledanju dokumentarne oddaje o zgodovini matematike me je pritegnil prispevek o geometrijski rešitvi kvadratne enačbe, ki so ga poznali že stari Babilonci 2000 let pr. n. š. Ker poučujem matematiko v osnovni šoli, se mi je zdel način reševanja kvadratne enačbe s preoblikovanjem pravokotnika v kvadrat uporaben pri reševanju nekaterih besedilnih nalog iz vsakdana. Prvi pogoj za uspešno geometrijsko reševanje pri učencih je ta, da dobro poznajo nekatere popolne kvadrate števil (npr. 4, 9, 16, 25 ... 400), ki so merska števila ploščine kvadrata, preoblikovanega iz danega pravokotnika. Učenci se kvadriranja učijo v 8. razredu osnovne šole. Zato bi načeloma ta način reševanja kvadratne enačbe lahko uporabili v 8. razredu, pri čemer jim ne bi omenjali pojma kvadratne enačbe.

Tudi stari Babilonci pri reševanju kvadratne enačbe niso uporabljali simbolov ali formul. Rešitev je bila ena sama, in sicer pozitivno število, ker je pri nalogah o velikosti zemljišč negativa rešitev nesmiselna. Matematika kot predmet je pri večini učencev manj priljubljena, zato mora učitelj poučevanje izpeljati zanimiveje in ta prispevek bi lahko pripomogel k temu.

#### Obravnava problema

Predstavil bom primer reševanja kvadratne enačbe z geometrijskim preoblikovanjem. Primer: Ploščina njive v obliki pravokotnika meri 21 enot. Koliko enot meri krajša stranica, če je od daljše stranice krajša za 4 enote?

Reševanje poteka z dopolnjevanjem pravokotnika do kvadrata. Od pravokotnika odvezemo pravokotnik s stranicama 2 enoti in  $x$ . Ker je podana ploščina pravokotnika 21 enot, manjkajo do najbližjega popolnega kvadrata, ki ga je možno dobiti s preoblikovanjem in dopolnjevanjem podanega pravokotnika, še 4 enote. Stranica kvadrata s ploščino 4 enote pa meri 2 enoti. Ker smo prvotnemu pravokotniku dodali kvadrat s stranico 2 enoti, je ploščina novonastalega kvadrata enaka 25 enot. Kvadrat s ploščino 25 enot ima stranico dolgo 5 enot in velja enakost:  $x + 2 = 5$ . Iz tega sledi, da  $x$  meri 3 enote. To pa je hkrati tudi iskana dolžina najkrajše stranice podanega pravokotnika.

#### Razlaga

V ozadju dopolnjevanja pravokotnika do kvadrata je dopolnjevanje števila do popolnega kvadrata. V 9. razredu z učenci geometrijsko reševanje danega primera podkrepimo z zapisom in rešitvijo kvadratne enačbe. Upoštevamo obrazec za ploščino pravokotnika in zapišemo enačbo:  $x(x + 4) = 21$ . Na obeh

straneh enačbe prištejemo 4 in dobimo:  $x^2 + 4x + 4 = 25$ . Izraz na levi strani enačbe razcepimo in dobimo:  $(x + 2)^2 = 25$ . Rešitvi te enačbe sta 3 in  $-7$ . Zaradi narave naloge za rešitev upoštevamo samo pozitivno število 3. V nadaljevanju lahko z učno boljšimi učenci 9. razreda poiščemo povezavo med razliko stranic pravokotnika in merskega števila ploščine pravokotnika, ki je potrebna za pozitivno celoštevilčno rešitev problema. Upoštevamo, da je kvadrat dvočlenika enak kvadratu števila, in zapišemo:  $(x + n)^2 = k^2$ , kjer je so  $x, n$  in  $k$  naravna števila. Iz zapisane enačbe vidimo, da je  $k$  večji od  $n$  in  $x$ . Dvočlenik na desni kvadriramo in člen  $n^2$  prestavimo na desno stran enačbe:  $x^2 + 2xn = k^2 - n^2$ . Na levi strani izpostavimo  $x$  in dobimo:  $x(x + 2n) = k^2 - n^2$ . Dobljena enačba nam predstavlja obrazec za ploščino pravokotnega zemljišča, kjer sta  $x$  in  $x + 2n$  njegovi stranici,  $k^2 - n^2$  pa njegova ploščina. Ugotovimo, da se morata stranici razlikovati za sodo število, da moramo od prvotnega pravokotnika odrezati pravokotnik s stranicama  $n$  in  $x$  ter da mora ploščini pravokotnika do popolnega kvadrata manjkati  $n^2$ . V 8. razredu lahko enačbo:  $x(x + 4) = 21$  rešimo s sklepanjem. Vprašamo se: Produkt katerih dveh števil je enak 21?

#### Zaključek

Po mojih izkušnjah je ta način zanimiv tudi za učence, ki ne marajo reševanja enačb s preoblikovanjem izrazov po naučenem postopku, saj jim nazorno kaže pot do rešitve. Primer takšnega reševanja predstavlja obogatitev ure matematike.

**Ključne besede:** kvadratna enačba, geometrijska rešitev

#### Abstract

The Babylonians used to tackle problem-solving tasks regarding land without the use of geometric symbols and formulas. Such a procedure can also be used in teaching mathematics to primary school children of the third triad. The problem is as follows: The sides of a rectangular field differ from each other in the number of units. Determine the length of the shorter side if you know the area of the land. The solution is based on the idea of extending the rectangle up to the square. The original side of the rectangle can be inferred from the original side of the square. In this way we get one positive result. If we solved the quadratic equation, we would also get a negative result, which is not needed in this case.

**Keywords:** quadratic equation, geometric solutions

#### Viri

1. Struik, D. J. (1986): Kratka zgodovina matematike, DMFA, Ljubljana.
2. Pavlič, G. (2011): Linea nova, Modrijan založba d. o. o., Ljubljana.
3. Strnad, M. (2005): Presečišče 9, DZS, Ljubljana.
4. [www.fmf.uni-lj.si/~hladnik/ZgodMat/ZGODMAT.pdf](http://www.fmf.uni-lj.si/~hladnik/ZgodMat/ZGODMAT.pdf) (3. 9. 2016).

# ZLAGANJE PRAVILNIH VEČKOTNIKOV

## Constructing with Regular Polygons

Mag. Andreja Bevc

[andreja.bevc@guest.arnes.si](mailto:andreja.bevc@guest.arnes.si)

I. gimnazija v Celju

### Razširjeni povzetek

Prispevek obravnava vprašanje: S katerimi pravilnimi skladnimi večkotniki je mogoče tlakovati ravnino? Kakšna telesa dobimo, če sestavljamo pravilne skladne večkotnike? S tema vprašanjema se lahko ukvarjajo učenci na srednješolski ravni ali že celo osnovnošolci. Spomnimo se, da notranji kot pravnega  $n$ -kotnika meri  $\alpha = 180^\circ - \frac{360^\circ}{n}$ . Če v nekem oglišču staknemo  $m$  pravnih  $n$ -kotnikov, pri čemer je  $n, m \in \mathbb{N}, n \geq 3, m \geq 3$ , in želimo dobiti del ravnine, mora veljati  $m \cdot \alpha = 360^\circ$ . Iz tega sledi, da morata biti  $n$  in velikost kota  $\alpha$  delitelja 360, hkrati pa lahko izpeljemo, da morata  $m$  in  $n$  zadoščati enačbi  $(n-2)(m-2) = 4$ . Zaradi prvega pogoja lahko takoj izločimo npr. pravilni petkotnik in pravilni sedemkotnik, iz enačbe pa sledi, da dobimo samo tri možnosti, ki so:  $m = 3, n = 6$  (v vsakem oglišču staknemo tri pravilne šestkotnike),  $m = n = 4$  (v vsakem oglišču staknemo štiri kvadrate),  $m = 6, n = 3$  (v vsakem oglišču staknemo šest enakostraničnih trikotnikov). Če pa je  $m \cdot \alpha < 360^\circ$ , dobimo konveksen kot v prostoru. Iz tega pogoja (kot zgoraj) sledi neenačba  $(n-2)(m-2) < 4$  in dobimo 5 možnosti, ki predstavljajo ravno pet platonskih teles. Te možnosti so:  $m = n = 3$  (v vsakem oglišču staknemo tri enakostranične trikotnike in dobimo tetraeder),  $m = 4, n = 3$  (v vsakem oglišču staknemo štiri enakostranične trikotnike in dobimo oktaeder),  $m = 5, n = 3$  (v vsakem oglišču staknemo pet enakostraničnih trikotnikov in dobimo ikozaeder),  $m = 3, n = 4$  (v vsakem oglišču staknemo tri kvadrate in dobimo kocko),  $m = 3, n = 5$  (v vsakem oglišču staknemo tri pravilne petkotnike in dobimo dodekaeder). Ker lahko tri enake kote staknemo na največ en način, obstaja za vsak par  $(3, n)$  največ eno platonsko telo. Če za oglišča vzamemo središča stranskih ploskev in povežemo tiste pare, ki jih dobimo iz sosednjih ploskev, dobimo dual platonskega telesa (zamenjata se  $m$  in  $n$ ), ki ima isto množico simetrij in je spet platonsko telo. Zato je tudi platonsko telo z  $n = 3$  eno samo. Dual kocke je oktaeder, dual dodekaedra je ikozaeder (in obratno), tetraeder pa je dualen samemu sebi. Topološki dokaz lahko izvedemo tudi s pomočjo Eulerjeve formule  $V - E + F = 2$  ( $V$  je število oglišč,  $E$  je število robov,  $F$  pa število stranskih ploskev) in zveze  $nF = 2E = mV$ . Od tod sledi, da mora za  $m$  in  $n$  veljati neenačba  $\frac{1}{m} + \frac{1}{n} > \frac{1}{2}$ , in spet dobimo le zgoraj našteje možnosti. Platonska telesa imajo mnogo lepih lastnosti. Zaradi svoje pravilne oblike imajo veliko simetrij. Kocka in oktaeder imata 48 simetrij, tetraeder jih ima 24, dodekaeder in ikozaeder pa 120. Tetraeder dobimo tudi, če povežemo štiri



nesosednja oglišča kocke. Če pri ikozaedru pogledamo neko oglišče in pet sosednjih oglišč, sta rob, ki povezuje to oglišče in eno sosednje oglišče, ter nasprotni rob med sabo pravokotna, pari takih robov pa določajo ravno tri koordinatne ravnine. To temo sem obravnavala v razredu kot uvodno motivacijo pred obravnavo teles. Dijake sem razdelila v skupine in jim razdelila okvirje Polydron (Polydron Frameworks). Dala sem jim navodilo, da s pomočjo praktičnega dela odgovorijo na zgornji vprašanji, hkrati pa poskušajo najti matematične utemeljitve dobljenih rezultatov. Po opravljenem praktičnem delu smo skupaj zapisali zgornji dokaz. Na koncu smo za vsako platonsko telo prešteli število ploskev, robov in oglišč. Moj glavni namen je bil obogatiti pouk matematike. Z izvedeno uro sem bila zadovoljna. Dijakom je bilo všeč praktično delo, navedli so, da je bila ura zanimiva in si zdaj telesa lažje predstavljajo. Opomba: Prispevek zajema del moje magistrske naloge, a je prilagojen za srednješolsko raven.

**Ključne besede:** pravilni večkotniki, tlakovanje ravnine, platonska telesa

### **Abstract**

The article describes two interesting phenomena:

- There are only three regular tessellations, edge-to-edge tiling of a plane, made up of regular polygons, all of the same shape.
- There are only five solids, which meet the criteria of being constructed by congruent regular polygonal faces, with the same number of faces meeting at each vertex. We can carry out a research project on these phenomena in Math classes in secondary school or even in primary school but on a concrete level.

**Keywords:** regular polygons, tessellation, Platonic solids

### **Viri**

1. Shurman, J. (1997): Geometry of the Quintic, John Wiley & Sons, New York, str. 31–40.
2. Platonska telesa, <http://www.educa.fmf.uni-lj.si/izodel/sola/2002/di/bajramovic/ena/index.html> ogled: 5. 9. 2016.
3. Platonsko telo, Wikipedia, [https://sl.wikipedia.org/wiki/Platonsko\\_telo](https://sl.wikipedia.org/wiki/Platonsko_telo), ogled: 5. 9. 2016.
4. Tessellations, Wikipedia, <https://en.wikipedia.org/wiki/Tessellation>, ogled: 5. 9. 2016.

# MERJENJE OBSEGA IN PLOŠČINE NA PROSTEM

## Measurement of Perimeters and Areas Outdoors

Nataša Pavšič

[natasa.pavsic@ospuconci.si](mailto:natasa.pavsic@ospuconci.si)

OŠ Puconci

### Razširjeni povzetek

Na šoli si že več let prizadevamo doseči glavni cilj: izboljšati branje z razumevanjem, naučiti učence uporabljati različne strategije in jih posledično usposobiti za samostojno učenje, kar potrebujejo pri nadaljnjem izobraževanju ter v življenju nasploh. Pred leti so pri šoli zgradili ekoučilnico na prostem in tako lahko zdaj učitelji izvedemo del pouka zunaj, v naravi. Učenci imajo tako še večji občutek, da se učijo za življenje (Sunderland, 2008). S tem namenom so šestošolci uro matematike preživeli delno na prostem v okolici šole in delno v ekoučilnici. Ura je bila načrtovana kot terensko raziskovalno delo. Kot učiteljica sem bistveno delo opravila pred uro, načrtovala homogene skupine – diferenciacijo, pripravila elektronske prosojnice in učne liste z matematičnimi problemi iz vsakdanjega življenja. Pri pouku je bila moja vloga predvsem spremljanje učencev pri izvajanju aktivnosti, vodenje, usmerjanje, svetovanje in dopolnjevanje, tudi podajanje navodil, če niso bila zapisana. Po pregledu domače naloge, ki so jo v ekoučilnici predstavili in utemeljili nekateri učenci, je sledila delitev učencev v skupine po štiri člane. Učenci so ponovili pojme in obrazce v zvezi z obsegom in ploščino likov, npr. na interaktivni tabli sem prikazala sliko pašnika v obliki trikotnika, kvadratno sliko, prt na pravokotni mizi ipd., učencem sem nato zastavila vprašanja, kako dolga je ograja pašnika, koliko centimetrov letvice potrebujemo za okvir slike, največ kako veliko mizo lahko prekrije prt, da bo pokrita v celoti ... Po ponovitvi predznanja je vsaka skupina dobila učni list. V ekoučilnici so vzeli potrebne pripomočke in se odpravili na teren. S pomočjo slike na učnem listu so poiskali točno določen prostor v okolici šole – orientacija. Nato se je vsaka skupina lotila reševanja različnih problemov. Opravili so analizo stanja in pomagali vodstvu šole pri izboru najugodnejšega ponudnika za menjavo dotrajane ograje, plošč pod igrali, desk ob peskovniku ipd. V skupinah so si sami razdelili naloge, med seboj so se pogovarjali/dogovarjali, nekateri so merili in pridobivali podatke, potrebne za izračun zahtevanih količin, drugi so si meritve/podatke simbolično zapisovali na učni list, tretji so že razmišljali, logično sklepali in računali. Na koncu je imela večina učencev v skupini vse probleme rešene in zapisane poti do rešitev z vmesnimi računi ter sklepi. Učenci so se preizkusili tudi v zastavljanju problemov. Čez 20 minut smo se zbrali v ekoučilnici, kjer je vsaka skupina poročala. Najprej so učenci vsake skupine predstavili problem in nato reševanje le-tega: narisali so skico, izbrali ustrezno strategijo reševanja (izbrali/izpeljali obrazec), zapisali ustrezne račune/izraze in na koncu odgovor. Preostali učenci,

aktivni poslušalci, so izražali soglašanje/ugovore in dopolnili poročanje s svojimi predlogi. Vsaki skupini sem podala povratno informacijo o njihovem delu, učenci so zapiske dopolnili. Sledil je zaključek, v katerem sem povzela uro, podala navodila za domače delo in napotke za naslednjič. Učenci so bili to uro še posebej aktivni, motivirani za delo, sproščeni in spontani. Nekoliko več pomoči sta potrebovali skupini, v katerih so bili učno šibkejši učenci, kar je bilo pričakovati. Druge skupine so bile zelo samostojne. Menim, da bi učenci potrebovali, kot so mi tudi zaupali, več takšnih ur v naravi, kjer se učijo izkustveno – v konkretnih življenjskih situacijah. Delali so z večjo zavzetostjo, posledično je znanje trajnejše in njihov uspeh toliko večji, kar se je kasneje pokazalo pri preverjanju znanja. Glede na večletne izkušnje lahko povem, da se precej učencev pred izvedbo tovrstnih ur ni lotilo reševanja besedilnih nalog o obsegu ali ploščini, kar se je videlo tako pri notranjih kot tudi zunanjih preverjanjih znanja. Po poglobljeni analizi stanja sem načrtovala v tem prispevku predstavljeni pouk, saj je razumevanje pomembnejše od poznavanja dejstev. Podobno ugotavlja tudi Marentič Požarnik v enem izmed svojih del (1992).

**Ključne besede:** izkustveno učenje v naravi, problemski pouk, obseg in ploščina

### **Abstract**

The use of multiple learning strategies and improvement in reading comprehension is the primary goal of our school. The eco-classroom that was built a couple of years ago, enables us to bring the pupils closer to nature, which gives them a greater feeling of "learning for life". (Sunderland, 2008) The emphasis was on teamwork, problem understanding and solving. They even had to come up with their own questions about the project theme. We noticed higher activity and motivation, and relaxed and spontaneous behaviour among pupils. The "learn by example strategy" makes the learnt content more permanent and useful in everyday life, which was later confirmed in the marked exams.

**Keywords:** learn by example in nature, problem-solving education, perimeters and areas

### **Viri**

1. Berk, J. idr. (2013): Skrivnosti števil in oblik 6, učbenik in zbirka nalog, Rokus Klett, Ljubljana.
2. Marentič Požarnik, B. (1992): Izkustveno učenje – modna muha, skupek tehnik ali alternativni model pomembnega učenja?, *Sodobna pedagogika*, letnik 43, št. 1/2, str. 1–16.
3. Strmčnik, F. (1992): Problemski pouk v teoriji in praksi, Didakta, Ljubljana.
4. Sunderland, M. (2008): Znanost o vzgoji, Didakta, str. 14–19.
5. Žakelj, A. idr. (2011): Učni načrt. Program osnovna šola. Matematika, Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.

# GEOMETRIJA V PRVEM TRILETJU OSNOVNE ŠOLE

## Geometry in the First Triad of Primary School

Simona Kolarič Wolf

[simona.wolf@guest.arnes.si](mailto:simona.wolf@guest.arnes.si)

OŠ Gornja Radgona

### Razširjeni povzetek

Matematika je pogostokrat predmet, ki se ga učenci učijo z odporom in v njem ne vidijo uporabnosti znanja. Zato jim učitelji na razredni stopnji skušajo približati obravnavane vsebine z najrazličnejšimi dejavnostmi, v katerih je veliko konkretizacije, praktičnega dela in igre (Mrak Merhar idr., 2014). Tudi sama sem med poučevanjem ugotovila, da je treba poučevanje geometrije v prvem triletju predvsem prilagoditi poučevanju s konkretnimi materiali. Poleg tega je pomembno, da snov podajamo multisenzorno in da vsebine medpredmetno povezujemo. Zato na začetku članka predstavljam teoretična izhodišča o teh področjih poučevanja. Uporabo teoretičnih znanj ter raziskav povežem s prakso s pomočjo konkretne učne priprave in analize. Na koncu dodajam še nekaj možnosti, kako popestriti in približati matematiko s področja geometrije učencem v prvem triletju, in pri tem upoštevam osnovne elemente sodelovalnega učenja, informacijsko-komunikacijske tehnologije in didaktičnih iger. Vse to z namenom, da učitelji pridobijo ideje, kako učence pripeljati do znanja geometrijskih pojmov in postopkov tako, da bi le-te razumeli, videli njihov smisel in vpetost v vsakdanje življenje.

Otrokov svet ob začetku šolanja sestoji predvsem iz konkretnih stvari in konkretnih operacij, zato mora tudi pouk potekati na konkretni ravni. Tudi učni načrt je naravnan tako, da učenca najprej seznani s tridimenzionalnimi oblikami, ki ga obkrožajo, šele nato začnemo s poučevanjem na simbolni ravni (Učni načrt, 2011). Podobno navajata tudi Williams in Shuard (1994), ki pravita, da je na začetku poučevanja nove učne snovi konkretni material tisti, s katerim lahko učencu približamo učno snov. Na začetku gre predvsem za prosto igro, ki temelji na otrokovi radovednosti. Ob igri pa učenci spoznavajo določene lastnosti teles, razvijajo prostorske predstave in orientacijo. V praksi sem ugotovila, da je zelo pomembno, da učencem geometrijo predstavimo multisenzorno, zato že pri načrtovanju dejavnosti skušam upoštevati razlike v učnih stilih učencev. Tudi avtorica Peklaj (1991) pravi, da si učenci snov, podano multisenzorno, lažje zapomnijo in povežejo z vsakodnevnimi situacijami. Pri geometriji zato uporabljam veliko slikovnih ponazoritev, da učenci, pri katerih prevladuje vizualni način učenja, niso prikrajšani. Tudi rezultati raziskave Vesne Šepec (2013) so pokazali, da je učenje, ki poteka veččutno, za učence prijetnejše, manj naporno in enostavnejše, zapomnitev trajnejša in uspehi v povprečju veliko boljši. Prav to pa tudi sama opažam pri multisenzornem poučevanju. Prav tako

sem ugotovila, da so bili učenci najbolj motivirani in aktivni pri dejavnostih, ki so potekale v paru ali v skupini. Tudi Johnson in Johnson (1987, v Vidmar, 1995) navajata, da učenci s sodelovalnim učenjem gradijo svojo miselno strukturo tako, da se aktivno ukvarjajo z okoljem in predmeti, ki jih obkrožajo. Tako se učijo novih pojmov, jih povezujejo in uporabijo v novih situacijah. Kot pomemben dejavnik za uspešno poučevanje se je izkazalo tudi medpredmetno poučevanje. Prek takega pouka so učenci povezovali naučena znanja z vsakodnevnim življenjem.

Podobne rezultate so dobili v projektu Vodenje za učenje (Arzenšek idr., 2011), kjer rezultati raziskave kažejo, da medpredmetno povezovanje pouk močno obogati, učenci pa lažje povežejo vsebine in jih dojemajo kot zaključeno celoto, iz katere lažje luščijo bistvo. Maja Ovsenik (2008) je v svojem magistrskem delu raziskovala poučevanje geometrije s pomočjo IKT. Raziskava je pokazala, da so učenci, ki so geometrijske osnove usvajali s pomočjo IKT, na končnem preverjanju znanja dosegli statistično pomembno višje število točk na področju ravninske geometrije. Tudi sama sem med poučevanjem ravninske geometrije ugotovila, da jo učenci bolje razumejo, če se jo učijo s pomočjo IKT. Na podlagi raziskav, ki sem jih vključila v članek, in lastnih izkušenj menim, da vsi ti pristopi pripeljejo učence do kakovostnejšega dolgoročnega znanja in povezovanja naučenega z vsakodnevnimi izkušnjami.

**Ključne besede:** geometrija, multisenzorno poučevanje

### **Abstract**

Teachers plan classroom activities according to the children's level of development. In this way we enable them complete and optimal personal development. The teachers of the first triad apply various ways of teaching in order to help pupils with the perception and automation of mathematical skills and concepts in geometry. By means of multisensory teaching, active learning activities, illustrative examples, real objects, information and communications technology, didactic games and cross-curricular teaching, pupils acquire high-quality knowledge in the field of geometry, which is memorised more easily as well, and they are more motivated for school work.

**Keywords:** geometry, multisensory teaching

### **Viri**

1. Arzenšek, K., Deutsch, S., Košpenda, V., Kumer, V., Laco, J., Lamut, N., Lazar, J., Širec, A. (2011). Medpredmetno povezovanje kot strategija za kakovostno učenje učencev v osnovni šoli. Vodenje v vzgoji in izobraževanju, letnik 9, št. 1, str. 33–58, 115. Pridobljeno s: <http://www.dlib.si> Mrak Merhar, I., Umek, L., Jemec, J., Repnik, P. (2014).

2. Didaktične igre in druge dinamične metode. Ljubljana: Salve d.o.o. Ovsenik, M. (2008). Uporaba računalnika pri urah geometrije v 2. razredu osnovne šole. Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani: Pedagoška fakulteta.
3. Peklaj, C. (1991). Kognitivni stil v povezavi z ustvarjalnostjo in uspešnostjo učencev. Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani: Filozofska fakulteta.
4. Šepec, V. (2013). Uporaba veččutnega poučevanja pri pouku tujih jezikov. Vestnik za tuje jezike, letnik 5, št. 1/2, str. 275–289.
5. Učni načrt za matematiko programa osnovna šola (2011). Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana. Pridobljeno s [http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni\\_UN/UN\\_matematika.pdf](http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_matematika.pdf)
6. Vidmar, Z. (1995). Učenje osnovnih geometrijskih pojmov pri matematiki v 5. razredu nekoliko drugače. Educa. št. 4, str. 414–421.
7. Williams, E., Shuard, H. (1994). Primary mathematics today. London: Longman for the School Curriculum Development Committee.

# KOCKA IN KUB DVOČLENIKA

## Cube and Cube of a Binomial

Dragica Kalan

[dragica.kalan@guest.arnes.si](mailto:dragica.kalan@guest.arnes.si)

Šolski center Škofja Loka, Srednja šola za lesarstvo

### Razširjeni povzetek

Namen prispevka je prikazati povezavo med računanjem z izrazi in prostornino geometrijskih teles, kar je za nekatere učence precej abstraktno in zato težavno opravilo. Predvsem učenci s konkretnim načinom razmišljanja imajo velike težave, ker si težko simbolno predstavljajo vse posamezne člene izraza in potem ne morejo sintetizirati celote rezultata. Nekateri imajo težave z računanjem prostornin (in površin) geometrijskih teles. Najprej vprašajo, katero formulo naj uporabijo, pa čeprav gre za najenostavnejše stvari. Za metodični pristop sem zato izbrala Brunerjevo klasifikacijo reprezentacij, ki učenec omogoča prehod iz konkretnega v simbolno. Bruner predstavlja tri stopnje reprezentacij, ki za naš primer pomenijo:

- enaktivna reprezentacija: učenci matematično dejstvo zaznavajo in občutijo z motorično akcijo, to pomeni rokovanje z modeli (v našem primeru vzame lesene kocke v roke in sestavlja kocko po formuli za kub dvočlenika, uporabljamo lesene kocke in kvadre, izdelane v naših šolskih delavnicah za namen razrešitve kuba dvočlenika);
- ikonična reprezentacija omogoča povzemanje dogodkov s selektivno organizacijo (učenca vodimo, da na nariše skico, iz katere je razvidna zgradba posameznih delov kuba dvočlenika) in tako z lastno aktivnostjo transformira motorični in vidni dražljaj v simbolnega na ravni skice;
- simbolna reprezentacija zapisa in izračuna matematičnega izraza je v celoti simbolni prikaz matematičnih pojmov z zapisom in izračunom kuba dvočlenika. Učenec izračuna kub dvočlenika in to je v celoti simbolna raven mišljenja. Da bi učenec to lahko izračunal, potrebuje naslednja predznanja: razumeti mora pomen potence, kvadrirati dvočlenike, poznati zaporedje operacij za razrešitve izrazov z oklepaji, razumeti mora pomen črke v izrazu kot matematično količino, razumeti mora pomen enakovrednosti členov v izrazu, poznati in uporabljati mora formulo za kvadrat dvočlenika.

Metodični postopki realizacije učne ure s temo kocka in kub dvočlenika:

1. Učencem damo v roke kocko in kvader. Hitro se spomnijo, kako se izračuna prostornina teh dveh teles.
2. Nato jim damo na klop dve kocki z različnimi robovi (dolžini robov označimo z  $a$  in  $b$ ) ter po tri kvadre (dimenzije  $a \times a \times b$ ) in tri kvadre (dimenzije  $a \times b \times b$ ). Naročimo jim, naj iz teh osmih teles sestavijo kocko z robom  $a + b$ . Vprašamo jih, koliko meri prostornina te kocke.

3. Pogovorimo se, da prostornino lahko izračunamo na dva načina: krajši način je, da zmnožimo  $(a + b) \times (a + b) \times (a + b)$  ali daljši način, da seštejemo prostornini obeh kock in šestih kvadrov.

4. Potem se lotimo formule za kub dvočlenika  $(a + b)(a + b)(a + b)$ . Formulo izpeljemo. Ogledamo si, iz katerih členov je sestavljena. Člene primerjamo s prostornino delov kocke z robom  $a + b$ , ki smo jo prej sestavili. Ugotovijo, da v formuli nastopata dva člena, ki predstavljata kocki z robom  $a$  in  $b$ , ter trije kvadri  $a \times a \times b$  in trije kvadri  $a \times b \times b$ . Telesa – sestavne dele kocke z robom  $a + b$  postavimo v vrsto, tako kot si sledijo v formuli.

5. Tako si učenci lažje zapomnijo formulo, hkrati pa ponovijo nekaj malega iz geometrije in povežejo različni področji med seboj (geometrijo in algebrske izraze) in matematiko doživijo na konkretnem in simbolnem nivoju, kar omogoča razumevanje učenecem, ki razmišljajo konkretno in simbolno.

Sklep

V prikazanem inovativnem metodičnem pristopu izračuna kuba dvočlenika smo sledili naslednjim didaktičnim načelom: načelo postopnosti od konkretnega k abstraktnemu, načelo sistematičnosti in nazornosti, načelo aktivnosti in vzgojnosti, načelo trajnosti znanja in prenosljivost znanj na sorodna interdisciplinarna področja.

**Ključne besede:** kub, dvočlenik, kocka

### Abstract

This article shows the similarity between elements that we get with the cube of a binomial  $a + b$  and parts of a cube with the edge  $a + b$  (one cube with the edge  $a$  and one with the edge  $b$ , three rectangular solids  $a \times a \times b$  and three rectangular solids  $a \times b \times b$ ).

**Keywords:** cube of a binomial, binomial, cube

### Viri

1. Kavka, D., Pavlič, G., Rugelj, M., Šparovec, J. (1999): Od rovaša do enačb. Modrijan.
2. Rugelj, M., Šparovec, J., Kavka, D., Pavlič, G. (2002): Od logaritmov do vesolja. Modrijan.
3. Štalec, I., Štalec, M., Strnad, M. (1999): Matematika 1. DZS.
4. Lipovec, A. (2010): Pot v večjezičnost – učenje tujih jezikov v prvem vzgojno-izobraževalnem obdobju. Zaključna konferenca. Radenci.



# INTERAKTIVNA TABLA IN GEOMETRIJA

## Interactive Whiteboard and Geometry

Mag. Maruša Bergel

[marusa.bergel@telemach.net](mailto:marusa.bergel@telemach.net)

Osnovna šola Josipa Vandota Kranjska Gora

### Razširjeni povzetek

Motivacija učencev postaja vedno pomembnejši del kakovostnega poučevanja in učenja. Pri tem poleg učiteljevih modernih pristopov k pouku in uporabe modernih metod poučevanja pomembno vlogo prevzema sodobna informacijsko-komunikacijska tehnologija, katere uporaba pozitivno vpliva na sodelovanje in aktivnost učencev. Interaktivna tabla kot eden najsodobnejših pripomočkov omogoča bolj zanimiv, učinkovit in dinamičen pouk, hkrati pa je omogočena boljša komunikacija učitelja z učenci (Becta, 2003; Becta, 2004; Sambolić Beganović, 2014). Menim, da bi morala biti učiteljem matematike ob poučevanju geometrijskih vsebin interaktivna tabla nepogrešljiv pripomoček, saj možnost kakovostnega prikazovanja geometrijskih elementov in orodij, prikaz animacij in multimedijske predstavitve učiteljem omogočajo enostavnejše poučevanje, učencem pa boljše predstavljivost. V prispevku je prikazan primer uspešne prakse – uporaba interaktivnega učnega gradiva na interaktivni tabli pri poučevanju matematike v 7. razredu. Namen razvoja interaktivnega gradiva je bil, da bi z njegovo uporabo povečali motivacijo, aktivnost in sodelovanje učencev, obenem pa podprli učitelje pri njihovem delu. Interaktivno gradivo smo izdelali v programu Smart Beležnica za operacijski sistem Windows (Smart Notebook) in ga v prispevku podrobno predstavljamo. Kot del programske opreme so na voljo različna orodja in dodatki, s katerimi si lahko pomagamo pri izdelavi učnih gradiv. Sestavni del programa je galerija, v kateri je mnogo predmetov, ki so podlaga za različne aktivnosti, ki spodbujajo sodelovanje učencev.

Gradivo vsebuje naslednje štiri vsebinske enote, ki so namenjene utrjevanju učne snovi iz geometrije v 7. razredu: Transformacije, Trikotniki, Štirikotniki, Obsegi in ploščine. Snov, ki smo jo zajeli v vsaki enoti, sovпада z učnim načrtom za matematiko v osnovni šoli. Večina nalog je povzeta iz zbirk nalog za matematiko. Enote so namenjene utrjevanju (po predelanem poglavju) določene snovi. Za izvedbo posameznih enot naj bi učitelji porabili eno do dve šolski uri. Gradivo je namenjeno učiteljem, ki ga lahko uporabijo v prvotni obliki ali pa prilagodijo; določene aktivnosti izbrišejo, ne uporabijo ali dopolnijo. V prispevku je predstavljenih 10 različnih aktivnosti, ki smo jih uporabili v učnem gradivu. Aktivnosti so naslednje: kviz (Multiple Choice), vrtinec (Vortex Sort), preglednica z razvrščanjem besedila (Category Sort – Text), preglednica z ujemanjem (Keyword Match), poimenovanje slik (Image Match), razvrščanje slik (Image

Arrange), sestavljanje besed (Word Biz), ugibanje besed – košarka (Word Guess - Basketball), kocka (Dice) in pari (Pairs). Gradivo smo uporabili trije učitelji na dveh različnih šolah. Ob koncu prispevka je povzeto mnenje učiteljev in učencev o gradivu in uporabi interaktivne table pri utrjevanju znanja matematike.

**Ključne besede:** e-učenje, i-gradivo, interaktivna tabla

### **Abstract**

As one of the state-of-the-art tools in modern teaching, the interactive whiteboard positively affects pupils' motivation and activity. Its use in teaching geometry enables better spatial awareness and enhances communication between teacher and pupil. This paper presents interactive material made under the SMART Notebook programme for consolidating geometry in the 7th grade and the activities that were used. Teachers can use the material, which consists of four content units, in its original form, or they can optionally adapt it. The paper concludes with a summary of the opinions of teachers and pupils who have already tried out the material.

**Keywords:** e-learning, i-learning material, interactive whiteboard

### **Viri**

1. Bačnik, A. (2008): Didaktični potencial interaktivnih tabel, Vzgoja in izobraževanje, 39 (5), 20–24.
2. Becta (2003): What the resarch says about interactive whiteboards. Dostopno na: [http://www.hpedsb.on.ca/ec/services/cst/elementary/math/documents/whiteboards\\_research.pdf](http://www.hpedsb.on.ca/ec/services/cst/elementary/math/documents/whiteboards_research.pdf) (1. 10. 2015)
3. Becta (2004): Getting the most from your interactive whiteboard. A guide for primary schools. Dostopno na: <http://www.dit.ie/lttc/media/ditlttc/documents/gettingthemost.pdf> (1. 10. 2015).
4. Bergel, M. (2016): Interaktivno gradivo za utrjevanje znanja pri matematiki v 7., 8. in 9. razredu. Magistrsko delo. Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede.
5. Sambošič Beganović, A. (2014): Značilnosti učiteljskih interaktivnih gradiv, Sodobne teme na področju edukacije II, 329-342.
6. Več avtorjev: SKRIVNOSTI ŠTEVIL IN OBLIK 7, Zbirka nalog za 7. razred devetletne osnovne šole – dva dela. Rokus. Ljubljana, 2003.

# TELESA IN LIKE USVAJAMO Z METODO GIBANJA

## Learning Geometric Shapes with the Movement Method

Lea Petek

[lea.petek@ponikva.si](mailto:lea.petek@ponikva.si)

OŠ Blaža Kocena Ponikva

### Razširjeni povzetek

Gibanje in igra sta ključnega pomena za aktivno soustvarjanje učne ure. Pogosto mi pri delu ravno to predstavlja največji izziv pri oblikovanju in načrtovanju učnih ur. »Za otroke je gibanje normalno in naravno. Svoje telo uporabljajo za igro, učenje, komunikacijo in izražanje čustev. Gibanje otrokom predstavlja stik s konkretnimi pojavi, kar je temelj za kasnejšo abstrakcijo. Učijo se uporabljati lastno izkušnjo kot temelj lastnega znanja.« (Kavčič, 2005, str. 7) Ravno ta misel me je pritegnila, da sem pri poučevanju matematike začela vključevati več gibalnih dejavnosti. Ideje sem iskala pri glasbi, športu, plesu in v priročnikih za učence s specifičnimi učnimi težavami. Ob tem pa sem močno povezala in hkrati z aktivnostjo oblikovala medpredmetno povezovanje. Nam odraslim je mnogo stvari znanih, če jih preberemo ali slišimo, in včasih kar težko razumemo, da otroci sprejemajo in dojemajo stvari na svoj otroški način. Odrasli pozabimo, da smo tudi mi bili otroci, da smo dejansko svet spoznavali na gibalni in preprosti oz. praktični način. Razlika pa je danes samo v možnostih, ki nam jih nudi okolje. Ta pa nam ponuja premalo gibanja in izkustvenega učenja v naravnem okolju. Pri delu s 6- in 7-letniki želim, da bi te pojme usvojili čim bolj igrivo, razgibano. Veliko vpletam naravno okolje z ritmom in gibanjem. Ob tem pa se močno zavedam, da ne počnem nekaj na silo – umetno, ampak spontano in smiselno. Mnogo idej ob učenju z gibanjem mi dajo tudi učenci, nekateri najdejo tudi različne variacije, nekateri celo predstavijo povsem svojo igro ali pa v igro, ki jo že poznajo, vpletejo učno snov. Ta način dela vključuje vse učence ne glede na njihove sposobnosti. Pogosto pa se izkaže, da ravno učenci, ki imajo učne težave, pri teh urah oz. v teh nekaj minutah uživajo in nekateri celo blestijo. Pri urah sem si zadala naslednje ciljne metode učenja matematičnih pojmov z gibanjem:

- Učiti se abstraktnih matematičnih pojmov in znanja na konkreten način.
- Raziskovati povezanost matematike z realnim svetom.
- Izkusiti ustvarjalni način za raziskovanje matematičnih pojmov.
- Usvojiti matematično besedišče v vsakdanjem življenju (Kavčič, 2005, str. 19).

### DEJAVNOSTI

V nadaljevanju bom predstavila gibalne dejavnosti pri utrjevanju poimenovanja likov in teles, ki so povzete po Kavčičevi. Vsaka izmed teh dejavnosti ponuja veliko različnih možnosti za celotno skupino ali manjše število učencev. Pri njih potrebujemo naslednje pripomočke: CD-predvajalnik, radio ali računalnik,

makete teles, kartončki likov, glasbila (boba/palčke ipd.), barvne krede, lepilni trak, zunanje igrišče, telovadnica, učilnica. Vsem dejavnostim je skupno to, da se učenci prosto gibljejo po prostoru (ples, hoja, korakanje, poskakovanje itd.) ob glasbi ali petju. Kadar glasba/petje utihne, poiščejo ustrezen lik ali telo, se skrijejo za predmet, ki ima obliko določenega telesa. Poiščejo ustrezen lik, narisana na tleh, ali ga narišejo. Sodelujejo lahko kot skupina ali kot posamezniki. V tem sklopu smo izvedli tri dejavnosti: Sestavimo, Poišči me in Skoči vame. Vse dejavnosti lahko z navodili otežimo in tako diferenciramo ali pa prepustimo ideje učencem in so tako še dodatno aktivno vključeni tudi v načrtovanje izvedbe igre.

#### OPAŽANJA

Ob tovrstnih gibalnih dejavnostih opažam sproščenost učencev, navdušenje, spontanost, zanimanje in večjo voljo do šolskega dela. Učenci so ob tem aktivni, iščejo rešitve, navezujejo stike s sovrstniki, bolj so pripravljeni sprejemati kompromise, izboljša sem jim tudi govor, izboljša pa se tudi komunikacija oz. klima v razredu.

**Ključne besede:** učenje z gibanjem, matematični pojmi, telesa in liki

#### Abstract

Movement and play are essential for the active co-creation of lessons. This often constitutes the biggest challenge in designing and planning lessons. This work method involves all students regardless of their abilities. The teacher sets the learning objectives and the method of learning mathematical concepts through movement. Such movement activities make students more excited, spontaneous, curious, and more motivated for school work. Students are active, looking for solutions, making contact with peers, and more willing to make compromises; they also improve their communication skills and the classroom climate.

**Keywords:** learning through movement, mathematical concepts, two- and three-dimensional geometric shapes

#### Viri

1. Andrejka Kavčič, R. (2005): Učenje z gibanjem pri matematiki: priročnik gibalnih aktivnosti za učenje in poučevanje matematike v 2. razredu devetletke, Ljubljana; Društvo Bravo.
2. Knific, M. (2015): Vključevanje slovenske ljudske plesne dediščine v vzgojno-izobraževalni proces v osnovni šoli. Doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, Ljubljana.

## SPREMLJANJE UČENCA PRI UČENJU MATEMATIKE Supporting Student's Learning of Mathematics

Mag. Sonja Rajh, Jerneja Bone

[sonja.rajh@zrss.si](mailto:sonja.rajh@zrss.si), [jerneja.bone@zrss.si](mailto:jerneja.bone@zrss.si)

Zavod RS za šolstvo

Kdaj lahko učitelj kakovostno spremlja učenca oziroma dijaka pri učenju matematike? Takrat, ko ga dobro pozna. Spozna pa ga, če ga opazuje pri učenju, se z njim pogovarja in ga posluša. Ob tem spozna njegova močna in šibka področja. Vse to učitelju pomaga, da prilagaja metode in oblike pouka učencu in vzpostavlja spodbudno učno okolje, učencu pa poskuša pomagati, da doseže največ kar zmore. Učni proces prilagaja raznolikim učencem oz. dijakom, ki jih ima v razredu: nadarjenim, učencem s težavami, učencem tujcem in drugim, saj ima vsak individualne značilnosti in potrebe. Avtorji prispevkov so razvili in preizkusili raznovrstne didaktične rešitve za raznolike skupine učencev, ki nam jih na konferenci predstavljajo v pričujočih prispevkih.

V slovenskem šolskem prostoru se že vsaj deset let seznanjamo s formativnim spremljanjem, v zadnjih letih pa se temu pristopu posvečamo zelo intenzivno. Učitelji poučujejo po načelih formativnega spremljanja v različnih projektih, ki jih vodi Zavod RS za šolstvo, kot so EUfolio – razvojni listovnik, projekt ATS 2020 – formativno spremljanje in vrednotenje transverzalnih veščin s pomočjo IKT in razvojna naloga Formativno spremljanje/preverjanje. Od učiteljev, ki so vstopili v zgodbo formativnega spremljanja, največkrat slišimo, da so sočasno spreminjali sebe in način poučevanja. Spoznali so, da so jim učenci sledili, da zmorejo in da so v učnem procesu oboji bolj zadovoljni. Mnogi avtorji se v prispevkih poleg teoretičnih osnov osredotočajo na praktične izkušnje in z nami delijo preizkušene pristope k formativnemu spremljanju. V prispevkih so predstavljene dejavnosti, ki so jih učitelji izvedli z učenci: od preverjanja predznanja, podajanja povratne informacije učitelja učencu in med učenci do tega, kako so si učenci zastavljali cilje in oblikovali kriterije uspešnosti ter kako so samovrednotili svoje dosežke.

# MATEMATIČNA NADARJENOST DOLOČA ŽIVLJENJSKO POT

## Later Life Determined by Mathematical Precocity

Dr. Tina Bregant, dr. med., spec. pediatrije

tina.bregant@siol.net

Univerzitetni rehabilitacijski institut Republike Slovenije (URI Soča)

### Razširjeni povzetek

Otrokom želimo s šolanjem ponuditi temeljna znanja in jih usposobiti za poklicno in osebno življenje. Če bi ugotovili, katera znanja, lastnosti in navade so ključne za kasnejši uspeh v življenju, bi ta področja lahko razvijali bolj ciljano. V prispevku pregledamo dolgoročne longitudinalne raziskave o matematično nadarjenih ter o učinkih specifičnih posegov, ki so usmerjeni v pridobivanje matematičnih kompetenc.

Matematične kompetence in življenjski uspeh

Matematične kompetence se povezujejo s sposobnostjo procesiranja matematičnih simbolov in določanja količine, kar je do določene mere vrojeno, z zorenjem možganov pa zahteva vedno bolj kompleksno procesiranje informacij in interakcijo matematično specifičnega možganskega mrežja (Bregant, 2016). To mrežje, ki je ločeno od jezikovnega, zahteva aktivnost razvojno zgodaj zrelih področij, ki procesirajo prostorskozaznavne in količinske informacije. Zato nam zrelost procesiranja količin in prostorskozaznavne sposobnosti že v predšolski dobi napovedujejo kasnejšo matematično uspešnost (Amalrica in Dehaene, 2016).

Ob genetski predispoziciji tudi predšolske izkušnje in spodbudno okolje določajo kasnejše uspehe pri matematiki. Učinki obogatenih materialov, dejavnosti in interakcij med vzgojitelji/učitelji in učenci v najzgodnejših letih učenja se kažejo še štiri leta po učinkoviti intervenciji, usmerjeni v matematiko, z boljšimi akademskimi uspehi preiskovancev (Preisner-Feinberg idr., 2001). Za leta formalnega šolanja, ki so povezana z višjimi akademskimi uspehi, pa iz velikih populacijskih raziskav vemo, da velja, da so povezana z boljšim splošnim zdravjem, manjšo umrljivostjo zaradi raka, srčnožilnih obolenj in smrti v nesrečah, v skupinah, starih med 40 in 70 let (Lager in Torssander, 2012). Zdravstvenih kazalnikov ne smatramo za merilo življenjskega uspeha, čeprav ekonomsko gledano le optimalno zdravje omogoča polno udeležbo v družbi. Družbenoekonomska sfera meri uspeh s prisotnostjo kritičnega človeškega kapitala, ki ima jasne ekonomske učinke na splošno družbeno dobrobit. Zato so v veliki prospektivni raziskavi, v kateri so sledili matematično najbolj nadarjenim, ki predstavljajo zgornji 1 % populacije (matematični talenti), za merilo uspeha vzeli več kazalnikov (Clynes, 2016). V vključeni kohorti je 1037 moških in 613

žensk do svojega 35. leta objavilo: 85 knjig, 7572 člankov, 681 patentov in pridobilo za 358000000 dolarjev sredstev. V skupini so poročali o visokem zadovoljstvu z življenjem, pri čemer so imeli moški praviloma visokoprofilirane kariere, medtem ko so matematično nadarjene ženske znatno več časa in energije posvetile družini in družbi, kar je verjetno povezano z nižjim položajem v primerjavi z enako nadarjenimi moškimi (Lubinski idr., 2014).

Iz raziskav sklepamo, da je matematična nadarjenost, ki jo prepoznamo že v otroštvu, močan napovedni dejavnik uspeha v življenju, ki ga merimo z akademsko izobrazbo, socioekonomskim položajem, zaslužkom, položajem in močjo v družbi. Leta šolanja se povezujejo s pozitivnimi zdravstvenimi kazalniki, kar je za družbo ugodno. Pri otrocih iz skupine ekonomsko in socialno manj privilegiranih pride do boljšega uravnavanja in nadzora vedenja ter zmanjšanja težavnih vedenj, če se jim ponudi v matematiko usmerjeno intervenco. Ti učenci pridobijo več samonadzora in pripadnosti šoli in učenju; bolj pogosto kot pred intervenco so pridružena pozitivna socialno-čustvena vedenja (Dobbs idr., 2006). Ker je deprivilegiranih precej več, kot je nadarjenih, so globalni učinki drugačni, a za blagostanje družbe prav tako pomembni.

Iz raziskav lahko povzamemo, da matematično nadarjeni otroci praviloma zrastejo v odrasle moške in ženske, ki predstavljajo kreativno in profesionalno vodstvo z jasnimi ekonomskimi učinki na družbo, v kateri delujejo. Če v družbi negujemo matematično mišljenje že v otroštvu, lahko pričakujemo več blagostanja za celotno družbo.

**Ključne besede:** matematične kompetence, razvojne spodbude, uspeh v življenju

### **Abstract**

The article provides an overview of findings regarding the correlation between mathematical competences and later success in life. We can stimulate mathematical abilities with preschool programmes. When stimulating such abilities in economically and socially underprivileged students, it leads to less difficult behavioural patterns, and positive socio-emotional behaviour and attitudes towards learning, which contributes to an engaged academic life-style. The Study of Mathematically Precocious Youth showed that their adult careers, accomplishments, and psychological well-being far exceeded base-rate expectations. It can be concluded from these findings that mathematical precocity early in life predicts later creative contributions and leadership in critical occupational roles.

**Keywords:** mathematical competences, developmental incentives, life success

## Viri

1. Amalrica M, Dehaene S. (2016): Origins of the brain networks for advanced mathematics in expert mathematicians. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, letn. 113, št. 18, str. 4909–4917.
2. Bregant, T. (2016): Matematične sposobnosti pri otrocih : nekaj vrojenega, nekaj pridobljenega, a vedno lahko vir zadovoljstva. *Obzornik za matematiko in fiziko*, letn. 63, št. 1, str. 18–24.
3. Clynes, T. (2016): A long-running investigation of exceptional children reveals what it takes to produce the scientists who will lead the twenty-first century. *Nature*, letn. 537, str. 152–155.
4. Dobbs, J., Doctoroff, G. L., Fisher, P. H., Arnold, D. H. (2006): The association between preschool children's socio-emotional functioning and their mathematical skill. *Journal of applied developmental psychology*, letn. 27, str. 97–108.
5. Lager, A. C., Torssander, J. (2012): Causal effect of education on mortality in a quasi-experiment on 1.2 million Swedes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, letn. 109, št. 22, str. 8461–8466.
6. Lubinski, D., Benbow, C., P., Kell, H. J. (2014): Life paths and accomplishments of mathematically precocious males and females four decades later. *Psychological science*, letn. 1, št. 12, str. 2217–2232.
7. Preisner-Feinberg, E. S., Burchinal, M. R., Clifford, R. M. (2001): The relation of preschool child-care quality to children's cognitive and social developmental trajectories through second grade. *Child development*, letn. 72, št. 5, str. 1534–1553.



# NPZ IN UČENCI S PRIMANJKLJAJI

## National Assessment of Knowledge for Pupils with Disabilities

Mag. Gabrijela Kverh Žgur  
zgur.gabrijela@gmail.com  
Osnovna šola Kozara Nova Gorica

### Razširjeni povzetek

Preizkusi znanja matematike na nacionalnem preverjanju znanja (NPZ), v programu mednarodne primerjave dosežkov učencev (PISA) in v okviru mednarodne raziskave trendov znanja matematike in naravoslovja (TIMSS) postajajo za vse učence, posebno pa še za učence s posebnimi potrebami (PP) in za učence s primanjkljaji pri učenju matematike (PUM) vse zahtevnejši. Skupina učencev s posebnimi potrebami (PP), ki imajo odločbo o usmeritvi, predstavlja 8,8 % populacije devetošolcev. Z raziskavo ugotavljamo, da je znotraj skupine učencev s PP kar 28,3 % učencev, ki imajo PUM, poleg tega pa lahko tudi druge motnje, kot so motnje branja in pisanja (MBP), motnje pozornosti in koncentracije (MPK), govorno-jezikovne motnje (GJM) in dispraksijo (DIS). Izkazano znanje učencev s PUM je kljub prilagoditvam, ki so jih ti deležni pri NPZ iz matematike (MAT) in slovenščine (SLO), pomembno nižje od znanja vrstnikov tako pri NPZ iz SLO kot tudi pri NPZ iz MAT na vseh taksonomskih ravneh. Povprečni rezultat na preizkusu NPZ iz MAT je pri teh učencih nižji tudi od povprečnega rezultata, ki so ga dosegli učenci iz skupine učencev s PP. Skupine učencev, ki smo jih oblikovali na temelju njihovih primanjkljajev, so glede na dosežke pri NPZ iz MAT zelo heterogene, zato smo statistično pomembne razlike med skupinami potrdili le pri nalogah, ki preverjajo znanje računskih operacij in zaokroževanja, kjer statistično pomembno boljše rezultate dosegajo učenci, ki imajo poleg PUM tudi MPK, in učenci, ki imajo poleg PUM tudi GJM, najslabše pa učenci, ki imajo poleg PUM tudi MBP. Med dosežki na NPZ iz SLO in MAT smo pri vseh skupinah učencev s PUM, ki so bile zajete v vzorec, ugotovili pozitivno zmerno povezanost. Motnje pozornosti in govorno-jezikovne motnje pomembno vplivajo na povezanost izkazanega znanja MAT in SLO. V skladu s pričakovanji smo ugotovili, da statistično pomembno boljše dosežke na NPZ iz MAT dosegajo učenci, ki imajo možnost uporabiti žepno računalno. Učenci, ki smo jih zajeli v raziskavo, najslabše rešujejo naloge reševanja in raziskovanja problemov. Učenci s PUM pri izkazovanju matematičnega znanja pa tudi znanja slovenščine ne morejo dosegati primerljivih rezultatov z vrstniki. Proceduralno znanje MAT pri učencih s PUM kaže zaostanek v razvoju, primanjkljaji pri deklarativnem znanju pa so globlji in kažejo na razvojno drugačnost. Načrtovana premišljena uporaba prilagoditve pri NPZ, kot je uporaba žepnega računalna, daje učencem s PUM možnost, da

izkažejo matematično znanje reševanja in raziskovanja problemov, ki je temelj matematične pismenosti.

**Ključne besede:** nacionalno preverjanje znanja, primanjkljaji pri učenju matematike, motnje pozornosti in koncentracije

### **Abstract**

Exams in Mathematics within the scope of the National Assessment of Knowledge (NAK), the Program for International Student Assessment (PISA), and Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) are becoming more and more demanding for all pupils, in particular for pupils with special needs (PP) and pupils with learning difficulties in Mathematics (PUM). The group of pupils with special needs (PP) represents 8.8% of ninth graders. In the group of pupils with PP there are 28.3% of pupils with PUM and even certain other disabilities, such as reading and writing disabilities (MBP), attention deficit disorder (MPK), speech and language disorders (GJM), or dyspraxia (DIS). Their knowledge is significantly lower than the knowledge of their peers in the NAK exam in Slovene language, as well as in the NAK exam in Mathematics at all taxonomic levels. The average result of the NAK exam in Mathematics of these pupils is also lower than the average result of pupils with PP. Statistically significant differences between the groups were verified only in the assignments that test the knowledge of arithmetic operations and rounding, where statistically significant better results were achieved by the pupils that demonstrated MPK in addition to PUM, and the pupils that demonstrated GJM in addition to PUM, while the worst results were achieved by pupils with MBP in addition to PUM. The results of NAK in SLO and MATH of all groups of pupils with PUM included in the sample indicated a moderate positive correlation. Attention deficit disorder, and speech and language disorders have a significant impact on the correlation of the demonstrated knowledge of MATH and SLO. As expected, it has been established that statistically significant better results of NAK in MATH are achieved by pupils who are allowed to use a calculator.

**Keywords:** National Assessment of Knowledge, learning difficulties in Mathematics, reading and writing disabilities

### **Viri**

1. Brešar, M., Forstenič, F. (2010): Matematika in razvoj osebnosti. Delo, Gostujoče pero, 12. 3. 2010.
2. Kavkler, M. (2015): Učne težave pri matematiki: Uresničevanje Koncepta dela učne težave v osnovni šoli. Matematika v osnovni šoli, 21, št. 3-4, str. 4–16.
3. Kverh Žgur, G. (2016): Nacionalno preverjanje znanja iz matematike pri učencih s primanjkljaji na posameznih področjih učenja. Magistrsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.

# UČNE TEŽAVE PRI ARITMETIKI IN SKUPINSKA POMOČ

## Arithmetic Learning Difficulties and Group Support

Mag. Mihaela Mataič Šalamun  
mihaela.mataicsalamun@osbeltinci.si  
Osnovna šola Beltinci

### Razširjeni povzetek

Rezultati raziskav, povezanih z učnimi težavami pri učenju matematike, kažejo, da matematični dosežki posameznika pomembno vplivajo na njegovo izobraževalno uspešnost, na njegove možnosti zaposlitve in tudi na duševno zdravje. Ene od pogostejših učnih težav pri matematiki so učne težave pri učenju aritmetike. Učenci z učnimi težavami pri učenju aritmetike imajo nezadostno avtomatizirana aritmetična dejstva in postopke v algoritmu za aritmetične operacije (Geary, 2004; Jordan, Hanich in Kaplan, 2003; Ostad, 2000; Tancig, Kavkler in Magajna, 2004), kar je pogosto vzrok za učne težave teh učencev skozi celotno osnovnošolsko izobraževanje, zato potrebujejo specifične pristope in intenzivnejše učenje različnih strategij.

Ena od učinkovitih oblik obravnave učencev z učnimi težavami pri matematiki je skupinska oblika pomoči na tretjem koraku slovenskega petstopenjskega modela pomoči učencem z učnimi težavami (Magajna, Kavkler, Čačinovič Vogrinčič, Pečjak, Bregar Golobič, 2008). Ta omogoča vključitev več učencev hkrati v obravnavo ter več komunikacije med učenci, kar pomembno vpliva na napredek učencev pri učenju matematike. Večstopenjski modeli pomoči omogočajo učinkovito odkrivanje učencev, ki so rizični za učni neuspeh pri matematiki in/ali na drugih področjih učenja, ter učinkovitejše in intenzivnejše oblike pomoči, ki so v primerjavi z običajnimi oblikami dela z učenci organizirane bolj zgodaj (Kavkler, 2011).

Z namenom zmanjšati ali odpraviti učne težave pri aritmetiki pri učencih z učnimi težavami in preprečiti nizkih izobraževalnih rezultatov pri aritmetiki v višjih razredih osnovne šole sem oblikovala kompenzacijski program razvoja aritmetičnih znanj in spretnosti pri učencih z učnimi težavami pri aritmetiki v 3. razredu osnovne šole ter model obravnave učencev v okviru skupinske pomoči ob vrstniški pomoči na tretjem koraku petstopenjskega modela pomoči učencem z učnimi težavami (Mataič Šalamun, 2016). Program je zajemal razvoj aritmetičnih znanj in spretnosti v skupini in razvoj aritmetičnih dejstev in postopkov na računalniku.

V vzorec je bilo zajetih 16 učencev z učnimi težavami pri učenju aritmetike, ki so bili vključeni v skupinsko obravnavo (skupina 1), 14 učencev z učnimi težavami pri učenju aritmetike, ki niso bili deležni pomoči po navedenem programu (skupina 2), in 209 vrstnikov, ki niso imeli prepoznanih učnih težav pri aritmetiki

(skupina 3). Iz skupine 3 smo izbrali 14 učencev, ki so izvajali vrstniško pomoč učencem z učnimi težavami pri aritmetiki.

V raziskavi so bili uporabljeni različni merski instrumenti, s katerimi sem ugotavljala aritmetična znanja in spretnosti, organizacijske spretnosti in učne stile učencev. Izvedeni sta bili kvalitativna in kvantitativna obdelava podatkov.

Rezultati so pokazali, da so učenci skupine 1 statistično pomembno napredovali pri avtomatizaciji aritmetičnih postopkov seštevanja in odštevanja do 100 in do 1000 ter pri avtomatizaciji dejstev v času izvajanja programa. S treningom aritmetičnih znanj in spretnosti v skupini ob vrstniškem sodelovanju ter treningom aritmetičnih postopkov in dejstev na računalniku sta se povečala število transformacijskih strategij in priklica dejstev ter točnost izvedbe postopkov in priklica dejstev. Prav tako so se pokazale statistično pomembne razlike med učenci skupine 1 in skupine 2 po koncu izvajanja programa, in sicer pri avtomatizaciji aritmetičnih dejstev in postopkov seštevanja in odštevanja do 100 in do 1000 ter pri avtomatizaciji poštevanke. Napredek učencev skupine 1 pa se je pokazal tudi pri primerjavi dosežkov učencev skupine 1 in skupine 3.

Izvedeni program pomoči lahko služi kot model razvoja aritmetičnih znanj in spretnosti pri učencih z učnimi težavami pri aritmetiki v 3. razredu osnovne šole ter kot model obravnave učencev v okviru skupinske pomoči ob vrstniški pomoči na tretjem koraku petstopenjskega modela pomoči učencem z učnimi težavami. Oblikovani model lahko služi tudi kot model za vpeljevanje sprememb v specialnopedagoško prakso dela z učenci z učnimi težavami pri aritmetiki na tretjem koraku petstopenjskega modela pomoči ter prakso dela z učenci z učnimi težavami v osnovni šoli nasploh.

**Ključne besede:** učenci z učnimi težavami pri aritmetiki, petstopenjski model pomoči, avtomatizacija aritmetičnih dejstev in postopkov

### **Abstract**

With an aim to reduce or eliminate learning difficulties in arithmetics among third-grade students, and thus prevent the low achievement levels in arithmetics in higher grades of primary education, I have created a compensatory programme for the development of arithmetic knowledge and skills among these students, and formed a model of group support and peer tutoring on the third level of the 5-step model of learning support for students with learning difficulties. The results show that the students in the experimental group showed statistically significant progress in the automatisisation of arithmetic procedures and in the automatisisation of multiplication.

**Keywords:** students with learning difficulties in arithmetic, 5-step model of learning support, automatisisation of arithmetic procedures and facts

## Viri

1. Geary, D. C. (2004): Mathematics and Learning disabilities. *Journal of learning disabilities*, letnik 37, št. 1, str. 4–15 in 50–61.
2. Jordan, N. C., Hanich, L. B. in Kaplan, D. (2003): Arithmetic fact mastery in young children: A longitudinal investigation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 85, 103–119.
3. Kavkler, M. (2011): Obravnava učencev z učnimi težavami pri matematiki. V: Košak Babuder, M. in Velikonja, M. (ur.), *Učenci z učnimi težavami: pomoč in podpora* (str. 124–156). Ljubljana: Pedagoška fakulteta.
4. Magajna, L., Kavkler, M., Čačinovič Vogrinčič, G., Pečjak, S., Bregar Golobič, K. (2008): *Učne težave v osnovni šoli: koncept dela*. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.
5. Mataič Šalamun, M. (2016): *Skupinska pomoč učencem tretjega razreda z učnimi težavami pri aritmetiki*. Magistrsko delo. Ljubljana: Pedagoška fakulteta.
6. Ostad, S. A. (2000): Cognitive subtraction in developmental perspective: Accuracy, speed-of-processing and strategy-use differences in normal and mathematically disabled children. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 22(2), 18–31.

# STRUKTURIRANO POUČEVANJE

## Structured Teaching

Nina Berložnik

nina.berloznik@zgnl.si

Zavod za gluhe in naglušne Ljubljana

### Razširjeni povzetek

Strukturirano poučevanje kot način organizacije učnega prostora in procesa poučevanja, ki vključuje tudi urnik, je strategija, ki upošteva uzakonjeno individualizacijo in posebne potrebe nekaterih otrok. Kot strukturiran sistem omogoča učitelju preglednejše načrtovanje, izvajanje in evalvacijo. Elementi, ki jih je treba strukturirati, so: prostor, urnik, delovni sistem, rutina in vizualne opore. Učencu približamo akademske, socialne, komunikacijske in druge veščine. Sistem je bil zasnovan za otroke z motnjo avtističnega spektra, vendar pa je uporaben tako za otroke z drugimi težavami kot tudi za polnočutne otroke. Metodo strukturiranega poučevanja sem prvič videla v Angliji, ko smo v okviru mednarodnega evropskega projekta Erasmus obiskali šole za otroke z motnjo avtističnega spektra, leta 2014 pa sem se udeležila seminarja inštruktoric iz Anglije. V šolskem letu 2014/2015 sem sistem vpeljala v svojo šolsko prakso, v kombiniranem oddelku 1., 2. in 3. razreda. Z delom sem nadaljevala tudi v šolskem letu 2015/2016, v oddelku 2. razreda. V oddelku so bili vključeni otroci z motnjo avtističnega spektra, otroci z govorno-jezikovnimi motnjami ter naglušen otrok.

Učilnico (prostor) sem jasno strukturirala. Označila sem prostore za različne dejavnosti: učenje, igra, prehranjevanje, glasbena umetnost, likovna umetnost, individualno delo. Poseben prostor je bil namenjen za urnik, kjer so učenci lahko vsak trenutek preverili, kaj se je že zgodilo in kaj sledi. Prostor za individualno delo je imel omaro s poličkami za naloge na levi strani, na sredini je bila miza, na desni strani mize pa zaboj za odlaganje opravljenih nalog.

Urnik je vsakega učenca vodil skozi dejavnosti prek celega dneva. Jasno je bilo prikazano, kaj sledi. Naredila sem različne urnike: poldnevni, dnevni, tedenski, odvisno od učenčevih trenutnih potreb. Glede na otrokove sposobnosti sem uporabila slike ali besede. Vsak urnik je bil unikaten in prilagojen učencu, ki ga je uporabljal.

Delovni sistem sem prilagodila vsakemu učencu posebej. Najprej sem ga oblikovala sama, nato pa ga preizkusila z učencem v konkretni situaciji. Sistem je učencu sporočal, kaj je pri posamezni aktivnosti moral narediti in koliko. Jasno je bilo označeno, kaj se bo zgodilo, ko bo aktivnosti končana. Cilj je bil naučiti otroka, da dela samostojno. Delovni sistem je vedno potekal na istem prostoru

(kotiček za individualno delo) od leve proti desni; učenec je določeno nalogo vzel s police na njegovi levi, opravil nalogo na sredini (na za to posebej označenem prostoru) in jo pospravil v škatlo na desni. Vse naloge so bile v mapah ali škatlah. Bile so prilagojene trenutni učni snovi. Glede na potrebe sem oblikovala različne naloge. Vsako sem najprej preizkusila individualno z učencem. Po končanem delu sem naredila evalvacijo naloge in učenčevega razumevanja le-te. Po potrebi sem aktivnost nadgradila, spremenila. Nato sem ponovno individualno preizkusila aktivnost z učencem. Ko sem bila prepričana, da lahko učenec aktivnost izvaja samostojno, sem jo uvrstila na urnik in učenec je lahko dejavnost izvajal individualno v kotičku za samostojno delo. Sistem poteka vedno enako, spreminja se le vrstni red aktivnosti. Zato učenci razvijejo rutino, ki jim pomaga pri vsakdanjih dejavnostih. V primeru nepredvidenih dejavnosti učenca vodimo z vizualnimi oporami (kartončki z dogovorjenimi znaki) in tako preprečimo agresijo in nerazumevanje situacije.

Osredotočila sem se predvsem na matematične veščine. Izdelala sem številna didaktična gradiva, ki so bila prilagojena obravnavani učni snovi, upoštevala pa sem potrebe in sposobnosti učencev. Sistem sem predstavila tudi staršem in nekateri so ga uporabljali tudi doma. Učenci so bili po dveh letih uporabe bolj motivirani za delo. Metodo so povsem sprejeli, sledili so urnikom in rutini, določene stvari so sčasoma delali brez uporabe urnika. Zmanjšali so se agresivni izbruhi. Učni uspeh se je dvignil za dve stopnji.

**Ključne besede:** strukturirano učenje, matematika, individualno delo

### **Abstract**

Structured teaching is a method by which we help students with various problems, both at school and in other environments (at home). Items that need to be structured are: space, timetable, working system, routine, and visual support. In the 2014/15 and 2015/16 school years, I used elements of structured teaching with 1st, 2nd and 3rd graders. I focused on routine and Mathematics. On a monthly basis, I cooperated with parents who used the same system at home. performance improved, work motivation increased, and there was significantly less aggressive behaviour.

**Keywords:** structured learning, Mathematics, individual work

### **Viri**

1. Andrejčič, M. (2016): Učenje in poučevanje oseb s SAM.  
[http://www.zrss.si/pdf/221111141925\\_ucenje\\_in\\_poucevanje\\_oseb\\_s\\_sam\\_-\\_m\\_andrejicic.pdf](http://www.zrss.si/pdf/221111141925_ucenje_in_poucevanje_oseb_s_sam_-_m_andrejicic.pdf) (16. 10. 2016).

2. Hume, K. (2011): Physical Structure in the School Settings.  
<https://www.iidc.indiana.edu/styles/iidc/defiles/IRCA/Structured%20Teaching%20Strategies%20Article%201.pdf> (6. 9. 2016).
3. Irmančnik, A. (2013): Usposobljenost učiteljev razrednega pouka za prepoznavanje učnih značilnosti in potreb učencev z MAS. Diplomsko delo. Ljubljana.
4. Šilc, M. (2016): TEACCH.  
[http://zora.instavtizem.org/assets/pdf/Izobrazevanje\\_starsev\\_02\\_01.pdf](http://zora.instavtizem.org/assets/pdf/Izobrazevanje_starsev_02_01.pdf) (19. 10. 2016).



# MATEMATIČNI DNEVNIK PRI POUKU MATEMATIKE

## Mathematics Diary in Math Classroom

Dr. Darja Antolin Drešar

darja.antolin@um.si

Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta

### Razširjeni povzetek

Izražanje postaja vedno pomembnejša komponenta matematičnega izobraževanja. Večina dokumentov s področja učenja in poučevanja matematike izpostavlja pisno sporočanje kot eno izmed temeljnih komunikacijskih spretnosti v okviru učenja matematike (npr. NCTM, 2000; UN, 2011). Urquhart (2009) poudarja, da pisanje pri učnih urah matematike ni samo način dokumentiranja informacij, temveč je orodje, ki lahko pripomore k poglobitvi učenčevega znanja. V tujini lahko zasledimo vrsto raziskav, katerih izsledki kažejo, da se spodbujanje pisnega sporočanja odraža v boljšem poznavanju, razumevanju in uporabi matematičnih pojmov (npr. Liedke in Sales, 2001; Koirala, 2002) in reševanju problemov (npr. Pugalee, 2001; Pugalee, 2004; Winograd, 1992). Obstaja več možnosti, kako z namenom izboljšanja matematičnega znanja integrirati pisanje v pouk matematike. Countryman (1992) navaja šest najbolj pogostih načinov: prosto pisanje; biografija/avtobiografija; učni zapisi, blog, dnevnik; povzetki; besedilne naloge in formalno pisanje.

V prispevku podrobneje predstavljamo matematični dnevnik, katerega uporaba pri pouku matematike v slovenskem prostoru za zdaj še ni razširjena. Poučevanje z uporabo matematičnega dnevnika zajema spodbujanje učencev k ustvarjanju individualnih zapisov v svoj matematični dnevnik, prek katerih razložijo svoje razmišljanje, razumevanje matematičnega pojma z lastnimi besedami in opišejo povezave danega pojma z drugimi pojmi. Na prvi pogled se morda zdi, da zapisi v matematični dnevnik niso nič drugega kot zapisi učencev v (matematični) zvezek, kar je del ustaljene šolske prakse. Vendar pa pri ustvarjanju matematičnega dnevnika ne gre za prepis tabelske slike, temveč za spodbujanje učencev, da sami zapišejo, kaj o nekem matematičnem pojmu že vedo, kje pri matematiki se pojem uporablja, in zapise dopolnijo z informacijami, ki so jih o pojmu pridobili pri obravnavi pojma. Pisanje matematičnega dnevnika je tako lahko del matematične učne ure, lahko pa ga spodbujamo tudi kot individualno delo učenca doma. Leung in Wu (2000, str. 29) vidita prednosti slednjega pristopa v kontinuiranem učenju matematike kakor tudi v graditvi odnosa učitelj-učenec-roditelj.

Ne glede na posamezno ali skupno rabo obeh pristopov izsledki raziskav kažejo vpliv pisanja matematičnega dnevnika na razvoj konceptualnega znanja, na

sposobnosti reflektiranja in pojasnjevanja svojih predstav o nekem matematičnem pojmu ter svojega razmišljanja (Liedke in Sales; Yang, 2005; Kostos in Shin, 2010). Bruun, Diaz in Dykes (2015) so s pomočjo pedagoškega eksperimenta pri učencih 4. razreda preverjali učinkovitost dveh različnih pristopov poučevanja s poudarkom na pisnem sporočanju pri matematiki: pisanje matematičnega dnevnika in uporabo prilagojenega Frayerjevega modela. Rezultati so pri obeh pristopih pokazali pozitiven učinek na matematično besedišče četrtošolcev, vendarle pa je bil napredek večji pri učencih, ki so uporabljali pisanje matematičnega dnevnika. Prednosti pisanja matematičnega dnevnika v okviru učenja in poučevanja matematike se ne odražajo samo na matematičnem znanju učencev.

Izpostaviti velja, da matematični dnevnik učitelju predstavlja dragocen vir povratnih informacij o dojemanju učencev. Nudi poglobljen vpogled v njihove predstave in razmišljanje, obenem pa učitelju omogoča prepoznavati afektivne vidike učenja matematike pri učencih (npr. Williams in Wynne, 2000; Marino in Angotti, 2011; Miller, 1992).

**Ključne besede:** učenje in poučevanje matematike, pisno sporočanje, konceptualno znanje

### **Abstract**

Communication is an important component of Mathematics education. Writing during Mathematics lessons is not only a way of documenting the information but is also a tool that can help to deepen students' knowledge. There are several options for aiding the development of students' mathematical skills by integrating writing into Mathematics lessons. The paper presents a mathematics diary whose use in Slovenian schools is not yet widespread. Teaching by using a mathematics diary includes encouraging students to note down individual records in their mathematics diary in order to explain their way of thinking, understanding of a mathematical concept, describe the connection between concepts, etc. Keeping a mathematics diary can help students to develop conceptual understanding, the ability to reflect, and to explain their ideas and their way of thinking. Moreover, the mathematics diary can serve a teacher as a valuable source of feedback on students' understanding of and feelings about lessons.

**Keywords:** Mathematics education, writing, conceptual knowledge

### **Viri**

1. Bruun, F., Diaz, J. in Dykes, V. (2015): The Language of Mathematics. Teaching Children Mathematics, letn. 21, št. 9, str. 530–537.

2. Countryman, J. (1992): Writing to learn mathematics. Portsmouth, NH: Heinemann.
3. Koirala, H. (2002): Facilitating student learning through math journals. V: Proceedings of the 26th Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education: Norwich, England.
4. Kostos, K. in Shin, E. (2010): Using math journals to enhance second graders' communication of mathematical thinking. *Early Childhood Education Journal*, letn. 38, št. 3, str. 223–231.
5. Leung, S. S. in Wu, R. (2000): Sharing problem posing and problem solving at home through diary writing. *Australian Primary Mathematics Classroom*, letn. 5, št. 1, str. 28–32.
6. Liedtke, W. W. in Sales, J. (2001): Writing task that succeed. *Mathematics Teaching in the Middle School*, letn. 6, št. 6, str. 350–55.
7. Marino, K. J. in Angotti, R. L. (2011): Mathematics journals made manageable: Using blogs and RSS feeds. *Mathematics Teacher*, letn. 104, št. 6, str. 466–469.
8. Miller, L.D. (1992): Teacher benefits from using impromptu writing in algebra classes. *Journal for Research in Mathematics Education*, letn. 23, št. 4, str. 329–340.
9. National Council of Teachers of Mathematics (2000): Principles and Standards for School Mathematics, Reston, VA.: NCTM.
10. Pugalee, D. K. (2001): Writing, mathematics, and metacognition: Looking for connections through students' work in mathematical problem solving. *School Science and Mathematics*, letn. 101, št. 5, str. 236–245.
11. Pugalee, D. K. (2004): A comparison of verbal and written descriptions of students' problem-solving processes. *Educational Studies in Mathematics*, letn. 55, str. 27–47.
12. Yang, D. (2005): Developing number sense through mathematical diary writing. *Australian primary mathematics classroom*, letn. 10, št. 4, str. 9–14.
13. Urquhart, V. (2009): Using writing in mathematics to deepen student learning. Denver, CO: Mid-continent Research for Education and Learning.
14. Williams, N. B. in Wynne, B. D. (2000): Journal writing in the mathematics classroom: A beginner's approach. *Mathematics Teacher*, letn. 93, št. 2, str. 132–135.
15. Winograd, K. (1992): What fifth graders learn when they write their own math problems. *Educational Leadership*, letn. 49, št. 7, str. 64–67.

# NAPAKE PRI POENOSTAVLJANJU ALGEBRSKIH IZRAZOV

## Errors in Simplifying Algebraic Expressions

Mag. Mojca Štemberger

mojca.stembergar1@guest.arnes.si

OŠ Srečka Kosovela Sežana

### Razširjeni povzetek

Prispevek v ospredje postavlja težave, s katerimi se soočajo osnovnošolci pri poenostavljanju algebrskih izrazov, in ugotavlja, kakšno vlogo igra pri tem narava koeficientov členov. Za uspešen prehod od aritmetike k algebri, ko se navodilo »izračunaj« zamenja s »poenostavi«, je poleg ustreznega aritmetičnega predznaka (Welder, 2006) potrebna sposobnost dojemanja algebrskega izraza kot proces in objekt (procept) s preklapljanjem med obema pogledoma (Gray in Tall, 1994). Pri poenostavljanju algebrskih izrazov se pojavljajo tako napake algebrske kot tudi aritmetične narave. Izvor težav ni vselej v spremenljivkah, ampak tudi v izvajanju ustreznih računskih operacij. Napake učencev so pomemben kazalnik razumevanja njihovega učnega procesa (Seng, 2010), nudijo podporo pri učenju in poučevanju, ugotovitve raziskav pa postavljajo temelje razvoja novih pristopov poučevanja.

Na vzorcu 272 slovenskih osmošolcev smo s preizkusom znanja preverjali vlogo narave koeficientov členov pri poenostavljanju algebrskih izrazov. Celoštevilске koeficiente so v različnih algebrskih izrazih zamenjali decimalne številke in ulomki, medtem ko je struktura algebrskega izraza ostala enaka. Ob tem nas je zanimalo, katere napake se pojavljajo pri poenostavljanju algebrskih izrazov in katere od teh napak prevladujejo.

Rezultati preizkusa so potrdili našo hipotezo, da so učenci najuspešnejši pri poenostavljanju algebrskih izrazov s celoštevilskimi koeficienti, največ težav pa jim povzročajo algebrski izrazi z ulomki. Ne glede na kompleksnost algebrskega izraza in vrsto računske operacije so v vseh primerih zbrali največ pravih odgovorov pri poenostavljanju izrazov s celimi števili, najmanj pa pri poenostavljanju izrazov z ulomki. Prav tako najpogosteje niso poenostavljali izrazov z ulomki, medtem ko so najredkeje brez poenostavitve ostali izrazi s celimi števili, v anketi pa so kot najzahtevnejši izraz najpogosteje izbrali izraz z ulomki, redkeje z decimalnimi številkami. Kot razlog ob izbiri najzahtevnejšega primera so poleg težav z deljenjem izpostavili težave pri računanju z ulomki in decimalnimi številkami.

Napake slovenskih osmošolcev se bistveno ne razlikujejo od napak, ki so jih zaznale raziskave v tujini (Seng, 2010). Najpogostejše napake se nanašajo na računske strategije pri operiranju z negativnimi števili, odpravljanje oklepajev, napačno stopnjo spremenljivke in združevanje nepodobnih členov že poenostavljenega izraza ali nepodobnih členov v oklepaju. Napake so posledica šibkega aritmetičnega predznanja, nerazumevanja algebrske strukture pa tudi vpliva novega znanja. S šibkim aritmetičnim predznanjem povezujemo napačne računske strategije pri operiranju z negativnimi števili in ulomki, razumevanje pomena in odpravljanja oklepajev ter računske napake. Neustrezno dojemanje algebrskih izrazov smo zasledili v obliki napačne interpretacije algebrskega zapisa (potenciranje koeficienta enočlenika in dodelitev napačne vloge spremenljivki v enočleniku z ulomki) ter neupoštevanja podobnih in združevanja nepodobnih členov algebrskega izraza. Nezanemarljivo vlogo ima novo znanje, ki v miselni shemi učencev še ni dobilo pravega mesta in pomena, kaže pa se v mešanju in napačni uporabi pravil. Utemeljivke učencev v anketi razkrivajo, da k poenostavljanju ne pristopajo z razumevanjem, ampak se oprijemajo naučenih pravil, ki pa jih ne uporabijo vedno v pravi situaciji.

Rezultati kažejo, da sama narava koeficientov ne vpliva bistveno na delež aritmetičnih in algebrskih napak, zato lahko osnovne informacije o sposobnosti poenostavljanja in razumevanja algebrskih izrazov dajejo že algebrski izrazi s celoštevilskimi koeficienti. Izrazi z ulomki so dodatno opozorili na napačno dojemanje spremenljivke, zapisane ob ulomku ali v njegovem števcu.

**Ključne besede:** poenostavljanje algebrskih izrazov, koeficient člena algebrskega izraza, napake učencev

### **Abstract**

The article exposes the problems faced by Slovenian 8th grade primary students in simplifying algebraic expressions and the role of the term coefficient in this process. Students achieved the best results in simplifying algebraic expressions containing integers, and the worst results in simplifying those containing fractions. The most common mistakes relate to operations with negative numbers, removing brackets, and exponent and conjoin errors. Errors of an arithmetic nature occur due to a lack of appropriate prior knowledge of arithmetics, while errors of an algebraic nature are the result of students' misunderstanding of algebraic structure and of newly acquired knowledge that causes students to mix up and misuse algebraic rules.

**Keywords:** simplifying algebraic expressions, term coefficient of algebraic expression, students' errors

## Viri

1. Gray, E. M. in Tall, D. O. (1994): Duality, Ambiguity, and Flexibility: A Proceptual View of Simple Arithmetic. Journal for Research in Mathematics Education, 26 (2). 115–141. Pridobljeno 13. 9. 2014, <http://homepages.warwick.ac.uk/staff/David.Tall/pdfs/dot1994a-gray-jrme.pdf>.
2. Seng, L. K. (2010): An Error Analysis of Form 2 (Grade 7) Students in Simplifying Algebraic Expressions: A Descriptive Study. Electronic Journal of Research in Educational Psychology, 8 (1). 139–162. Pridobljeno 15. 12. 2014, <http://www.investigacion-psicopedagogica.org/revista/new/ContadorArticulo.php?382>.
3. Štemberger, M. (2016): Vloga narave koeficientov pri poenostavljanju algebrskih izrazov. Magistrsko delo, Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko.
4. Welder, R. M. (2006): Prerequisite Knowledge for the Learning of Algebra. Hawaii international Conference on Statistics, Mathematics and Related Fields. Pridobljeno 11. 8. 2014, [http://www.rachaelwelder.com/files/vitae/Welder\\_Prereq\\_Know\\_Algebra.pdf](http://www.rachaelwelder.com/files/vitae/Welder_Prereq_Know_Algebra.pdf).

# KAKO FORMATIVNO SPREMLJATI?

## How to Use Formative Assessment Strategy?

Mateja Peršolja

mateja.persolja@guest.arnes.si

OŠ Preserje pri Radomljah

### Razširjeni povzetek

Formativno spremljanje postaja v zadnjem letu v Sloveniji »popularno«. Z njim se ukvarjamo učitelji v Sloveniji že vsaj deset let, ko je bil v okviru Zavoda RS za šolstvo izpeljan razvojnoaplikativni projekt Didaktike ocenjevanja znanja, v okviru katerega se je razvilo precej dobre prakse v različnih krajih Slovenije in različnih področjih.

V prispevku bo predstavljen način formativnega spremljanja pri matematiki, ki smo ga razvili v Sloveniji na podlagi samoregulacije učenja (inovacijski projekt Poti do kakovostnega/trajnejšega pouka/znanja, 2004) in z razvojnoaplikativnim projektom Razvoj didaktike ocenjevanja znanja (2006–2010) ter Assessment for Learning (2014). Razvita praksa je bila v šolskem letu 2015/2016 v okviru projekta Erasmus plus nadgrajena s seminarjem pri prof. Dylanu Wiliamu, spoznavnjem prakse na Škotskem, Švedskem in Finskem. Prikazano formativno spremljanje je združeno s spoznanji teorije izbire (Glasser, 2007), ki spodbuja in gradi dobre odnose v razredu.

Formativno spremljanje prinaša dva- do trikrat večji napredek (Wiliam, 2011, str. 37), vpliva na trud in dosežke učencev (Wiliam, 2011, str. 108), zmanjšuje razlike med učenci iz bolj ali manj spodbudnih okolij (Wiliam, 2011, str. 21), povečuje odgovornost in motiviranost učencev (Peršolja, 2008), omogoča priložnosti za izboljšanje odnosov med učiteljem in učenci ter med učenci v razredu (Peršolja, 2016). Na podlagi izkušenj, po desetletju raziskovanj in študija ugotavljam, da od otrok lahko zahtevam več in da so za znanje vedno bolj odgovorni. Le priložnost jim moramo dati, da to izkažejo. Ključno vprašanje pa je, kako jim znotraj pouka omogočiti take priložnosti in kako voditi komunikacijo v razredu, da bo to uspevalo. S formativnim spremljanjem je to mogoče. In ne samo to. S formativnim spremljanjem znanje postaja vrednota in učenci se ne učijo le za ocene, ampak za znanje. Dogaja se, da se učijo, tudi če znanja ne ocenjujemo (številčno).

Pri vpeljevanju formativnega spremljanja v prakso uporabljam model, ki sem ga razvijala zadnjih petnajst let ob podpori in mentorstvu dr. Natalije Komljanc in ga uspešno širila prek seminarjev Zavoda RS za šolstvo, seminarjev Erasmus plus ter na delavnicah in ob vodenju razvojnih skupin na šolah. Konstruktivistični model formativnega spremljanja, ki učence vključuje v načrtovanje ciljev, ugotavljanje njihovih šibkih in močnih področij, omogoča, da bolje vključimo interese in želje učencev ter jih tako že od začetka pritegnemo k delu in načrtovanju pouka. Prek aktivnih oblik dela, s pomočjo katerih zbiramo dokaze

o znanju in skupnem oblikovanju meril uspeha, učenci pridobijo nadzor nad lastnim učenjem, kar povečuje motivacijo za delo, odgovornost in uspešnost. V praksi zmanjšani nadzor ter vpeljevanje samonadzora prinaša na dolgi rok boljše rezultate.

V delavnici bo prikazan primer izpeljave formativnega spremljanja v razredu, podprt z metodami in tehnikami učenja za boljše vključevanje učencev v pouk, ki sem jih imela priložnost doživeti v tujini. Udeleženci bodo ob simulaciji preizkusili, kako v razredu na različne načine izpeljati diagnostiko predznanja. Pogovorili se bomo o prednostih in pomanjkljivostih različnih načinov. Skupaj bomo razmislili o aktivnih oblikah učenja, ki podpirajo formativno spremljanje. Prikazali bomo način priprave izdelkov za listovnik. Pogovor bo tekel tudi o različnih oblikah izkazovanja znanja. Na vzorčnih primerih bomo oblikovali merila za (samo)vrednotenje ali ocenjevanje znanja. Z izdelki učencev se bomo na podlagi ugotovitev raziskav učili podajati povratne informacije. Med predstavitev, pred njo in po njej bodo na voljo tudi izdelki otrok, listovniki učencev in prikaz načina beleženja napredka učenca, ki se je najbolj obnesel v razredu.

**Ključne besede:** formativno, spremljanje

#### **Abstract**

This workshop will focus on an example of formative assessment in the classroom based on a model which I have been developing for the last fifteen years and successfully sharing at seminars. The constructivist model of formative assessment, which involves students in goal planning and identifying their strengths and weaknesses, enables teachers to take into consideration students' interests and wishes and consequently engage them in work and lesson planning from the very beginning. By collecting evidence of knowledge and of the collective shaping of success criteria, we empower students and give them control over their own learning.

**Keywords:** formative, assessment

#### **Viri**

1. Glasser, W. (2007): Nova psihologija osebne svobode – Teorija izbire. Samozaložba A. Urbančič, Ljubljana.
2. Komljanc, N. (2009): Razvoj didaktike ocenjevanja znanja v Didaktika ocenjevanja znanja. Zavod RS za šolstvo.
3. Peršolja, M. (2016):  
<https://sites.google.com/site/formativnospremljanjeznanja/>, 9. 9. 2016.
4. Peršolja, M. (2008): Formativno spremljanje pri matematiki. Didaktika ocenjevanja. Zbornik. Zavod RS za šolstvo.
5. Wiliam, D. (2011): Embedded formative assessment. Solution Tree Press, Bloomington.



# TEHNIKE FORMATIVNEGA PREVERJANJA ZNANJA

## Formative Assessment Classroom Techniques

Dr. Vida Manfreda Kolar

vida.manfreda-kolar@pef.uni-lj.si

Pedagoška fakulteta, Univerza v Ljubljani

### Razširjeni povzetek

V prispevku so predstavljene tehnike formativnega preverjanja znanja (FACT), ki so namenjene načrtnemu zbiranju informacij s ciljem izboljšati kakovost poučevanja.

Predstavljamo koncept, ki sledi naslednjim korakom:

1. oblikuj vprašanje/problem za preverjanje razumevanja izbranega matematičnega koncepta;
2. uporabi eno od tehnik FACT za odkrivanje učenčevih obstoječih predstav in napačnih predstav o pojmu;
3. analiziraj dobljene podatke,
4. razišči možnosti za nadaljnje poučevanje;
5. na temelju dobljenih ugotovitev prilagodi poučevanje.

Poleg klasičnih oblik preverjanja znanja se osredinimo na novejša, inovativna in v našem učnem prostoru manj znane tehnike formativnega preverjanja kot npr. »pojmovne karte«, »soočanje v krogu«, »stolpični prikaz mnenj«, »pojmovne risanke«, »podaj problem dalje« itd. Prispevek le-teh vidimo v razširitvi nabora tehnik, ki so učitelju na voljo pri poučevanju, predvsem pa v kakovosti informacij, ki jih tako pridobimo. Te tehnike namreč zelo poudarjajo elicitacijo in odkrivanje učenčevega predznanja/predstav o matematičnih konceptih pred učnim procesom, pridobitev vpogleda v razumevanje matematičnega koncepta (med učnim procesom), soočanje različnih mnenj, spodbujanje razprave in utemeljevanja, vživljanje v drugačne načine razmišljanja, odkrivanje napačnih predstav ter samoevalvacijo in refleksijo.

Sledijo kratki opisi nekaterih izmed tehnik.

Tehnika »pojmovne karte« je primerna za razvijanje definicije izbranega matematičnega pojma, ki jo učencu posredujemo samo prek kart primerov in pritipprimerov pojma. Učenec mora na temelju tega sam razbrati ključne značilnosti pojma.

»Soočanje v krogu« spodbuja razpravo in zagovarjanje svojih predstav o določenem matematičnem pojmu. Učitelj npr. postavi določeno trditev (npr. vsak kvadrat je tudi pravokotnik). Učenci, ki se s trditvijo strinjajo, stopijo v sredino kroga, tisti, ki se ne strinjajo, ostanejo zunaj. Učenci se nato v manjših skupinah posvetujejo in skušajo prepričati nasprotno misleče sošolce.

»Pojmovne risanke« vsebujejo izjave različnih oseb o danem matematičnem pojmu/pravilu itd. Če želimo npr. preveriti, kaj učenci menijo o sodosti/lihosti števila 0, oblikujemo različne trditve, tako pravilne kot namenoma tudi nepravilne

(npr. število 0 je sodo, ker se konča s števk 0; število 0 je sodo, ker je pred številom 1, ki je liho; število 0 je liho, ker ni deljivo z 2). Učenci si morajo izbrati tisto trditev, s katero se najbolj strinjajo. S tem sprožimo razpravo in utemeljevanje svojih odločitev.

»Podaj problem dalje«: učenca v paru rešujeta matematični problem. Na sredini reševanja si morata reševalni list zamenjati in nadaljevati z reševanjem svojega sošolca v paru. Tako se mora vsak posamezni učenec potruditi vživeti se v način razmišljanja nekoga drugega.

**Ključne besede:** formativno preverjanje znanja, tehnike preverjanja, soočanje mnenj

### **Abstract**

The paper presents formative assessment classroom techniques (FACTs). Their purpose is to gather information on student thinking and learning in order to make data-informed decisions to plan for or adjust classroom activities. The concept includes the following steps: 1. Formulate a question/problem for assessing the understanding of a mathematical concept; 2. Use one of the techniques (FACTs) for determining the students' existing ideas or misconceptions; 3. Analyse the gained information; 4. Explore the ideas for further teaching and learning; 5. Plan and implement instruction based on findings. In addition to classic formative assessment techniques, new, innovative techniques, which are less known in our schools, are presented, such as: Concept Cards, Agreement Circle, Sticky Bars, Concept Cartoons, Pass the Problem, etc. Among other things, these techniques contribute to expanding the set of techniques available to our teachers, and above all to the quality of information gained. They focus on eliciting and identifying students' prior knowledge about the concept before planning a lesson, getting an insight into students' understanding of the concept during the lesson, confronting different opinions, encouraging discussion and argumentation, empathising with different ways of reasoning, discovering misconceptions, and conducting self-assessment and reflection.

**Keywords:** formative assessment, assessment techniques, confronting opinions

### **Viri**

1. Ryan, J. in Williams, J. (2007): Childrens mathematics 4-15: learning from errors and misconceptions. New York: Open University press.
2. Keeley, P., Tobey, C. R. (2011): Mathematics formative assessment. Corwin: Thousand Oaks.
3. Anderson, L. W. in Krathwohl, D. R. (ur.). (2001): A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Blooms taxonomy of educational objectives. New York: Addison-Wesley.

# MOJE PRVO LETO FORMATIVNEGA SPREMLJANJA

## My First Year of Formative Assessment

Tatjana Kerin

tatjana.kerin@gmail.com

Osnovna šola Leskovec pri Krškem

### Razširjeni povzetek

Po devetnajstih letih pedagoških izkušenj v 3. triletnju sem spoznala, da moj način poučevanja potrebuje spremembe. Bilo mi je v veselje, ko me je svetovalka za matematiko z Zavoda RS za šolstvo povabila k sodelovanju v okviru razvojne naloge formativno spremljanje. Po uvodnem srečanju sem se začela spopadati s teorijo. Sprva sem prebirala gradiva s strokovnih srečanj, brskala po spletu in prebirala različne članke. Do prvih korakov v razredu pa je vodila le ena pot. Potrebna je bila sprememba v moji glavi, v načinu razmišljanja.

Postopno sem začela v pouk vpeljevati elemente formativnega spremljanja. Sproti sem spremljala spremembe pri odzivanju učencev. Povratne informacije učencev sem pridobivala s pogovori in izhodnimi karticami. Tudi staršem učencev smo predstavili nove pristope dela. Prvi pozitivni odzivi so mi dali nov zagon. V prvem, uvajalnem letu sem si zastavila cilj postopno vpeljati posamezne elemente formativnega spremljanja. Začela sem s skupnim načrtovanjem učnih ciljev in oblikovanjem kriterijev uspešnosti. Presenetilo me je, kako hitro so učenci razumeli, kako pomembno je vedeti, kaj se želijo naučiti, da potem lažje izberejo pravo pot do usvajanja ciljev. Kmalu pa sem ugotovila, da težko uporabljam samo ta dva elementa, saj so učenci začeli iskati smisel tega. Tako sem vse pogostejše po delčkih začela vključevati tudi vrstniško učenje in vrednotenje ter samovrednotenje s poudarkom na kakovostni povratni informaciji.

V nadaljevanju bom predstavila konkreten primer obravnave učnega sklopa »Ploščina večkotnika« v 8. razredu z uporabo elementov formativnega spremljanja. Pokazala bom, kako pri učencih priklicati predznanje in si postaviti cilje. Z vrstniškim učenjem so ponovili znanje o ploščinah štirikotnikov in trikotnikov in ga uporabili za izračun ploščine poljubnega večkotnika. Pri vrstniškem učenju imajo učenci možnost komunicirati v sebi bolj domačem jeziku. Vrstniško učenje in sodelovanje je izboljšalo medosebne odnose. Spremenila sem mnenje o tem, da bodo učenci učno snov usvojili le, če jo bom dovolj dobro razložila. Zagotovo se na takšne ure pouka pripravljam dlje časa, vendar je zelo dragoceno, ko lahko pri pouku opazujem učence, kako so aktivni in motivirani za delo, prevzemajo odgovornost za svoje učenje, lažje spremljajo in vrednotijo svoj napredek in načrtujejo učenje. Pravijo, da ura hitreje mine in nimajo občutka, da morajo ves čas samo poslušati in pisati po mojih navodilih. Zdaj me že sami opozorijo, če pozabimo zapisati kriterije uspešnosti. Pogosto

si kak učenec zapiše tudi osebne cilje. Na podlagi zapisanih kriterijev uspešnosti, ki jih imamo zapisane tudi v učilnici, se laže izražajo. Radi delajo v manjših skupinah ali parih. Pogosto tudi zunaj učilnice, na hodniku, v večnamenskem prostoru šole. Tam se laže glasno pogovarjajo.

Spremljajo svoj napredek, preverjajo svoje dosežke. Iščejo naloge in načine, kako bi čim bolje dokazali, kaj zmorejo. Dobro ločijo »lažje« in »težje« naloge. Vedno bolj prevzemajo odgovornost za učenje tudi doma. Sami si izbirajo sebi primerne naloge. Všeč jim je, ker ob samovrednotenju po kriterijih takoj vedo, kje morajo še nadgraditi svoje znanje. Laže prosijo sošolca ali mene za pomoč. Če jim pomagam pri zastavljanju njim dosegljivih ciljev, se zagotovo potrudijo in napredujejo.

**Ključne besede:** formativno spremljanje, kriteriji uspešnosti, vrstniško učenje

### **Abstract**

Prior to making changes to my teaching method, I had to change my way of thinking. I started this process with the collective shaping of learning objectives and performance criteria. Later, I began introducing peer learning and assessment, and self-assessment with emphasis on quality feedback. The paper presents a reflection on my work and a concrete example of the learning set "Area of a Polygon" using the elements of formative assessment. Students revised their knowledge of the area of triangles and quadrangles, and used that knowledge to calculate the area of a random polygon with peer learning.

**Keywords:** formative assessment, performance criteria, peer learning

### **Viri**

1. Suban, M. (2013): Vrednotenje in samovrednotenje znanja pri matematiki. V: Posodobitve pouka v osnovnošolski praksi. Matematika. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.  
<http://www.zrss.si/digitalnaknjiznica/Posodobitve%20pouka%20v%20osnovno%C5%A1olski%20praksi%20MATEMATIKA/>
2. Vzgoja in izobraževanje, letnik XLV, številka 5-6, 2014, Zavod RS za šolstvo.
3. Gradivo 1. študijskega srečanja – jesen 2015. ŠS – Matematika študijska OŠ. Zavod RS za šolstvo.  
<https://skupnost.sio.si/mod/folder/view.php?id=301368>.

# UČENČEVI VIRI ZA SAMOOCENJEVANJE

## Student's Sources for Self-Assessment

Mag. Adrijana Mastnak

Adrijana.Mastnak@pef.uni-lj.si

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

### Razširjeni povzetek

Med pomembnejše dejavnike za doseganje kakovostnega pouka avtorji (Hattie, 2009; Marzano, 1998; Weinert, 2001) uvrščajo več različnih znanj, povezanih s samoocenjevanjem učenčevega znanja. Samoocenjevanje znanja je tako ena izmed pomembnih spretnosti, ki je povezana z učenčevo zmožnostjo samoregulacije učenja (Panadero in Alonso-Tapia, 2013), z razvitostjo metakognitivnih spretnosti (Flavell, 1985), oblikovano samopodobo (Marsh in Hattie, 1996) in učenčevo aktivno vključitvijo v proces formativnega preverjanja znanja (Black in William, 1998). Formativno preverjanje znanja je proces, v katerem učenec sam ali s pomočjo učitelja najprej prepozna svoje obstoječe znanje in želeni cilj, nato pa izvede dejavnost, s katero bo premagal vrzel v znanju in dosegel želeni cilj (Black in William, 1998). Eden izmed najbolj učinkovitih načinov, kako pomagati učencem premagati vrzel v znanju, je, naučiti jih samoocenjevanja in jim ob tem nuditi ustrezne povratne informacije (Hattie, 2009).

Samoocenjevanje poteka kot proces, skozi katerega učenci reflektirajo kakovost svojega dela in ocenjujejo stopnjo doseganja učnih ciljev oz. kriterijev (Andrade in Boulay, 2003; Panadero in Alonso-Tapia, 2013). Pri tem uporabljajo lastne in zunanje vire informacij o svojem znanju. Zunanji viri so predvsem osebe, s katerimi je posameznik v interakciji in so zanj pomembne (učitelj, vrstniki, starši), notranji vir pa je učenec sam (Andrade, 2010).

V raziskavi smo ugotavljali, kako učenci vedo, ali so snov pri uri ustrezno razumeli. V priložnostni vzorec raziskave smo vključili 167 učencev (12–14 let) iz devetih razredov treh ljubljanskih osnovnih šol. Podatke smo zbrali z anketiranjem. Učenci so anketni vprašalnik izpolnili zadnjih 5 minut ure matematike. Vprašali smo jih, kako vedo, ali so snov pri uri ustrezno razumeli. S kategorizacijo odgovorov smo dobili odgovor na to, kako učenci najpogosteje ugotavljajo lastno razumevanje pri pouku matematike: odgovarjanje na vprašanja, učenec gre skozi nalogo, učenčeva (ne)vprašanja, sledenje pouku, nedoločen subjektivni občutek, sklicevanje na subjektivno presojo učitelja ali ocene, sklicevanje na snov in sklicevanje na učiteljevo razlago.

Analiza podatkov je pokazala, da se je malo več kot dve tretjini učencev (69,6 %) sklicevalo na načine, pri katerih je znanje eksplicitno izraženo (vprašanja učitelja, učencev in reševanje nalog). Pri tem je največ učencev (40 %) odgovorilo, da s tem, ko rešujejo naloge, vedo, koliko snov pri uri razumejo. Manj kot tretjina učencev (25,2 %) pa se je pri samougotavljanju znanja bolj zanašala na svoj subjektivni občutek, da vedo, ker se jim tako zdi, da sledijo pouku oz. so se sklicevali na zahtevnost snovi in učiteljevo kakovost razlage. Preostanek učencev (5,2 %) je navajal druge načine, ki jih nismo uvrstili v nobeno od kategorij.

Na temelju dobljenih rezultatov lahko potrdimo ugotovitve Andrade (2010) in D. Elder (2010), da si učenci ustvarjajo sliko o svojem znanju pri pouku matematike na temelju različnih virov informacij. Podobno kot druge raziskave (Bourke in Mentis, 2010; D. Elder, 2010) smo ugotovili, da so za večino učencev glavni viri informacij o lastnem znanju pri pouku dejavnosti, pri katerih sami izkažejo znanje (predvsem reševanje nalog). Pri opazovanih urah je prevladovala metoda pogovora, a jo je bolj malo učencev uporabilo kot vir informacij. To lahko utemeljimo s tem, da morajo svoje znanje pri pouku matematike večinoma izkazovati z uspešnim reševanjem nalog in manj z ustreznim odgovarjanjem na vprašanja. V naši raziskavi so se na novo pokazali nekateri učenčevi viri informacij, ki se nanašajo na dejavnike, ki niso eksplicitno vezani na ugotavljanje znanja pri pouku (učna snov, razlaga).

V nadaljevanju bi bilo smiselno raziskavo razširiti in ugotoviti, kako učenci vedo, kakšno znanje morajo pri nalogah izkazati in kako uspešno so jih rešili. To je namreč tudi temelj za učenčevo sprotno samougotavljanje in spremljanje lastnega znanja ter samousmerjanje napredovanja v znanju.

**Ključne besede:** formativno preverjanje znanja, viri informacij za samoocenjevanje, pouk matematike

### **Abstract**

Students' academic self-assessment should be a central goal for primary school teachers who wish to foster motivated and responsible learners, but there is not enough evidence about how children assess themselves or what they use in their judgements. Finding out more about the basis of their self-assessment (that is, the sources of information students use) in Mathematics would be helpful to understand students' self-assessment processes and help them to become more self-regulated learners and have a better mathematics self-concept.

**Keywords:** formative assessment, sources of information for self-assessment, Math lesson

## Viri

1. Andrade, L. H. (2010): Students as the Definitive Source of Formative Assessment: Academic Self-Assessment and the Self-Regulation of Learning. Paper presented at the annual meeting of the Northeastern Educational Research Association. Rocky Hill, CT.
2. Andrade, H. in Boulay, B. (2003): Gender and the role of rubric-referenced self-assessment in learning to write. *Journal of Educational Research*, V97, št. 1, str. 21–34.
3. Black, P. in William, D. (1998): Assessment and Classroom Learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, V5, št.1, str. 7–74.
4. Bourke, R. in Mentis, M. (2013): Self-assessment as a process for inclusion. *International Journal of Inclusive Education*, V17, št. 8, str. 854–867.
5. Elder, A. D. (2010): Childrens self-assessment of their school work in elementary school. *Education 3-13*, V38, št. 1, str. 5–11. *International Journal of Primary, Elementary, and Early Years Education*.
6. Flavell, J. (1985): *Cognitive development*. N.J.: Prentice-Hall international editions. Second edition.
7. Hattie, J. (2009): *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. USA: Routledge.
8. Marsh, H. W. in Hattie, J. (1996): Theoretical perspectives on the structure of self-concept. V: B. A. Bracken, (ur.), *Handbook of self-concept*. New York: Wiley.
9. Marzano, R. J. (1998): *A theory-based meta-analysis of research on instruction*. Aurora, CO:Mid-Continental Regional Educational Laboratory.
10. Panadero, E. in Alonso-Tapia, J. (2013): Self-assessment: Theoretical and Practical Connotations. When it Happens, How is it Acquired and what to do to Develop it in our Students. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, V11, št. 2, str. 551–576.
11. Weinert, F. E. (2001): Concept of competence: a conceptual clarification. V: Rychen, D. S. in Salganik, L. H. (ur.), *Defining and selecting key competencies*. Seattle: Hogrefe in Huber Publishers.

# METAKOGNICIJA PRI PREVERJANJU ZNANJA

## Metacognition in Knowledge Assessment

Karmen Hebar, Natalija Zver

karmen.hebar@guest.arnes.si, natalija.zver2@guest.arnes.si  
Škofijska gimnazija Antona Martina Slomška, Gimnazija Litija

### Razširjeni povzetek

Mnenje dijakov o njihovem znanju se lahko razlikuje od dejanskih rezultatov, doseženih na preizkusih znanja. Njihova predvidena ocena uspešnosti pri reševanju določene naloge ali preizkusa znanja je lahko nižja od dejansko dosežene, lahko pa je obratno. Podobno se lahko razlikujejo tudi ocene težavnosti nalog. Neka naloga, ki jo učitelj pojmuje kot lahko, se dijaku lahko zdi težka ali obratno. Omenjena razhajanja so avtorici spodbudila k pripravi učnih ur urjenja in preverjanja točnosti metakognitivnih ocen uspešnosti reševanja (sodb o pravilnosti dobljene rešitve pri reševanju naloge) ter metakognitivnih ocen težavnosti (sodb o nivoju zahtevnosti) naloge. Omenjeni oceni sta metakognitivni izkustvi. Metakognitivna izkustva so element metakognitivne kognicije, ene od komponent metakognicije. Metakognicija je miselni proces višjega reda, ki omogoča načrtovanje in sledenje lastni miselni aktivnosti (Flavell, Miller in Miller, 2002). Metakognitivne ocene uspešnosti in težavnosti so po navadi obratno povezane. To pomeni, da težja kot je naloga za reševalca, manjšo uspešnost si bo pripisal (Bakračević Vukman, 2000).

Rezultati raziskav metakognicije pri reševanju matematičnih problemov so različni, saj so udeleženci različnih starosti in sposobnosti, v raziskavah so uporabljeni različni tipi matematičnih problemov (rutinski/nerutinski, odprti/zaprti). Veliko raziskav kaže, da starejši posamezniki kot eksperti, s širšim repertoarjem strategij in shematiziranih izkušenj podajajo boljše metakognitivne ocene (Magajna, 2003). Vendar vedno ni tako, saj ekspertiza ni nujno vedno povezana s starostjo. Fitzpatrick (1994) meni, da imajo dijaki z višjimi matematičnimi dosežki (z višjo oceno) boljše metakognitivne sposobnosti. Nekatere druge raziskave ne kažejo te povezanosti. Različni so tudi rezultati raziskav o vplivu spola na podajanje metakognitivnih ocen.

Avtorici prispevka bova predstavili učni uri pisnega preverjanja znanja z ugotavljanjem točnosti metakognitivnih ocen, izvedeni v 1. letniku gimnazijskega oddelka.

Dijaki so individualno reševali naloge na učnih listih in pri vsaki od njih na določeno mesto zapisali svojo metakognitivno oceno uspešnosti in težavnosti. Po tem je bilo izvedeno vrstniško vrednotenje nalog po navodilu profesorice.



Sledili so ugotavljanje točnosti metakognitivnih ocen, vrstniško podajanje povratne informacije ter razprava o razlogih za morebitna odstopanja med podanimi metakognitivnimi ocenami in dejanskim stanjem ter nadaljnje intervencije za izboljšanje matematičnih in metakognitivnih dosežkov. Pri izvedenem preverjanju znanja se je pokazalo, da precej dijakov ne podaja točnih metakognitivnih ocen. Iskali sva morebitne vzroke za to in se spraševali, ali so na splošno metakognitivne ocene pri starejših (bolj izkušenih) dijakih in dijakih z višjimi matematičnimi dosežki bolj točne. Preučili sva nekaj literature o metakogniciji pri reševanju matematičnih problemov in izvedli kratko raziskavo o točnosti metakognitivnih ocen v odvisnosti od starosti, spola in šolske ocene na vzorcu 28 dijakov 1. in 30 dijakov 4. letnika. Uporabljeni so bili enaki nerutinski zaprti matematični problemi. Na konferenci bova predstavili rezultate najine raziskave, morebitne dejavnike in uporabno vrednost dobljenih rezultatov. Predstavljena raziskava s poznavanjem morebitnih dejavnikov metakognitivnih sposobnosti bi lahko pripomogla k učiteljevemu boljšemu zavedanju in razumevanju metakognitivnih razlik med dijaki. Opisano preverjanje znanja, z eksplicitno vključenim ugotavljanjem točnosti metakognitivnih ocen, nudi povratno informacijo dijaku in učitelju. Učitelju pomaga hitreje identificirati dijaka, pri katerem so metakognitivne ocene netočne. Dijak z nizkim dosežkom, ki težje naloge ocenjuje kot lahke, lahko precenjuje svoje znanje. Podobno lahko dijak z visokim dosežkom, ki lahke naloge ocenjuje kot težje, svoje znanje podcenjuje. Učitelj lahko individualno poseže (npr. s pogovorom o vzrokih, s skupno analizo, z nudenjem dodatne pomoči, z dodatno spodbudo ali pohvalo) pri dijakih, ki so premalo samokritični, kot tudi pri tistih, ki so preveč samokritični.

Kontinuirano spodbujanje in preverjanje metakognitivnih sposobnosti lahko pripomore k doseganju bolj realne presoje ne le o učnih dosežkih, temveč tudi o težavnosti nalog (tudi pri kasnejšem ocenjevanju znanja). Slednje bi lahko, vključujoč individualno interveniranje učitelja, pripomoglo k doseganju višjih matematičnih dosežkov, k bolj pozitivnemu odnosu in večjemu zadovoljstvu dijakov in učiteljev.

**Ključne besede:** matematični problem, metakognicija, metakognitivna ocena

### **Abstract**

Students' opinions on their own knowledge sometimes differ from the actual results of knowledge assessment. Similarly, their evaluation of the difficulty of mathematical tasks may vary from the actual one. One of the possible reasons is the inaccuracy of metacognitive assessments. The purpose of this paper is to present the example of a written knowledge assessment test for first-year students of a general secondary school, while training their metacognitive abilities (accuracy of metacognitive assessment, success in solving tasks, and metacognitive assessment of the difficulty of mathematical tasks). We will

introduce different types of assessment, ways of checking accuracy, possible reasons for inaccuracy, and further methods for improving achievements (mathematical and metacognitive).

**Keywords:** mathematical problem, metacognition, metacognitive assessment

#### **Viri**

1. Bakračevič Vukman, K. (2000): Razvoj mišljenja v odrasli dobi. Kognitivni, sociokognitivni in metakognitivni aspekti. Pedagoška fakulteta, Maribor.
2. Fitzpatrick, C. (1994): Adolescent mathematical problem solving: the role of metacognition, strategies and beliefs. Annual meeting of American educational research association, Columbia University, New Orleans.
3. Flavell, J. H., Miller, P. H. in Miller, S. A. (2002): Cognitive development. Fourth edition, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
4. Magajna, Z. (2003): Problemi, problemsko znanje in problemski pristop pri pouku matematike. Matematika v šoli, 10, 129–138.

# MATEMATIKA SKOZI VPRAŠANJA IN KRITERIJE

## Mathematics through Questions and Criteria

Rok Lipnik

rok.lipnik@gcc.si

Gimnazija Celje - Center

### Razširjeni povzetek

Formativno spremljanje dijakom in učiteljem omogoča, da sprotno preverjajo razumevanje, ga izgrajujejo in dopolnjujejo. Z zastavljanjem vprašanj, ki so le en od dejavnikov pri formativnem spremljanju, učitelj prepozna tipične napake in s pomočjo dodatnih vprašanj odpravlja težave v razumevanju (Schoenfeld, 2015, str. 189). Takšen način dela pa spodbuja pomembne vidike učenja – omogoča sodelovanje, konceptualno bogato matematiko, možnost raziskovanja in še marsikaj (Schoenfeld, 2015, str. 191). Raziskava (William, 2011) je pokazala, da spodbujanje dijakov k zastavljanju vprašanj samemu sebi in s tem samovrednotenju izboljša napredek za skoraj 100 %. Seveda pa zastavljanje vprašanj samo po sebi še ne predstavlja uspeha. Vprašanja morajo dijake voditi na poti k razumevanju, jih usmerjati in jih pripraviti, do tega, da začnejo samostojno razmišljati. S pomočjo zastavljanja vprašanj prevzemajo odgovornost za učenje, saj so postavljeni pred vprašanje, na katerega morajo najprej odgovoriti sami sebi, premisliti in nato svoj odgovor preveriti – s sošolci ali učiteljem. To je le nekaj izmed razlogov, zaradi katerih sem v šolskem letu 2015/2016 v pouk vpeljeval elemente formativnega spremljanja s poudarkom na zastavljanju kriterijev kakovosti in zastavljanju vprašanj. Vključen sem tudi v razvojno nalogo Formativno spremljanje/preverjanje, kjer sem se opolnomočil na teoretičnem znanju za uspešno izvajanje pouka s formativnim spremljanjem.

Dejstvo je, da imajo povratne informacije pri učenju učinek v vrednosti 1,13, kar predstavlja več kot 50 % uspešnejše učenje (Hattie, 2013). Kako je potekalo delo? Z dijaki smo si na koncu vsakega poglavja pripravili kriterije kakovosti, hkrati pa sem pripravil tudi vprašanja, ki so jih spodbujala k temu, da bi kriterije dosegali. Kriteriji kakovosti skupaj z vprašanji so jim koristili pri učenju, saj pravijo (vsi anketirani dijaki), da so točneje vedeli, kaj se morajo naučiti in česa morebiti še ne znajo. To je bil tudi pomemben dejavnik pri uspešnosti dijakov, saj niso imeli večjih težav z ocenami, na koncu šolskega leta pa je večina celo izrazila, da jim je matematika všeč (75 %), medtem ko jih je na začetku šolskega leta 57 % dejalo, da jim sploh ni všeč. Primer kriterija kakovosti pri poglavju Funkcija je "Narišem množico točk v pravokotni koordinatni sistem". Vprašanja oz. trditve, ki sem jih pripravil v pomoč doseganju kriterija, pa so bila: – Kako je sestavljen koordinatni sistem? – Katere so pomembne značilnosti koordinatnega sistema? – Kako lahko pojasniš pomen urejenosti koordinat

točke? – Na primeru pokaži razliko med  $<$  in  $>$ . – Kaj predstavljata matematična simbola "in" ter "ali" pri risanju množic točk? – Pojasni, zakaj pri množicah točk uporabljamo črtkane in polne črte. Tako so dijaki postopno razvijali znanje – naučili so se narisati koordinatni sistem, bili so pozorni na temeljne značilnosti in sledili ključnim elementom risanja množice točk v pravokotni koordinatni sistem. S pomočjo vprašalnika v spletni učilnici in mojih povratnih informacij so svoj napredek spremljali, ga vrednotili in se posebej učili tiste dele snovi, kjer smo skupaj zaznali težave. Menim, da je takšen način dela pri matematiki zelo dobrodošel, in ga priporočam vsem učiteljem, saj dijake spodbuja k razmišljanju, samostojnosti in jih usmerja v učenje. Tudi to je razlog, da bom s takšnim načinom dela vztrajal po koncu razvojne naloge FS.

**Ključne besede:** vprašanja, kriteriji kakovosti, formativno spremljanje

### **Abstract**

Formative assessment helps students and teachers to assess understanding and build upon it. Teachers can identify typical mistakes by asking questions; with additional questions teacher can then eliminate students' difficulty with understanding (Schoenfeld, 2015, p.189). Working through questions supports important aspects of learning – cooperation, conceptually rich Mathematics, the ability to do research, and more.

I believe that this kind of work in Mathematics is important and I recommend it to all teachers, since it engages students to think, be independent, and to focus on learning. This is why I will continue with formative assessment even after the conclusion of the Formative Assessment research and development task.

**Keywords:** questions, quality criteria, formative assessment

### **Viri**

1. Hattie J., Yates, G. C. R. (2013): Visible Learning and the Science of How We Learn. Routledge. London
2. Schoenfeld, A. H. (2015): Summative and Formative Assessments in Mathematics Supporting the Goals of the Common Core Standards. Theory into practice, letn. 54, št. 3, str. 183–194
3. Wiliam, D. (2011): Embedded formative assessment. Solution Tree Press. Bloomington

# SAMOREGULACIJA UČENJA MATEMATIKE

## Self-Regulated Learning of Mathematics

Ernestina Krajnc

ernestina.krajnc@guest.arnes.si

OŠ Sava Kladnika Sevnica

### Razširjeni povzetek

»Matematika je eden od temeljnih predmetov v osnovni šoli s številnimi izobraževalno-informativnimi, funkcionalno-formativnimi in vzgojnimi nalogami. Pri pouku matematike spodbujamo različne oblike mišljenja, ustvarjalnost, formalna znanja in spretnosti ter učencem omogočamo, da spoznajo praktično uporabnost in smiselnost učenja matematike. Pri pouku matematike pa se ne ukvarjamo samo s kognitivnim področjem učenčeve osebnosti, ampak tudi z afektivnim in psihomotoričnim, saj je je bistveni razlog za poučevanje in učenje matematike njena pomembnost pri razvoju celovite osebnosti učenca.« (Žakelj, 2011, str. 4) Če gornji opredelitvi predmeta iz učnega načrta dodamo še elemente formativnega spremljanja in jih prenesemo v prakso, je jasno, da tradicionalni pouk matematike izginja iz naših šol. Pojavljajo se vprašanja, kako doseči, da bo pouk sproščen in sodelovalen, kako upoštevati individualne posebnosti učencev, kako omogočiti, da učenci izkazujejo svoje znanje na različne načine, kako doseči, da prevzamejo skrb nad učenjem in razvijejo odgovoren odnos do učenja, in kako doseči, da učenci razumejo, kaj se učijo in zakaj (Brunauer, 2016).

Pri raziskovanju lastne prakse sta me vodili medpredmetna povezanost in vpetost matematičnega znanja v vsakdanje življenje. Iskala sem didaktično rešitev, ki bi spodbujala samoregulacijo učenja, samovrednotenje in medvrstniško vrednotenje. Želela sem združiti predpisano z ustvarjalnostjo, izbirnost nalog s taksonomijo ciljev in hkrati omogočiti osebno izrazno pot posameznikom.

V 3. razredu sem organizirala »dan simetrije«, kjer so učenci z medpredmetno povezanostjo spoznavali, utrjevali in povezovali teme simetrije, ustvarjalnega pisanja zgodbic in likovne umetnosti. Zanimalo me je, kako bodo v procesu učenja povezali šolsko znanje s funkcionalnim znanjem, interesom in samoiniciativnostjo. Hkrati pa sem želela razvijati tudi spretnosti samovrednotenja in vrstniškega vrednotenja ter obogatiti zbirko dosežkov. »Dan simetrije« je potekal 5 šolskih ur. Učenci so pri vodenih igrivih uvodnih dejavnostih ponovili učne vsebine in preverili razumevanje matematičnega pojma simetrija. Hkrati so spoznali navodila in kriterije uspešnosti za delo v treh kotičkih. Samoregulirati so morali čas učenja in opraviti vse predstavljene

naloge. V zaključnem delu pa so predstavili dokaze učenja. Matematično znanje simetrije v 3. razredu ni minimalni standard znanja.

Učni načrt predvideva, da se učenci prepoznajo in pokažejo simetrijo pri predmetih in likih ter narišejo simetrične oblike. Že sam standard znanja nakazuje možnost izrabe taksonomije, zato so imeli učenci na voljo raznolike naloge, ki so jih izbirali glede na močna področja, interes in predznanje. Sledilo je samovrednotenje opravljenega dela. Pri likovni umetnosti so likovno ustvarjali na temelju oblikovanih kriterijev uspešnosti in so morali v likovni motiv Metulj ustvarjalno vtakati matematično znanje simetrije. Sledilo je medvrstniško vrednotenje likovnih izdelkov. Pri slovenščini sem znanje o simetriji povezala z bralno-učno strategijo ribja kost, kjer so z iskanjem nadpomenk in podpomenk dobili nabor besed, ki so jih zapisali na kartončke. Z naključnim izborom kartončkov so določili besede, ki so jih morali uporabiti pri pisanju ustvarjalne zgodbe. Zapisana besedila so ovrednotili in na temelju izkušenj pri prebiranju in vrednotenju zgodbic smo ob zaključku dneva oblikovali kriterije za zapis dobre zgodbe.

Ugotovila sem, da izbirnost nalog povečuje odgovornost pri delu in ohranja motivacijo skozi učni proces ter da je vsak učenec sposoben samo-regulacije. Učenci so imeli v procesu učenja možnosti samouresničevanja glede na interese, sposobnosti in spretnosti. Matematična vsebina pa je bila osnovni gradnik treh različnih področij (naravoslovja, družboslovja in umetnosti) in je učencem ponujala ustvarjalne možnosti, da so izkušnjsko spoznavali uporabno vrednost matematike v vsakdanjem življenju.

**Ključne besede:** samoregulacija učenja matematike, formativno spremljanje, medpredmetna povezanost

### **Abstract**

The research and development of my teaching style was guided by a cross-curricular approach and the integration of mathematical knowledge into everyday life. I was searching for a didactic technique that would encourage self-regulated learning, self-assessment, and peer-assessment. I was interested in how the pupils would be able to integrate the school topic with functional knowledge, interests, and self-initiative throughout the learning process. I also wanted to enhance the ability of self-assessment, peer-assessment, and enrich the pupils' portfolio. Three different fields (science, social sciences, and arts) were connected by mathematical content through which the pupils could experimentally learn the useful value of mathematics.

**Keywords:** self-regulated learning, formative assessment, cross-curricular links

## **Viri**

1. Anderson, L. A. (2016): Taksonomija za učenje, poučevanje in vrednotenje znanja, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.
2. Žakelj, A. idr. (2011): Program osnovna šola. Učni načrt. Matematika. Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.
3. Brunauer, A. H. (2016): Formativno spremljanje v podporo učenju. Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.
4. Dumont, H. (2013): O naravi učenja, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.

# RAZVIJANJE ŠTEVILSKIH PREDSTAV

## Developing Mental Representations of Numbers

Ivanka Bider Petelin  
ivanka.bider@gmail.com  
OŠ Venclja Perka

### Razširjeni povzetek

Za učence z učnimi težavami na področju matematike je značilno, da imajo težave že na začetnih stopnjah usvajanja matematičnega znanja. Njihove težave se začnejo in velikokrat vztrajajo pri usvajanju številskih predstav. Te so temelj za razumevanje nadaljnjih matematičnih vsebin.

Razumevanje pojma število, zaporedja in velikostnih odnosov števil je temelj za začetek in napredek pri učenju osnovnih računskih operacij. Strokovnjaki v vzgojno-izobraževalnih ustanovah se pri svojem delu srečujemo z izzivom, kako oblikovati in izvesti raznolike dejavnosti, ki bodo pri učencih spodbujale razvoj številskih predstav. Pri izbiri primernih metod in oblik dela izhajamo iz dejstva, da se učenci najuspešneje učijo po veččutnem pristopu in predvsem takrat, kadar so aktivni in s pomočjo lastne dejavnosti izgrajujejo svoje znanje. Piaget razlaga (Gardner, 1995), da logično-matematična inteligenca izvira iz soočenja s predmeti. Ko otrok dobi v roke predmete in jih začne urejati, preurejati in določati njihovo količino, dobi temeljno znanje o logično-matematičnem področju. Manfreda Kolar (2006) poudarja, da ima veliko otrok ob vstopu v šolo težave pri matematiki predvsem zaradi prehoda od konkretnega k abstraktnemu matematičnemu jeziku. Pri izbiri didaktičnih rešitev za razvijanje številskih predstav pri učencih z učnimi težavami sledimo načelom M. Montessori (2009), ki trdi: »Roke so orodje človekove inteligence.«

V prispevku so predstavljene raznolike dejavnosti s konkretnim materialom za razvijanje številskih predstav v obsegu do 1000.

Razvijanje številskih predstav do 10: Številске predstave do 10 sistematično razvija različen montessori material. Dejavnosti z zabojem s paličkami omogočajo občutenje količine števil v roki in tako zmorejo učenci razumeti število nič. Različne dejavnosti z rdeče-modrimi palicami in barvnimi paličkami učencem pomagajo pri razvijanju predstav o vrednosti števil, povezavi količine s simbolnim zapisom in pri štetju naprej in nazaj. Z razvrščanjem konkretnega materiala lažje razumejo štetje od večjega proti manjšemu številu in obratno. Dejavnosti razvrščanja kamenčkov k zapisanim številom jim pomagajo pri razumevanju pojmov soda in liha števila.

Razvijanje številskih predstav do 100: Učenci najuspešneje usvojijo števila od 11 do 19 s pomočjo table »najst«. Postavitev enic na desetice v tabli »najst« in tabli set učencem pomaga pri razlikovanju mesta desetic od enic ter pri pravilnem branju in zapisovanju števil do 100. Kasneje preidemo na dejavnosti



z verigo sto, s pomočjo katerih učenci uspešno razvijajo orientacijo v številski vrsti, izboljšajo razumevanje odnosov med števili in različne oblike štetja. Postavljanje zrn desetic ob verigo sto in primerjava verige sto s kocko sto učencem omogoča razumevanje količine sto. Dejavnosti s tablo sto učencem pomagajo pri štetju naprej in nazaj, štetju po sekvencah, določanju predhodnika in naslednika števil, razlikovanju sodih in lihih števil ter pri utrjevanju večkratnikov števil.

Razvijanje številskih predstav do 1000: Pri usvojitvi desetiških enot učencem pomagajo raznolike dejavnosti ob uporabi zlatih zrn in simbolov za desetiške enote. V začetku je učinkoviteje, če uporabimo barvna zrna in kasneje preidemo na zlata zrna. Prirejanje simbolov k predstavljeni količini in obratno učencem omogoča razumevanje zapisa velikih števil, saj pridobijo konkretno izkušnjo o sestavi velikih števil. Različne dejavnosti s pomočjo verige tisoč jim pomagajo pri učenju orientacije v obsegu do 1000, štetju naprej in nazaj, štetju po sekvencah, določanju predhodnika in naslednika števil ter pri štetju čez prehode. Pri delu z otroki z učnimi težavami ugotavljamo, da jim moramo v začetku ponuditi konkretni material, jih naučiti pravilnega rokovanja z njim, oblikovati različne dejavnosti in jih spodbujati k čim pogostejši uporabi konkretnega materiala. Konkretne reprezentacije števil moramo povezovati s simbolnim zapisom. Postopoma moramo opuščati konkretni material in počasi prehajati na abstraktni nivo.

**Ključne besede:** številske predstave, učne težave, montessori material

#### **Abstract**

For pupils with learning difficulties in Mathematics it is typical that their difficulties begin with and persist in acquiring mental representations of numbers. The paper presents didactic solutions for developing mental representations of numbers up to 1000. When selecting appropriate methods of teaching, we must bear in mind that pupils learn best when they are actively involved in developing their own knowledge. We have found that in the beginning of the learning process we must offer concrete materials bearing numeric symbols. Montessori materials allow us to develop the mental representations of numbers in pupils with learning difficulties.

**Keywords:** mental representations of numbers, learning difficulties, Montessori material

#### **Viri**

1. Gardner, H. (1995): Razsežnosti uma. Teorija o več inteligencah. Ljubljana, Tangram.
2. Manfreda Kolar, V. (2006): Razvoj pojma število pri predšolskem otroku. Ljubljana, Pedagoška fakulteta.
3. Moontessori, M. (2009): Skrivnost otroštva. Uršulinski zavod za vzgojo, izobraževanje in kulturo, Ljubljana.

# FORMATIVNO SPREMLJANJE V KOMBINIRANEM ODDELKU

## Formative Assessment in Combined Class

Petra Krajnc Urbanija, Mihaela Kerin  
petra\_krajnc@yahoo.com, mihaela.kerin@zrss.si  
OŠ Preserje, Zavod RS za šolstvo

### Razširjeni povzetek

Poučevanje v kombiniranem oddelku učitelju narekuje, da povezuje med seboj učence, ki imajo zelo različno predznanje in sposobnosti. Povezovanje in hkratno poučevanje različnih stopenj omogoča tudi formativno spremljanje. V prispevku smo se osredotočili na primere tem iz logike in obdelave podatkov pri matematiki, kjer smo spremljali napredek učencev 1., 2. in 3. razreda v kombiniranem oddelku.

Načrtovanje je vključevalo prepletanje elementov formativnega spremljanja: od seznanjanja z nameni učenja in oblikovanja kriterijev uspešnosti, načrtovanja dejavnosti in vprašanj ter pridobivanja dokazov o učenju do povratne informacije, samovrednotenja in medvrstniškega vrednotenja.

Logika in obdelava podatkov sta temi, kjer so učenci ob konkretnih primerih brali, urejali in predstavili podatke. Pri temi logika so uporabili Euler-Vennov, Carrollov in drevesni prikaz. Podatke so obdelovali s pomočjo figurnega prikaza in prikaza s stolpci. Ugotovili smo, da so učenci pri oblikovanju kriterijev uspešni. Razlike med učenci različne starosti se kažejo v njihovi ubeseditvi. Mlajši učenci so oblikovali bolj preproste in splošne kriterije, medtem ko so učenci 3. razreda oblikovali že bolj izdelane kriterije. S pomočjo opredeljenih kriterijev so znali ugotoviti, ali so se kaj novega naučili, česa še ne znajo, in ob tem razmislili, kaj lahko naredijo, da bodo dosegli cilj. Pri izvedbi učnih dejavnosti smo jih spodbujali z vprašanji in k medsebojnemu spraševanju.

Ugotovili smo, da medvrstniška pomoč pri delu v skupinah razvija socialne veščine učencev ter med njimi spodbuja učenje v obliki sprotne povratne informacije. Na koncu vsakega sklopa so nastali raznoliki dokazi, ki so predstavljali usvojeno znanje učencev.

Na podlagi izvedbe lahko sklepamo, da učenci, tudi v kombiniranem oddelku, s pomočjo formativnega spremljanja ne pridobijo samo matematičnega znanja, temveč tudi drugačen pogled na učenje.

**Ključne besede:** formativno spremljanje, kombinirani oddenek, logika

## Abstract

Formative assessment is one of the methods through which you can teach and monitor the progress of learners in the 1st, 2nd and 3rd class of primary school. This article, as illustrated on the example of logic and data processing in Mathematics, shows how students can help one another through peer assessment; what performance objectives and criteria pupils of different ages form; how pupils think in different ways when faced with problem-solving tasks, which are good ways for them to receive positive feedback and evidence of acquired knowledge upon completion. Following the implementation of the task, it was established that this work method is effective because pupils do not only acquire new knowledge but also a different view on learning.

**Keywords:** combined class, formative assessment, logic

## Viri

1. Holcar Brunauer, A., Bizjak, C., Cotič Pajntar, J., Borstner, M., Eržen, V., Kerin, M. idr. (2016): Formativno spremljanje v podporo učenju. Priročnik za učitelje in strokovne delavce. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.
2. Clarke, S. (2012): Active learning through Formative Assessment. By Hodder Education part of Hachette UK.
3. Dix, P. (2010): The Essential Guide to Classroom Assessment. By Ashford Colour Press, Great Britain.  
[http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni\\_UN/UN\\_matematika.pdf](http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_matematika.pdf) (30. 8. 2016).
4. <http://www.zrss.si/pdf/o-naravi-ucenja.pdf> (30. 8. 2016).
5. <http://www.zrss.si/digitalnaknjiznica/viz-5-6-2014/> (30. 8. 2016).

# FORMATIVNO SPREMLJANJE UČENCA TUJCA

## Formative Assessment of Foreign Student

Mateja Pučnik Belavič, Mihaela Kerin

belavic.pucnik@gmail.com, mihaela.kerin@zrss.si

OŠ Toma Brejca, Zavod RS za šolstvo

### Razširjeni povzetek

Pouk matematike v 1. razredu se v okviru operativnih ciljev in vsebin učnega načrta uresničuje s skrbnim načrtovanjem smiselnih praktičnih dejavnosti za učence, uporabo konkretnih materialov in nazornih ponazoril.

V prispevku bova predstavili spremljanje napredka učenca tujca pri matematiki v 1. razredu v obdobju prvih treh mesecev učenja v zanj tujem jezikovnem okolju.

Učenčev materni jezik je albanščina. Ob vstopu v šolo v šolskem letu 2016/2017 slovenskega jezika ni razumel, zato mu je šola omogočila različne načine učenja slovenščine, dodatno strokovno pomoč idr., s čimer je lajšala težave pri komunikaciji v razredu in zunaj njega. Čeprav je bil učenec na začetku v obdobju prilagajanja, smo si zastavili cilj, da zanj ustvarimo spodbudno učno okolje, v katerem bo dosegel svoj maksimalni napredek. Izhodišče za spremljanje napredka pri matematiki učenca tujca je bilo formativno spremljanje, v okviru katerega smo se na začetku osredotočili predvsem na dajanje učiteljeve povratne informacije učencu z uporabo raznolikih slikovnih orodij, na izbiro primernih dokazov o njegovem učenju ter na organizacijo priložnosti za medvrstniško učenje. Pri razmisleku smo izhajali predvsem iz učenčevih močnih področij, ki so se kazala v pozitivni naravnosti in motivaciji za delo, v spontanem vključevanju v igro z vrstniki, odzivanju z neverbalno komunikacijo in v uspešnem delovanju pri učnih dejavnostih, ki niso bile povezane z izražanjem v slovenščini. V prvih treh mesecih smo uresničevali matematične vsebine in cilje, povezane z orientacijo v prostoru in na ravnini ter z razvojem številskih predstav do 10.

V prispevku bova predstavili odgovore na vprašanja: Kako sva pri matematiki ugotovljali oz. preverjali predznanje učenca tujca, kateri pristopi v poučevanju so bili učinkoviti in kateri ne, kateri načini dajanja povratne informacije so učenca premikali naprej v učenju, kako sva ga spodbujali k samovrednotenju in vrstniškemu učenju.

Vpogled v celoten proces poučevanja in učenja sva podkrepili s konkretnimi primeri, ki potrjujejo, da vpeljevanje elementov formativnega spremljanja pri

učenca tujcu kljub jezikovnim preprekam učinkovito usmerja učenca naprej in mu omogoča izgradnjo kakovostnega in trajnega znanja.

**Ključne besede:** učenec tujec, formativno spremljanje, individualni napredek

### **Abstract**

This paper presents the formative assessment of a foreign student's progress in first-grade Mathematics during the first three months of learning in what was a foreign language environment from the student's perspective. The foreign student's mother tongue was Albanian. At the beginning of the 2016/2017 school year, the student neither spoke nor understood Slovenian. The starting point for monitoring his progress in Mathematics was formative assessment. Initially, the focus was on the teacher's feedback to the student by means of various visual aids, on the selection of appropriate evidence of his learning, and on creating opportunities for peer learning.

**Keywords:** foreign student, formative assessment, individual progress

### **Viri**

1. Holcar Brunauer, A., Bizjak, C., Cotič Pajntar, J., Borstner, M., Eržen, V., Kerin, M. idr. (2016): *Formativno spremljanje v podporo učenju. Priročnik za učitelje in strokovne delavce*. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.
2. Novak, M. idr. (2012): *Smernice za vključevanje otrok priseljencev v vrtce in šole. Smernice za celostno vključevanje priseljencev (otrok, učencev in dijakov) iz drugih jezikovnih in kulturnih okolij v slovenski vzgojno-izobraževalni sistem*. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.
3. Clarke, S. (2012): *Active learning through Formative Assessment*. By Hodder Education part of Hachette UK.
4. Dix, P. (2010): *The Essential Guide to Classroom Assessment*. By Ashford Colour Press, Great Britain.

# UVAJANJE FORMATIVNEGA SPREMLJANJA

## Implementation of Formative Assessment

Vesna Bračko

vesna.bracko@guest.arnes.si  
OŠ Pesnica pri Mariboru

### Razširjeni povzetek

Kot učiteljica pri svojem vzgojno-izobraževalnem delu nenehno iščem nove poti poučevanja, za lažje razumevanje učenja učencev in kasneje za objektivnejše ocenjevanje. Učencem želim ponuditi spodbudno učno okolje, ki omogoča sodelovalno, aktivno in hkrati samoreglativno učenje. Takšno učenje po mnenju N. Komljanc (2014) učence spodbuja, da so ustvarjalci lastnega znanja. Učno okolje jim omogoča, da svoje delo načrtujejo, spremljajo in presoajo, meni kot učiteljici pa, da jih ob primernem času podprem pri njihovem miselnem procesu. Za izbor določene metode učenja obstajajo določeni kriteriji, in sicer: vsebina, cilji, razvojna stopnja učencev, predznanje in sposobnosti učencev, ali učenci metodo poznajo, število učencev v oddelku, kako učenci sprejemajo sodelovalno učenje, čas, ki je na voljo, značilnosti metode – koliko spodbuja aktivno učenje učencev – ter učiteljeva osebnost in usposobljenost za uporabo metode (Tomić, A., 2000, str. 87). Težnjo po pestri uporabi različnih metod, oblik, pristopov in sistemov dela za spodbujanje samostojnosti, kritičnosti, inovativnost zajema učni načrt za matematiko, podrobneje pa je navedena v didaktičnih priporočilih učnega načrta (Žakelj, A., 2011, str. 71).

Namen prispevka je predstaviti učno uro matematike v 5. razredu (sklop Racionalna števila). Sledila sem ciljem, da učenci določijo, kolikšen del celote prikazuje dana slika ali model, grafično ali z modelom ponazorijo dele celote, izračunajo del od celote, uporabijo strategijo računanja z deli celote pri reševanju besedilnih nalog (Žakelj, A., 2011, str. 33). Pri izvedbi ure sem poskušala vnesti čim bolj aktivno obliko učenja ob upoštevanju vseh načel formativnega spremljanja. Po spoznavanju teoretičnih izhodišč, ki sem jih pridobila v okviru seminarjev in lastnega študija literature, sem počasi, previdno, a vztrajno začela vnašati elemente formativnega spremljanja. Pri tem sem po D. Wiliamu (2013, str. 123–142) vključila: *ugotavljanje učenčevega predznanja z igro iskanja parov kart*. Kaj znam? Učenec se preveri sam, v paru, v četvorki. Katera znanja bom še potreboval? Katere podatke še potrebujem? *Vključevanje učencev v načrtovanje dejavnosti*. Kaj bi se rad naučil? Kako bi to naredil? Učenci naredijo načrt za lastno aktivnost. Odprt problem omogoča individualni pristop posameznega učenca glede na njegovo predhodno znanje; omogočena je diferenciacija. *Sonačrtovanje ciljev in kriterijev uspešnosti*. Kdaj bom uspešen? Kako bom to dokazal? *Učiteljevo in medvrstniško povratno*

*informacijo med posameznimi delovnimi fazami.* Na podlagi povratne informacije si učenci naredijo načrt za izboljšavo izdelka in samoregulirajo svoje učenje. *Razvijanje veščin vrstniškega sodelovanja (partnerskega učenja), samorefleksije, samovrednotenja in samoocenjevanja.* Poudarek na predstavitvi in izkazovanju znanja (utemeljevanje, analiziranje itd.) in s tem na spodbujanju višjih nivojev mišljenja in razvijanju razumevanja. Učenec ugotavlja svoja močna oz. šibka znanja. Zakaj se splača? Moja izkušnja je, da pouk postane bolj dinamičen in ustvarjalen. Ker so učenci seznanjeni s cilji in nameni učenja, se večja notranja motivacija. Izkazuje se z njihovo večjo zavzetostjo.

Pri urah učenci močneje razvijajo samostojnost, odgovornost, vztrajnost in medsebojno sodelovanje. Učitelj pa ima možnost in čas za spremljanje napredka in individualne pogovore. Avtentična naloga, odprto vprašanje in samostojna izbira učencem omogoča individualni pristop in s tem je zagotovljena tudi notranja diferenciacija pouka. Dobro načrtovanje z upoštevanjem vseh ključnih elementov formativnega spremljanja zahteva sistematičen pristop učitelja in temeljite pedagoške razmisleke. Dobra organizacija je zelo pomembna za kakovostno izvedbo učne ure.

Ugotavljam, da se z učenci veliko več pogovarjam in imam boljši pregled nad njihovim znanjem, načinom razmišljanja in delovnimi navadami. Učenci razmišljajo o svojem znanju, se o njem tudi pogovarjajo in so bolj (samo)kritični.

**Ključne besede:** spodbujanje učenja, formativno spremljanje, sodelovalno učenje

### **Abstract**

Every day, teachers create the conditions and possibilities for acquiring knowledge and help pupils during their learning process. They are looking for new ways of teaching, learning, assessing, and evaluating. The aim is to provide a collaborative, active, and stimulating learning environment, in which learners create their own knowledge. They plan, monitor, and assess their work and become co-creators of a lesson. The teacher is the one who knows how to use the appropriate 'tools' at the appropriate time during their thought process. The purpose of the article is to present a learning process taking into account all principles of formative assessment. In the article, I am going to describe the pupils' response or feedback, and present my own reflection on the lesson.

**Keywords:** stimulating learning, formative assessment, cooperative learning

### **Viri**

1. Anderson, L. W., Krathwohl, D. idr. (2016): Taksonomija za učenje, poučevanje in vrednotenje znanja. Ljubljana: Zavoda RS za šolstvo.

2. Ažman, T., Brejc, M., Koren, A. (2010): Učenje učenja. Seminarско gradivo. Maribor.
3. Komljanc, N. (2012): Didaktika ocenjevanja znanja – Formativno spremljanje. Zavod RS za šolstvo.
4. Tomić, A. (2000): Izbrana poglavja iz didaktike. Ljubljana: Center za pedagoško izobraževanje Filozofske fakultete.
5. Wiliam, D. (2013): »Vloga formativnega vrednotenja v učinkovitih učnih okoljih.« O naravi učenja: 123–142. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.
6. Žakelj, A. idr. (2011): Program osnovna šola. Učni načrt. Matematika. Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana. Dostopno na:  
[http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni\\_UN/UN\\_matematika.pdf](http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_matematika.pdf) (12. 9. 2016).



# SODELOVALNO UČENJE PRI UTRJEVANJU MATEMATIKE

## Collaborative Learning in Consolidating Mathematics

Vanja Kocjančič Kuhar  
vanjak71@gmail.com  
OŠ I Murska Sobota

### Razširjeni povzetek

V sodobni šoli tradicionalni razred ni več v ospredju in postaja učeča se skupnost, kjer se učimo eden od drugega in kjer učitelji postajamo organizatorji učnih okoliščin z vpeljevanjem sodobnih oblik učenja. Ena izmed teh je sodelovalno učenje, ki danes predstavlja eno izmed temeljnih veščin človeka, njegove različne oblike pa so element spodbudnega učnega okolja. S sodelovalnim učenjem učenci pridobivajo izkušnje na področju socializacije, si razvijajo samopodobo, sprejemajo drugačnost, se trudijo za pozitiven odnos v skupini in prevzemajo odgovornost. Ob vsem tem pa se njihovo znanje in osebnostne lastnosti prepletajo in dopolnjujejo.

Če želimo, da učenci pridobljena znanja povezujejo in pri tem še razvijajo svojo ustvarjalnost, moramo podano znanje tudi medpredmetno povezati, kar poudarjajo tudi priporočila v učnih načrtih. V prispevku prikazujem primer dobre prakse sodelovalnega učenja, ki sem ga uporabila v 4. razredu pri uri utrjevanja pisnega množenja in ga povezala z naslednjo uro naravoslovja. V prvem delu prispevek predstavlja metodo sodelovalnega učenja in vlogo učitelja pri tem, v drugem pa praktični primer ure sodelovalnega učenja.

Kot meni Peklaj (2001), je v sodobnem svetu hitrega napredka in tehnologije naloga šole, da učence nauči višjih miselnih veščin za reševanje problemov, komunikacijskih in tudi socialnih veščin. Torej, kakovostno delo v šoli naj ne bi spodbujalo samo spoznavnih procesov učencev, temveč mora omogočati tudi pogoje za njihov socialni, čustveni in duhovni razvoj.

Učence sem razdelila v heterogene skupine, v katerih so najprej reševali logične naloge za ogrevanje in jih skušali čim hitreje rešiti. Nato sem vsaki skupini dodelila začetni račun pisnega množenja, učenci pa so se domenili, kdo je tisti, ki bo računal prvi, in nadaljnji vrstni red reševanja. Dobljeni rezultat je podal naslednjemu v skupini, ki je rezultat pomnožil z istim množiteljem kot prvi in tako naprej. Vsi so torej morali množiti dobljeni množenec z istim množiteljem, kot ga je dobil učenec, ki je bil na vrsti prvi. Tako so učenci dobili verigo računov pisnega množenja. Ko so dobili končni rezultat, so ga prinesli k učitelju, kjer jih je čakalo šest razrezanih delov sestavljanke, na katerih so bili zapisani končni rezultati, na drugi strani pa del slike. Če se njihov rezultat ni ujemał z nobenim koščkom sestavljanke, je skupina ponovno na isti način ali z drugačnim vrstnim redom preverila pravilnost vmesnih rezultatov. Ko so pravilno izračunali vseh

šest verig in dobili vse kose sestavljanke, so iz njih sestavili sliko. Na sliki je bila prikazana človekov prebavn trakt kot izhodišče za naslednjo uro naravoslovja in tehnike.

Učenci so torej v manjših skupinah opravili vsak svoj del naloge in prevzeli odgovornost, pri tem pa spremljali tudi del preostalih članov in jim pomagali pri doseganju skupnega cilja. S tem se je povečala tudi notranja motivacija slabših učencev, ki so videli, da so tudi sami dodali svoj prispevek k uspešno rešeni nalogi.

Zavedam se, da tradicionalno učenje v šoli ne zadovoljuje več vseh potreb v sodobni družbi. Kar razlikuje sodelovalno učenje od tradicionalnega podajanja snovi, je, da se poleg vpliva na vrstnike, učenci v skupini zavedajo skupne obveznosti in odgovornosti, interesov in ne nazadnje tudi koristi. Delo je potekalo izjemno aktivno, sproščeno, učenci so si med seboj pomagali in se vzpodbujali pri doseganju skupnega cilja. Čutiti pa je bilo tudi mirnost in občutek varnosti slabših učencev, saj so vedeli, da lahko pripomorejo k skupnemu cilju in da jim bodo v primeru napak pomagali drugi člani skupine. Na koncu je bilo čutiti zadovoljstvo vseh, saj so dosegli cilj in ugotovili, da so za to zaslužni prav vsi.

**Ključne besede:** sodelovalno učenje, skupinsko delo, socializacija

### **Abstract**

In modern schools, the traditional class is becoming a learning community where we learn from one another and where teachers become organisers of learning contexts by introducing modern forms of learning. One of these is cooperative learning, which today represents one of the fundamental skills of people, and its various forms comprise an element of a stimulating learning environment. Through collaborative learning, students gain experience in socialisation, develop their self-esteem, accept differences, strive for a positive attitude within the group, and assume responsibility. In addition to all of this, the knowledge and personal qualities of pupils interact and complement one another.

**Keywords:** collaborative learning, teamwork, socialisation

### **Viri**

1. Peklaj, C. (2001): Sodelovalno učenje ali Kdaj več glav več ve. DZS, Ljubljana.
2. Razdevšek Pučko, C. (1993): Razredna interakcija, Študijsko gradivo. Pedagoška fakulteta v Ljubljani.
3. Žakelj, A. idr. (2011): Program osnovna šola. Učni načrt. Matematika. Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana. Dostopno na spletnem naslovu <https://dk.um.si/Dokument.php?id=18368> (6. 9. 2016).

# UČENEC KOT SOOBLIKOVALEC UČNEGA PROCESA

## Student as Co-Creator of Learning Process

Mag. Andreja Oder Grabner  
andreja.odergrabner@gmail.com  
OŠ Gustava Šiliha Velenje

### Razširjeni povzetek

Razvijanje kompetenc, ki vodijo k sposobnostim za stalno učenje, je cilj tudi pouka matematike (Učni načrt, 2011, str. 5). Pa se učenci radi učijo, se znajo učiti? Je res vzrok nemotiviranosti, pasivnosti in nizkega nivoja znanja v učencih? Pouk sem pogosto organizirala tako, da so učenci lahko sledili svojim potrebam in sposobnostim. Potek usvajanja učne snovi ter v veliki meri tudi izbor nalog pa sta ostajala v moji domeni. Ob študiju literature sem naletela na koncept formativnega spremljanja in ga začela vnašati v svojo prakso. Pozitivne spremembe pri motiviranosti učencev, odnosu do lastnega dela in dosežkih so bile hitro opazne.

- Strategija formativnega spremljanja

Temelj učinkovitega učenja je aktivno vključevanje učencev (Black in William, 2014). Temu sledi koncept formativnega spremljanja učencev in le-te vključuje v vse faze procesa učenja – od načrtovanja do preverjanja in ocenjevanja (Holcar Brunauer, 2014), jih aktivira, da postanejo lastniki svojega lastnega učenja (William, 2014, str. 10). William (2013) v prid izboljšanja kakovosti učenja in poučevanja predstavlja pet ključnih strategij, izmed katerih učitelji z največjo negotovostjo posegamo v segment vključevanja učencev v načrtovanje učnega procesa. Na podlagi izkušenj in študija lahko potrdim, da učenci to zmorejo. Še več, ob takšnem vključevanju se zvišujeta motivacija in odgovornost za učenje, kar potrjujejo tudi znanstvene raziskave (Black in William, 2014).

- Z majhnimi koraki do velikih sprememb

Predstavljam primer, kako sem učence vključila v načrtovanje učnega procesa s tem, da sem jih najprej aktivno vključila v sestavljanje nalog. Pri enoti o valju in njegovih lastnostih so učenci za nalogo izdelali »valjasti izziv« – konkretna naloga ob fotografiji, predmetu iz okolice. Ob predstavljanju le-teh smo sestavljali mozaik potrebnih znanj za razreševanje zastavljenih problemov. Prepoznavali so svoja šibka področja in poiskali potrebna znanja. Potrdila se je trditev, da ko učencem omogočimo, da učne cilje navežejo na lastne interese, se v njih prebudi želja po učenju (Holcar Brunauer, 2014). Naučili so se mnogo več, kot bi v tem poglavju od njih pričakovali. Poleg ciljev, vezanih na površino in prostornino valja, so iskali recepte, posegali po znanjih fizike, elektrotehnike. V 6. razredu sem poglavje o obdelavi podatkov prepustila učencem. Ob ugotovitvi, da precej znajo, sem jih postavila pred izziv, kako bi dokazali uporabnost svojega znanja in ga predstavili. Sami so prišli do ideje o izvedbi

krajše raziskave. Šest šolskih so bili ur izjemno aktivni in rezultati njihovega dela so bile dobro izdelane raziskave, ki so si jih znali sami sebi in sošolcem kritično ovrednotiti. Podobno sem osmošolcem predala v njihove roke poglavje o kocki in kvadru. Opredelili so cilje, časovno razporeditev, metode in oblike dela ter kriterije uspešnosti. Po potrebi sem jih usmerjala, jim svetovala. Svoje znanje so želeli preveriti in potrditi s pisnim preverjanjem. Izkazano znanje je bilo nadpovprečno. Izjemen je bil njihov odziv, saj so s sošolci iskali in primerjali svoja močna in šibka področja ter iskali vzroke zanje. Dokazali smo pomembnost poznavanja in razumevanja učnega cilja s strani učencev ter načrtovanje aktivnosti za doseganje cilja, kot jih poudarjata Black in William (2014).

- Učenci so nad takšnim načinom dela navdušeni:  
»Ko smo jemali novo snov, smo sami razmišljali in učiteljica nam je le pomagala, da smo se naučili kaj novega. Zato sem bolje razumela.« (devetošolka, 2016)  
Želja vsakega učitelja je, da bi imel visoko motivirane učence, ki bi prevzemali odgovornost za lastno učenje. Da bi to dosegli, moramo organizirati ustrezno učno okolje, takšno, da se učenci bolj aktivno vključujejo (Black in William, 2014). Spreminjati začnemo razredno kulturo (Black in William, 2014, str. 14). Učenci se zavedajo svojega učenja, sodelujejo. V prvi vrsti mora spremembe v svoje delo vnesti učitelj, ki v razredu prevzame vlogo svetovalca in usmerjevalca.

**Ključne besede:** soudeleženosť učencev, formatívno spremljanje

### **Abstract**

To make the learning process more effective, the main focus should be placed on students. Students should be actively involved in the learning process. Formative assessment strategies allow students to become involved in the entire learning process, e.g. from planning to evaluating, testing, and assessing. The strategy of involving students in the learning process planning seems to be the most difficult for teachers. However, it allows students to link learning goals with their own interests, and to get to know learning goals better, which leads to more effective learning. The learning environment and the class culture are changing. Students collaborate more; they explore. On the one hand, their motivation increases and they accept responsibility for their learning; whereas on the other hand, the teacher's role becomes one of moderator and counsellor.

**Keywords:** participation of students, formative assessment

## Viri

1. Black, P., William, D. (2014): Spreminjanje poučevanja skozi formativno spremljanje: raziskovanje in praksa – projekt formativnega spremljanja znanja Kings-Meadway-Oxfordshire. Vzgoja in izobraževanje, letnik XLV, št. 5-6, str. 10–18.
2. Holcar Brunauer, A. (2014): Formativno spremljanje znanja v očeh učiteljice, raziskovalke in svetovalke. Vzgoja in izobraževanje, letnik XLV, št. 5-6, str. 19–22.
3. Žakelj, A. idr. (2011). Program osnovna šola. Učni načrt. Matematika. Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.
4. William, D. (2014): Formative assessment and contingency in the regulation of learning processes. Pridobljeno 5. 9. 2016, [http://www.dylanwiliam.org/Dylan\\_Wiliams\\_website/Papers.html](http://www.dylanwiliam.org/Dylan_Wiliams_website/Papers.html).
5. William, D. (2013): Vloga formativnega vrednotenja v učinkovitih učnih okoljih. V: O naravi učenja: uporaba raziskav za navdih prakse: Zavod RS za šolstvo, Ljubljana. Pridobljeno 5. 9. 2016, <http://www.zrss.si/pdf/o-naravi-ucenja.pdf>.

# MOTIVIRANOST UČENCEV ZA UČENJE MATEMATIKE

## Students' Motivation to Learn Math

Valentina Mlakar

valentina.mlakar@guest.arnes.si

OŠ Sava Kladnika Sevnica

### Razširjeni povzetek

V prispevku predstavljam izkušnje s formativnim spremljanjem učenčevega dela, samoregulacijo učenja in uporabo informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) pri pouku matematike. Sem učiteljica matematike in fizike z dolgoletno prakso, kar pomeni da sem lahko spremljala in primerjala delo vrste generacij učencev. Pri naših učencih opažam, da so pri pouku premalo aktivni in pogosto ne naredijo domačih nalog. Vzroke sem začela iskati tudi pri svojem delu in ugotovila, da moram pri pouku manj razlagati in več dela prepustiti učencem.

Odgovornost in aktivnost učencev se je povečala, ko sem začela vpeljevati formativno spremljanje učencev. Kljub temu da sem pri matematiki vsa leta preverjala pravilnost rešenih nalog učencev, je vpeljava formativnega spremljanja prinesla večji uspeh. Učinkovitost pouka se je povečala z jasno zastavljenimi cilji in oblikovanimi kriteriji znanja, pri katerih so sodelovali tudi učenci. Ob pomoči jasno zastavljenih ciljev in oblikovanih kriterijev lahko učenci načrtujejo svoje učenje in tudi sami presodijo o svojem znanju.

Digitalna pismenost je ena od kompetenc vseživljenjskega učenja, zato v pouk vključujem tudi uporabo IKT. Pri sodelovanju v mednarodnih projektih EUfolio – razvojni listovnik in ATS 2020 – formativno spremljanje in vrednotenje transverzalnih veščin s pomočjo IKT pridobivam strokovna znanja, ki jih uporabim v svoji praksi. Projekta izvajam v 8. in 9. razredu pri urah fizike in matematike. Učenci uporabljajo računalniško opremo in program E-listovnik Mahara, ki mi pomaga preverjati tako njihovo predznanje učencev kot tudi usvajanje novih učnih vsebin. Eden od zavihkov v Mahari je tudi zavihek Moje učenje, s pomočjo katerega učenci načrtujejo in samoregulirajo svoje učenje.

V prispevku bom na konkretnih primerih iz prakse predstavila, kako lahko Maharo uporabimo kot motivacijo in za ugotavljanje predznanja učencev. Predznanje učencev je pri matematiki zelo pomembno, kajti če ima učenec prevelike primanjkljaje, bo težko napredoval v znanju. Prikazala bom tudi, kako lahko v Mahari učencem pripravim različne naloge, ki so jim privlačne, saj lahko uporabim slike. Naloge lahko rešujejo individualno, o rešitvah se dogovarjajo prek računalnika in drug drugemu dajejo povratne informacije.

Pri pouku organiziram sodelovalno učenje, tako da učenci rešujejo naloge in probleme v skupini. Skupine različno sestavim in spreminjam. Kadar želim, da učenci z več znanja pomagajo tistim z manj znanja, sestavim sodelovalne skupine. Velikokrat pa je dobro, da so v skupini učenci s približno enakim znanjem, ki ga potem skupaj nadgrajujejo in iščejo različne rešitve; tako organiziram fleksibilne skupine. Mahara omogoča, da učenci vidijo naloge vsake skupine in tako tudi lažje presoja o svojem znanju. Za večjo notranjo motivacijo učenci sami regulirajo svoje učenje. Predstavila bom, kako učenci regulirajo svoje učenje z uporabo zavijka Moje učenje v Mahari.

Rezultati dela v okviru projektov so pokazali, da so učenci, pri katerih pouk izvajam s pomočjo IKT in formativnega spremljanja, uspešnejši pri preverjanju in ocenjevanju znanja, bolj motivirani za učenje ter da aktivneje sodelujejo pri učni uri.

**Ključne besede:** motivacija, IKT, formativno spremljanje

### **Abstract**

With this article I wish to share my experiences with the formative assessment of students' work, their self-regulation of learning, and the use of ICT in Math lessons. I am a Maths and Physics teacher with many years of practice, which means that I have been able to follow and compare the work of many generations. I have noticed that they are not active enough and often do not do their homework. I started searching for the reasons behind it, even in my own performance, and realised that I should explain less and let the students do more work by themselves. By introducing formative assessment, the students became more responsible and active. Although I have always checked their homework, the use of formative assessment has proved a much more successful method.

**Keywords:** motivation, ICT, formative assessment

### **Viri**

1. Žakelj, A., Valenčič Zuljan, M. (2015): Učenci z učnimi težavami pri matematiki. Prepoznavanje učnih težav in model pomoči. Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.
2. Rupnik Vec, T. (2009): Kritično mišljenje pri pouku psihologije. Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.
3. Rupnik Vec, T., Kompare, A. (2006): Kritično mišljenje v šoli. Strategije poučevanja kritičnega mišljenja. Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.
4. Sentočnik, S. (2000): Avtentične oblike preverjanja in ocenjevanja za kakovostnejše učenje in poučevanje. Vzgoja in izobraževanje, 2/3, 82–87.

# PROSTORNINA PRIZME IN FORMATIVNO PREVERJANJE

## Volume of Prism and Formative Assessment

Jožef Senekovič

jozef.senekovic@guest.arnes.si

OŠ Bojana Illica Maribor

### Razširjeni povzetek

Pri pripravi in izvedbi pouka se moramo zavedati, da je učenje nepredvidljivo in da skrbni pripravi in premislekih navkljub ob koncu procesa ne moremo zagotoviti enakega znanja vseh učencev, pa čeprav smo še tako prepričani, da so vsi opremljeni z enakim predznanjem. Možna rešitev, ki lahko zmanjša nepredvidljivost učenja, je formativno preverjanje (tudi vrednotenje) z namenom regulacije procesov učenja (William, 2013, str. 125). Gre za povratne informacije, ki pravočasno regulirajo proces učenčevega učenja. Z zbiranjem dokazov skozi ves proces pouka pridobivamo informacije o trenutnem znanju učenca. Formativno preverjanje lahko v nekaterih primerih na učenca deluje negativno ali zaviralno, predvsem če je usmerjeno v njegovo osebnost ali pa če smo preveč usmerjeni v instrumentalne cilje (ocene, formalni dosežki). Kakovostne povratne informacije naj se nanašajo čim bolj na nalogo ali celo bolje, posamezne podrobnosti nalog.

V okviru sodelovanja z Zavodom RS za šolstvo sem pripravil hospitacijski nastop za učitelje matematike. Izbral sem vsebinski sklop geometrijskih teles v 9. razredu, prostornino prizme. Namen hospitacijske ure je bil prikaz nekaterih elementov formativnega preverjanja pri obravnavi geometrijskih vsebin s problemskim pristopom. Elementi formativnega preverjanja, ki so bili vključeni, so: preverjanje predznanja, aktivacija znanja, postavljanje vprašanj, oblikovanje kriterijev uspešnosti in zbiranje dokazov.

V prispevku je predstavljeno, kako so elementi formativnega preverjanja vključeni v pouk, v katerem koraku in s katerim namenom.

Preverjanje predznanja opravimo pred obravnavo geometrijskih teles. S preverjanjem želimo ugotoviti, ali učenci razumejo koncept pojma telo in koncept površine ter prostornine. Odgovori so pokazali pomanjkljivo razumevanje koncepta površine in prostornine teles. Z intervencijo v naslednji šolski uri so učenci ob modelih ponovili pojem površine in prostornine telesa. Aktivacijo znanja smo opravili na začetku ure, ko so učenci v parih ob modelu prizme ponovili pojme in lastnosti prizme. Z aktivacijo predznanja postanejo učenci drug drugemu vir znanja, hkrati pa jih aktiviramo za samoobvladovanje učenja.



Ključni element v fazi pridobivanja novih vsebin je postavljanje vprašanj. Postavljeno vprašanje spodbudi razmišljanje učencev in morda omogoči globlji uvid v vsebino ter s tem učinkovitejše razumevanje posameznih konceptov. V nadaljevanju so bili učenci soočeni z vprašanjem: »Kako bi izračunali prostornino prizme za model, ki je pred vami?« Pri razmisleku in utemeljitvah so imeli na voljo »dejavnostno točko«, kjer so lahko izvedli poskus, s katerim so hipotezo potrdili ali ovrgli. Ugotovitve smo nato skupaj zapisali na tablo in odvisnost prostornine prizme od dolžine višine in velikosti osnovne ploskve zapisali s formulo. Ko so opravili izbrane dejavnosti v zvezi s pridobivanjem novih znanj, ko so bili izpostavljeni miselnim konfliktom, izzivom in preiskavam problemov, smo oblikovali kriterije uspešnosti. Zbiranje dokazov je sestavni del formativnega preverjanja. Šele z dokazi lahko kompetentno utemeljimo učenčevo znanje ali neznanje. To so odgovori na vprašanja, diskusija med učenci, zapisani odgovori v zvezku itd. Tako so učenci odgovorili na nekaj ustnih vprašanj, opravili smo pisno preverjanje, kjer so samostojno odgovorili na štiri vprašanja. Zbrani dokazi niso bili uporabljeni za ocenjevanje znanja, temveč za zaznavanje, kdo ima težave in katere vrste so te težave.

V analizi ure so učitelji ugotavljali, da večinoma ne bi namenili toliko časa preverjanju predznanja, tudi s samim pridobivanjem znanja (recimo dejavnostna točka) ne bi časovno toliko obremenili ure. Več poudarka bi dali sami formuli in nato uporabi le-te v različnih primerih (prizmah). Učitelji prevzemamo bistveno preveč odgovornosti za učenčevo znanje. S formativnim preverjanjem, s pogosto presojo napredka na različne načine (Hinton, Fisher, 2013, str. 114) prepustimo bistveno več odgovornosti učencu.

**Ključne besede:** formativno preverjanje, prostornina prizme

### **Abstract**

In cooperation with the National Education Institute of Slovenia, I prepared lesson observation for teachers of Mathematics. I chose geometric shapes in the 9th grade as the topic, namely the volume of a prism. The main purpose of the lesson observation was to present the implementation of specific elements of formative assessment into the teaching of geometric shapes. The article presents the elements of formative assessment which were included in my lesson. These elements are: prior knowledge assessment, knowledge activation, asking questions, developing success criteria, and collecting evidence. The article also explains how the elements of formative assessment are implemented in the lesson, in which step of the lesson, and what the objective is.

**Keywords:** formative assesment, volume of prism

## Viri

1. Dumont, H., Istance, D., Benavides, F. (2013): Uporaba raziskav za navdih prakse. V: O naravi učenja, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.
2. Hinton, C., Fisher K. W., (2013): Učenje iz razvojne in biološke perspektive. V: O naravi učenja, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.
3. Peršolja M., OŠ Preserje pri Radomljah;  
<https://sites.google.com/site/formativnospremljanjeznanja/Home> , 18. 8. 2016.
4. Schneider, M., Stern, E. (2013): Kognitivni pogled na učenje: deset temeljnih ugotovitev v O naravi učenja, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.
5. Wiliam, D. (2013): Vloga formativnega vrednotenja v učinkovitih učnih okoljih. V: O naravi učenja, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.

# 1, 2, 3, DOLOČI ŠTIRIKOTNIK TI

## 1, 2, 3, Determine the Quadrilateral

Andreja Verbinc

andreja.verbinc@guest.arnes.si

OŠ Oskarja Kovačiča

### Razširjeni povzetek

V 7. razredu se učenci učijo o lastnostih štirikotnikov, kotih in njihovem načrtovanju. Predstavila bom, kako so po izbranih stopnjah formativnega spremljanja spoznavali štirikotnike (Holcar Brunauer, 2016). Velik poudarek sem namenila samostojnosti pri učenju in temu, da ljudje sprejemamo informacije po različnih kanalih, zato sem pripravila raznovrstne dejavnosti, pri katerih je bil ta vidik upoštevan.

Ker se je to dogajalo junija, sem učence motivirala tako, da so zadnji teden pouka lahko mlajše otroke poučevali o štirikotnikih oziroma bili »učitelji za eno uro«. Za preverjanje predznanja sem uporabila strategijo VŽN (Pečjak in Gradišar, 2015, str. 147). Iz zapisov učencev smo povzeli skupne cilje, ki naj bi jih dosegli. Organizirala sem dejavnosti, pri katerih so razvijali sprejemanje informacij po vidnem kanalu in so vključevale tudi gibanje. S tehniko origami so iz papirja sestavili štiri štirikotnike, z izrezanimi štirikotniki pa smo sestavili družino štirikotnikov in jo nalepili v zvezke. Ob poslušanju mojih ustnih navodil so razvijali sprejemanje informacij po slušnem kanalu. Nekatere cilje so z navezovanjem na znanje, ki so ga že imeli, odkrivali sami. Z izrezanimi skladnima enakostraničnima (enakokrakima, pravokotnima in raznostraničnima) trikotnikoma so na primer sestavljali različne štirikotnike in ugotavljali ter sami zapisali, kolikšna je vsota notranjih kotov štirikotnika (Ballheim, 1995, str. 296). Pri samostojnem učenju (v paru ali skupini) iz učbenika smo skupaj določili kriterije uspešnosti, s pomočjo katerih so ugotavljali, ali so bili pri učenju uspešni. Pripravila sem naloge za pisno preverjanje zastavljenih kriterijev uspešnosti in dobljene rezultate analizirala, ker me je zanimalo, zakaj učenci so oziroma niso uspešni pri izkazovanju znanja, ki naj bi ga pridobili. Pokazalo se je, da je za to več vzrokov. Nekateri se na primer niso naučili dovolj dobro in niso zadostili kriterijem, drugi niso natančno prebrali besedila naloge. S primerjalno matriko (Pečjak in Gradišar, 2015, str. 235) sem preverila, ali znajo zapisati lastnosti posameznega štirikotnika in zapisati štirikotnike z določeno lastnostjo. Posredovala sem jim povratno informacijo, ki je vsebovala predlog, kako pravilno dopolniti matriko.

Ob koncu obravnave štirikotnikov sem jim ponudila priložnost, da izberejo primerno dejavnost za mlajše otroke in jim posredujejo osnovno znanje o

štirikotnikih. Izkazalo se je, da so lahko sedmošolci prek matematike izrazili različne vrste svoje nadarjenosti, kot so pisanje pravljice, likovna predstavitev štirikotnikov, ustvarjalne delavnice itn. Vsi učenci, ki so učili mlajše otroke, so sporočili, da je bila to za njih pomembna izkušnja in da si še želijo biti učitelj za eno uro.

Zaradi formativnega spremljanja učenci ozavešajo, kaj se morajo naučiti, učitelj organizira dejavnosti v podporo učenja, vmes pa dobivajo povratne informacije, da vedo, kako učenje nadaljevati in priti do zastavljenih ciljev.

**Ključne besede:** aktivno učenje, formativno spremljanje, medgeneracijsko sodelovanje

### Abstract

7th graders learn about the characteristics of quadrilaterals, angles, and how to construct them. The author will present how the pupils learnt everything about quadrilaterals in the stages of formative assessment. Firstly, they checked their existing knowledge and afterwards planned learning objectives and activities, during which quadrilaterals were felt, folded, cut out, observed, and constructed. They received feedback about how successful their learning was. They had the opportunity to be creative while collecting evidence, as they prepared a presentation for kindergarten children or pupils of lower grades of primary school. The pupils wrote and performed a play, wrote a fairy tale about a land of quadrilaterals, prepared quizzes, etc. The pupils were motivated for learning, they gained knowledge through active learning, and handed it down to younger children.

**Keywords:** active learning, formative assessment, intergenerational cooperation

### Viri

1. Ballheim, C. (1995): Mathplus 8. Harcourt: Canada.
2. Berk, J., Draksler, J., Robič, M. (2014): Skrivnosti števil in oblik 7. Učbenik za matematiko v 7. razredu osnovne šole. Založba Rokus Klett, Ljubljana.
3. Holcar Brunauer, A. idr. (2016): Formativno spremljanje v podporo učenja. Priročnik za učitelje in strokovne delavce. Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.
4. Pečjak, S., Gradišar, A. (2015): Bralne učne strategije. Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.
5. Učni načrt: [http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni\\_UN/UN\\_matematika.pdf](http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_matematika.pdf) (8. 9. 2016).
5. Videoposnetek: <https://www.youtube.com/watch?v=p3IBOmwbulq> (5. 6. 2016).

# TELOVADBA MOŽGANOV PRI MATEMATIKI

## Brain Gym in Mathematics

Sonja Strgar, Katarina Šulin

sonja.strgar@gmail.com, katarina.sulin@hotmail.com

OŠ Vide Pregarc

### Razširjeni povzetek

Vsako šolsko leto pri urah matematike nekaj zadnjih ur namenimo ponovitvi celoletne snovi. Predstavili bova, kako smo to naredili preteklo šolsko leto v 7. razredu.

Ponovitev snovi so vodili učenci sami, ki so pripravili predstavitev povzetkov snovi, na internetu poiskali interaktivne naloge. Del učne ure so pripravili tako, da so naredili videoposnetke z gibalnimi vajami in vajami za ohranjanje ravnesja in odpravljanja posledic negativnega stresa, za kar so med drugim pomembne različne sprostitvene tehnike in dovolj gibanja (Jeriček Klanšček, Bajt, 2016).

V razredu smo izvedli 5 takšnih ur. Poglavja, ki so jih zajeli za ponavljanje, so se navezovala na naravna števila, odstotke in podatke, ulomke, obsege in ploščine, trikotnike in štirikotnike. Vse ure smo izvedli v računalniški učilnici. Učenci, ki so se odločili za sodelovanje pri pripravi nalog, so imeli z učiteljico več pogovornih ur. Na prvi pogovorni uri so bili navzoči vsi učenci »učitelji«. Skupaj smo oblikovali kriterije, ki so predstavljali, kaj učiteljica od njih pričakuje – na kaj morajo biti ob pripravi učne ure pozorni. Pri vmesnih pogovornih urah so se učenci ob učiteljičinem usmerjanju večkrat vračali h kriterijem. Ob koncu vsake izvedene ure smo naredili evalvacijo: učiteljici, učenec, ki je uro vodil (Tvoja naloga je bila ...; Cilj tvoje ure je bil ...; Problemi, s katerimi si se srečal, so bili ...; Ovire, ki si jih moral premagati ...; Danes sem najbolj užival, ko ...; Najmanj mi je bilo všeč ...; Bolje bi mi šlo, če ...; Želiš sporočiti še kaj?) in sošolci (Dve stvari, ki sem se jih naučil to uro ...; Vprašanje, ki se mi poraja ...; Učencu v vlogi učitelja želim sporočiti še ...). Učenci, ki so izvajali uro, so bili začudeni, koliko dela je potrebno za izvedbo ene učne ure, in prav vsi so v evalvaciji zapisali, da zdaj učitelja vidijo v drugačni luči.

Z opisanimi učnimi urami smo ustvarjali spodbudno učno okolje, v katerem so bili učenci motivirani, aktivni, razvijali so svoja močna področja (Kerndl, 2010). Poudarili smo pomen predznanja (povezanost matematičnih konceptov), osmislili povratne informacije (ohranimo dobro in odpravimo slabosti) in samovrednotenje. Učenci so soustvarjali cilje in kriterije za uspešnost učenja matematike. Bili so aktivni, drug drugemu so postali vir poučevanja (Holcar

Brunauer, 2014). Učiteljici sva spodbujali učence k raziskovanju in širjenju idej. Nismo pa se učili samo matematike, ampak razvijali še sposobnosti učencev za vseživljenjsko učenje.

**Ključne besede:** 7. razred, matematika

### **Abstract**

The paper presents how the subject matter of the entire 7th grade was revised. The subject matter was revised by the students themselves. They presented summaries of the subject matter, found interactive exercises on the Internet, and added Brain Gym exercises. The purpose of this was to improve mathematics learning. For each Brain Gym exercise, they recorded a video for their classmates. Students volunteered to carry out the tasks. They organised and prepared the activity. The teachers acted only as coordinators. At the end of each period, an assessment was performed. The students not only learnt mathematics, but also developed the abilities for lifelong learning.

**Keywords:** 7th grade, Mathematics

### **Viri**

1. Holcar Brunauer, A. (2014): Formativno spremljanje znanja. [http://www.zrss.si/pdf/250414102957\\_4\\_gradivo\\_-ada\\_holcar\\_brunauer.pdf](http://www.zrss.si/pdf/250414102957_4_gradivo_-ada_holcar_brunauer.pdf) (21. 10. 2016).
2. Jeriček Klanšček, H., Bajt, M. (2016): Ko učenca stresa stres. <http://url.sio.si/rAR> (21. 10. 2016).
3. Kerndl, M. (2010): Učno okolje, ki omogoča kakovostno samostojno učenje. V: Revija za elementarno izobraževanje št. 2-3. Maribor: Univerza v Mariboru. <https://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0ahUKEwjOvJblmcvOAhUB0RQKHdSZBfkQFgg2MAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.dlib.si%2Fstream%2FURN%3ANBN%3ASI%3Adoc-L6EZLTCJ%2F12f61eee-ebe3-419b-b38a-5d52de6b160c%2FPDF&usq=AFQjCNEsNmsAfdy8ID17fk6HpZUHqqUbmA&sig2=S5wQscr5k1C6vYLKoek7qg&cad=rja> (18. 8. 2016).

# UČNA SITUACIJA

## Teaching Situation

Mag. Alenka Močnik

alenkamocnik@gmail.com

Srednja šola Veno Pilon Ajdovščina

### Razširjeni povzetek

Za nove in prenovljene programe srednjega strokovnega in poklicno-tehniškega izobraževanja so se v katalogih znanj za matematiko leta 2007 zgodile novosti, ki so terjale spremembe tudi v zgradbi in vrednotenju pri poklicni maturi. Pisni del izpita poklicne mature bo nekoliko spremenjen spomladi 2017 ter bo ostal enoten za vse kandidate v državi. Ustni del poklicne mature pa se je v preteklosti spreminjal in dopolnjeval do leta 2011. Temeljna novost pri ustnem delu so situacije in vprašanja, ki se nanje nanašajo namesto teoretičnih vprašanj, kot so bila predvidena do leta 2009.

Predstavila bom, kako smo se s spremembami soočali na programu Predšolska vzgoja na Srednji šoli Veno Pilon Ajdovščina, kjer poučujem sedem let, ter kakšne rezultate dosegajo naši dijaki, odkar so na ustnem delu prisotne situacije, v primerjavi z ustnim delom v preteklosti.

V lanskem šolskem letu sem dijake 4. letnika predšolske vzgoje poučevala matematiko. Modul iz odprtega kurikula Matematika v vsakdanjem življenju in stroki, ki se prav tako izvaja v 4. letniku in ga obiskujejo dijaki, ki si za tretji predmet poklicne mature izberejo matematiko, je tesno povezan z matematiko. Del ur je namenjenih ponavljanju za poklicno maturo. Skupaj s profesorico Darjo Turk, ki je poučevala modul Matematika v vsakdanjem življenju in stroki, sva pripravili navodila, po katerih so dijaki sami oblikovali učne situacije.

Vsak dijak je najprej razmislil o učni situaciji, ki jo bo pripravil, in nato na podlagi svoje ideje pripravil tri vprašanja, ki so se navezovala na njegovo situacijo ter ustrezna teoretična vprašanja. Izdelano situacijo, vključno z vsemi odgovori na vprašanja, so dijaki oddali v pregled, da so bili po predhodno izdelanih kriterijih ocenjeni. Nazadnje so svoje delo predstavili v razredu, ko smo se o morebitnih nejasnostih tudi pogovorili.

V prispevku prikažemo število doseženih točk na ustnem delu poklicne mature pred uvedbo učnih situacij (s preglednico in grafično) in po njej, izdelke dijakov ter tudi njihov odziv ob pripravi situacij. Nekoliko večje število točk (23,97) kot v prejšnjih letih je bilo na spomladanskem roku 2016 ustnega dela poklicne mature. Izdelki dijakov so učiteljem dali vpogled v njihovo razmišljanje ter

povezovanje matematičnega znanja z življenjem in poklicem, ki ga bodo opravljali. Mnenja dijakov so bila pozitivna.

Povezovanje pridobljenih znanj z vsakdanjim življenjem in stroko je za dijake zelo pomembno, saj lahko svoja stališča in izkušnje smiselno uporabijo. Izpostavila bom nekatere vidike, kjer se lahko povezovanje znanj izkaže kot smiselno (Repolusk, 2012).

- Osmišljanje matematičnih vsebin: Dijaki učitelju pri pouku večkrat zastavijo vprašanje: »Kdaj bom pa to v življenju potreboval?« Na tako vprašanje se lahko odzovemo različno. Če nanj gledamo kot na resno izraženo mladostniško radovednost, nas to žene, da poskušamo dijaku znanje, ki ga podajamo, osmisliti tudi tako, da poiščemo uporabnost v vsakdanjem življenju. S tem oblikujemo tudi ustvarjalno in spoštljivo vzdušje v razredu.
- Poglobitev konceptualnih znanj: Uporaba matematičnih konceptov – le-te lahko uporabimo na drugih predmetnih področjih. Npr. fizikalne enačbe skozi oči matematičnih funkcij, uporaba odvoda pri odvisnosti pospeška od hitrosti itd.
- Razvijanje procesnih znanj: Mnoga procesna znanja, ki jih razvijamo pri pouku matematike, so prenosljiva na druga področja človekovega delovanja in so po navadi trajnejša.
- Celostni (holistični) pogled na vsebine in dejavnosti pri pouku: Potreba po povezovanju različnih znanosti se kaže na mnogih področjih. Celostni pogled na stvarnost omogoča iskanje odgovorov na današnje izzive.

Povezovanje matematičnih znanj z vsakdanjim življenjem in stroko je nedvomno potrebno, kar se je z vpeljavo situacij na ustnem delu poklicne mature izkazalo za pozitivno spremembo.

**Ključne besede:** poklicna matura, ustni izpit, učna situacija

### **Abstract**

The written part of the Vocational Matura will be slightly modified in the spring of 2017, though remaining uniform for all Slovenian candidates. The oral part was constantly modified and supplemented until 2011. A great novelty in the oral part are specific situations and questions referring to them. In the present article I attempt to show how these changes were tackled with at the Veno Pilon Secondary School in Ajdovščina. In addition, I would like to present the results of our students in comparison with the results from before the said modifications were implemented. Moreover, I will provide a few examples of learning situations, which were prepared during the previous school year by the students themselves.



**Keywords:** Vocational Matura, oral examination, learning situation

**Viri**

1. Dolinar, G., Dretnik, L. idr. (2011): Zbirka situacij z rešitvami za ustni izpit iz matematike pri poklicni maturi. Državni izpitni center, Ljubljana.
2. Matura 2015. Gradivo za novinarsko konferenco. Državni izpitni center, Ljubljana.  
<http://www.ric.si/mma/Konferenca%202016%20rezultat%20SM%20PM%20MM%20kon%20%20na/2016071111285950/> (8. 9. 2016).
3. Predmetni izpiti katalog za poklicno maturo – matematika 2017. Državni izpitni center, Ljubljana. <http://www.ric.si/mma/2017%20P-MAT-2017/2015083113024207/> (8. 9. 2016).
4. Repolusk, S. (2012): Priprava bodočih učiteljev matematike na povezovanje znanj pri pouku matematike, Matematika v šoli, letn. 18, št. 1-2, str.97–102.
5. Suban Ambrož, M. (2011): Spremembe in novosti na poklicni maturi iz matematike, Matematika v šoli, letn. 17, št. 1-2, str. 71–84.

# LASTNOST FUNKCIJ

## Properties of Functions

Natalija Horvat

natalija.horvat@gfml.si

Gimnazija Franca Miklošiča Ljutomer

### Razširjeni povzetek

Živimo v času, v katerem nam je informacijsko-komunikacijska tehnologija dostopna na vsakem koraku. Otroci vsak dan brskajo po internetu in iščejo razne informacije. Tudi pri pouku si želijo biti čim bolj aktivni, čeprav jih je včasih zelo težko motivirati za delo. Klasične metode pri pouku so vse manj učinkovite, zato je treba iskati nove izzive.

Na naši gimnaziji imamo pri matematiki od 2. letnika naprej dijake ločene na dve ravni: osnovno in poudarjeno. Na osnovni ravni več časa namenjamo utrjevanju snovi, na poudarjeni ravni pa obravnavamo tudi snovi, ki so po učnem načrtu opredeljene kot posebna znanja.

Tako smo v 2. letniku gimnazije osnovne ravni pri matematiki malo drugače obravnavali lastnosti funkcij. Najprej smo preverili predznanje o funkcijah. Dijaki poznajo že linearno funkcijo. Iz danega predpisa linearne funkcije so morali samostojno narisati graf, izračunati in na grafu prikazati ničlo in začetno vrednost, določiti naraščanje oz. padanje funkcije ter zapisati intervala, na katerih je funkcija pozitivna oz. negativna. Preverili smo rešitve in dijakom naloga ni povzročala večjih težav, le pri zapisu intervalov, kje je funkcija pozitivna oz. negativna, so posamezniki rabili dodatno razlago rešitve. Uro smo nadaljevali s postavljanjem ciljev, kaj želimo še izvedeti o lastnostih funkcij. Na tablo sem narisala graf, ki nam je bil izhodišče za zapis ciljev. Nato sem jim povedala, da bomo obravnavali snov Lastnosti funkcij z raziskovanjem. Med razdeljevanjem učnih listov, ki sem jih pripravila, je bila večina vesela drugačnega dela, vmes pa so se pojavili začudeni obrazi, kajti pri matematiki so vajeni, da profesor najprej razloži snov, potem pa rešujejo naloge. Na učnem listu so bili narisani različni grafi funkcij, pod katerimi so bile zapisane rešitve lastnosti funkcij. Morali so raziskati ustrezno lastnost, nato pa oblikovati in zapisati definicijo lastnosti funkcij, npr. »Funkcija je naraščajoča, kadar ...«. Po samostojnem zapisu definicije so nekateri dijaki morali upoštevati moje smernice za dopolnitve. Nato smo pravilno definicijo oblikovali in zapisali še skupaj na tablo. Po vsaki zapisani lastnosti funkcije sta sledila po dva primera funkcije, za katera so morali dijaki sami zapisati ustrezne lastnosti. Pri tem so dobivali moje povratne informacije glede rešitev, odčitavanja in pravilnega zapisa lastnosti funkcije.

Po taki obravnavi vseh lastnosti funkcij sem preverila znanje dijakov in ga ovrednotila. Rezultati so presegli pričakovanja. Vsak dijak je dobil povratno informacijo, na čem še mora delati, da bo usvojil cilje, zastavljene na začetku ure. Pred tako obravnavo snovi sem bila malo skeptična, kako se bo to obneslo na osnovni ravni, a moj pogum se je poplašal. Po odpisanem preverjanju znanja sem bila zelo vesela in zadovoljna, da sem se odločila za ta korak, kajti dijaki so se naučili vsaj toliko ali celo več kot pri klasičnem pouku. Bili so zelo aktivni in hitro so prihajali do pravih zaključkov. Meni pa je to zelo dobra motivacija, da izvedem še več podobnih ur na različne teme.

**Ključne besede:** lastnosti funkcij, graf, definicija

### **Abstract**

We live in an era in which Information and Communications Technology is available at every step. Children look up different kinds of information on the Internet every day. Classical teaching methods are becoming less efficient, so challenges in finding new approaches need to be accepted. Thus, a different method was employed in Year 2 Maths classes discussing the properties of functions. Students had to use various graphs of functions fitted with the properties key in order to form and write the corresponding definitions of the properties of functions, e.g. "A function is increasing when ...". It has been proved that the research approach activates students to a great extent. They had to be assisted only when forming the final definition.

**Keywords:** properties of functions, graph, definition

### **Viri**

1. Bon Klanjšček, M., Dvoržak, B., Felda, D. (2011): Matematika 1, učbenik za gimnazije, DZS d. d., Ljubljana.
2. Bon Klanjšček, M., Dvoržak, B., Felda, D. (2012): Matematika 2, učbenik za gimnazije, DZS d. d., Ljubljana.
3. Bon Klanjšček, M., Dvoržak, B., Felda, D. (2012): Matematika 2, zbirka nalog za gimnazije, DZS d.d., Ljubljana.
4. Pavlič, G., Kavka, D., Rugelj, M., Šparovec, J. (2015): Linea nova Matematika za gimnazijce, Modrijan, Ljubljana.
5. Pavlič, G., Kavka, D., Rugelj, M., Šparovec, J. (2015): Planum novum Matematika za gimnazijce, Modrijan, Ljubljana.
6. Žakelj, A. (2009): Didaktični pristopi k posodobljenemu učnemu načrtu za matematiko. Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.

## VODENA RAZPRAVA PRI MATEMATIKI

### Guided Discussion in Mathematics

Majda Škrinar Majdič, Irena Kovač Gregorčič

majda.majdic@gess.si, irena.gregorcic@gess.si

Gimnazija in ekonomska srednja šola Trbovlje

#### Razširjeni povzetek

V prispevku podrobno predstavlja nov način preverjanja in ocenjevanja znanja pri matematiki na naši šoli. Klasično ustno ocenjevanje pri matematiki, ko je vprašan in ocenjen posamezni dijak, nam včasih povzroča precej slabe volje zaradi izogibanja ocenjevanju, zaradi pomislekov glede objektivnosti in neenakih pogojev za vse dijake. Priprave na ocenjevanje pogosto potekajo v zadnjem hipu, vprašanja so ozka, še bolj odgovori. Včasih s podvprašanji »vlečemo« odgovore in nekontrolirano razširjamo čas, namenjen ocenjevanju. To smo želeli spremeniti, hkrati pa smo želeli dijake vključiti tudi v proces načrtovanja preverjanja znanja pred ocenjevanjem in spodbuditi vrstniško poučevanje ter utrditi širši pogled na posamezne učne teme. Želeli pa smo zmanjšati tudi stres ob ocenjevanju. Dijake smo že v prvem letu tega poskusa vključili v skupno oblikovanje kriterijev, zdaj pa sodelujejo tudi pri izboru učnih tem za ocenjevanje. Močno jih spodbujamo, da preverjajo svoje znanje v skupini, se vrstniško poučujejo, razvijajo večjo odgovornost in večjo kritičnost do lastnega znanja in znanja sošolcev. Vsaka nova generacija nam potrjuje, da vrstniško skupinsko ocenjevanje močno prispeva k presoji dela drug drugega in k merilom, po katerih ocenjujejo. To je lahko izjemno dragoceno pri ocenjevanju ustvarjalnega dela (Ken Robinson, 2015). Pri naši obliki ocenjevanja se dijaki sami razporedijo v skupine po 4, skupaj določimo teme in datume ocenjevanja. S kratkim videozapisom bova pokazali, kako se dijaki individualno in skupinsko pripravljajo na ocenjevanje (poznavanje kriterijev, vrstniško poučevanje, iskanje virov), nato pa sledi ocenjevanje. Dijaki sedijo skupaj z dvema učiteljema ocenjevalcema. Razpravo začne eden od dijakov. Prispevek posameznih dijakov ocenita tudi oba učitelja. Na koncu oblikujemo skupno oceno za vsakega izmed štirih »nastopajočih«. Protokol samega ocenjevanja smo skupaj z dijaki podrobno dodelali (Škrinar Majdič, 2014). Cilje, ki smo si jih postavili na začetku snovanja novega načina ustnega ocenjevanja – večja odgovornost za znanje, več povezanega in poglobljenega znanja, optimalen napredek vsakega dijaka, večja aktivnost dijaka, manj stresa –, smo realizirali pri veliki večini dijakov. Večina dijakov kaže bistveno večjo odgovornost za znanje že pred ocenjevanjem, saj se v skupini resno in pravočasno pripravljajo, preverijo svoje znanje, poiščejo pomoč pri tutorjih, učiteljih, uporabljajo različne vire. Dijaki so dovolj kritični do lastnega znanja in znanja sošolcev in se pri samoocenjevanju malo razlikujejo od ocen učiteljev. Tak način ocenjevanja je precej prispeval k

temu, da objektivneje presojajo lastno znanje in znanje sošolcev ter se posledično razvijajo v kritične državljane. Pomembno se razvijata kompetenca učenje učenja in socialna kompetenca. Z vsem tem smo precej dobro uresničili nekatere smernice in cilje posodabljanja učnih načrtov (Smernice, 2007). Nov način krepi timsko delo dijakov in učiteljev, izboljšuje odnose med dijaki in med učitelji ter med dijaki in učitelji. Takšen način pomembno vpliva tudi na uspešnost pri pisnih nalogah. Primerjava ocen na maturi kaže, da dosegajo generacije, ki so bile deležne takega načina preverjanja in ocenjevanja, tudi boljše rezultate pri matematiki na maturi. Posebej sva veseli, da je tak način preverjanja in ocenjevanja zaživel tudi pri drugih predmetih (psihologija, slovenščina), in tako na neki način spreminjamo kulturo ocenjevanja na naši šoli.

**Ključne besede:** ustno ocenjevanje, vodena razprava, odgovornost za znanje

### **Abstract**

For seven years now, GESS Trbovlje has been conducting a different form of oral examinations in Mathematics. The students are divided into groups of four, a few weeks before the examination, to have time to prepare for it. Individual learning is upgraded by peer learning. The students find various sources, use various learning strategies, prepare their own examples and counterexamples, and in this way tackle the problem. Afterwards they demonstrate their knowledge in a guided discussion. The teachers follow and direct this discussion to ensure that each student contributes equally. Each student assesses his/her performance, as well as the performance of other students. The agreed criteria and descriptors for each mark are used and the final mark is agreed upon mutually. This type of assessment encourages teamwork, individual responsibility for one's own knowledge and the knowledge of one's peers, thus increasing the students' responsibility for learning and acquiring knowledge.

**Keywords:** oral assessment, guided discussion, responsibility for knowledge

### **Viri**

1. Robinson, K. (2015): Kreativne šole, Eno, Nova Gorica
2. Smernice, načela in cilji posodabljanja učnih načrtov (2007). Zavod RS za šolstvo, Ljubljana, <http://www.zrss.si/default.asp?link=predmet&tip=42&pID=164&rID=1466> (21. 1. 2010).
3. Škrinar Majdič, M. (2014): Gimnazija in ekonomska srednja šola Trbovlje: Priprava na ocenjevanje in ocenjevanje z vodeno razpravo. Zbornik prispevkov dobre prakse. Zavod RS za šolstvo, Ljubljana, <http://www.zrss.si/pdf/PKP-poskus-gimn-zbornik-prispevkov.pdf> (1. 7. 2013).

# DOMAČA NALOGA PRI POUKU MATEMATIKE

## Mathematics Homework

Mag. Lilijana Petek

[lilijana.petek@prva-gimnazija.org](mailto:lilijana.petek@prva-gimnazija.org)

Prva gimnazija Maribor

### Razširjeni povzetek

Ali lahko z drugačnim podajanjem in pregledovanjem domače naloge pri pouku matematike spodbudimo razvoj kritičnega mišljenja učencev pri reševanju matematične domače naloge in njihovo odgovornost do sprotnega in kakovostnega opravljanja matematične domače naloge? Pregledovanje domače naloge je eden izmed načinov spremljanja učencev pri učenju matematike. S tedenskim preverjanjem domače naloge in anketnim vprašalnikom o delanju domače naloge pri pouku matematike sem v izbranem razredu ugotovila, da učenci domače naloge ne delajo redno in tudi ne kakovostno. Občasno jo prepišejo od sošolcev, netipične domače naloge ne znajo rešiti sami in naloge ne naredijo sproti. Ugotovila sem, da način podajanja in preverjanja domače naloge, ki ga po navadi uporabljam, ne spodbuja razvijanja odgovornosti do kakovostnega delanja domače naloge in ne kritičnega mišljenja, ki bi ga dijaki potrebovali pri reševanju netipične domače naloge. Ko sem iskala vzroke za takšno stanje, sem ugotovila, da domače naloge ne pregledam dovolj natančno, da ni diferencirana in tako ni prilagojena sposobnostim učencev. Prav tako sem želela spodbuditi sodelovalno učenje in učence vključiti v pregledovanje domače naloge in v samostojno izdelavo domače naloge. S sodelovanjem v projektu Linpilcare sem dobila priložnost za iskanje odgovorov na začetno vprašanje. Poglavitna ideja je bila spremeniti lastno pedagoško prakso, da bi dosegla spremembo v delovanju učencev, konkretno v njihovem delanju domače naloge. Tako kot učne cilje potrebujejo učenci, potrebujemo dobro zastavljene profesionalne in s cilji učencev povezane cilje tudi učitelji, da bi lahko preučevali učinkovitost lastne prakse (Timperley, 2011). H. Timperley (2013) je zapisala »Vpletenost v nepretrgan raziskovalni cikel in izgradnja znanja pomagata učitelju razviti strokovnost, ki jo potrebuje pri priklicu, organizaciji in rabi strokovnega znanja, ko stari problemi vztrajajo in se pojavljajo novi.« Problem kakovostnega delanja domače naloge pri pouku matematike sem poskušala z ideologijo Timperleyjeve rešiti tako, da smo skupaj z učenci oblikovali način podajanja in preverjanja domače naloge z upoštevanjem elementov formativnega spremljanja pouka. Tako sem v preteklem šolskem letu v izbranem razredu dajala pri vsaki učni snovi diferencirano domačo nalogo. Učencem sem prepustila izbiro težavnosti in dopustila, da so lahko sami svojo izbiro sproti spreminjali. Ohranila sem tedensko pregledovanje domače naloge, vendar sem večinoma prepustila pregledovanje domače naloge učencem. S tem sem spodbujala sodelovalno

učenje in občutek odgovornosti pri učencih ob reševanju domače naloge. Učenci so ugotovili, da če želiš nekomu pregledati domačo nalogo, jo moraš tudi sam kakovostno opraviti. Ob koncu šolskega leta so bili mnenja (kar sem ponovno ugotavljala z anonimnim anketnim vprašalnikom), da jim je diferencirana domača naloga omogočila lažje in kakovostnejše delanje domače naloge. Po njihovem mnenju je bilo zanimivo in koristno dejstvo, da so morali nalogo pregledovati drug drugemu. Domačo nalogo so zaradi diferenciacije v večini opravljali pogostejše kot prej in so izrazili željo, da bi v prihodnjem šolskem letu ohranili ta način podajanja in pregledovanja domače naloge. Za spodbujanje kritičnega mišljenja pri reševanju matematične domače naloge pa so morali sami sestaviti matematično nalogo pri določenih tematskih sklopih (Geometrija, Modeliranje s kotnimi funkcijami, Vektorji, Lastnosti funkcij). Pri konstruiranju lastnih domačih nalog so pridobili nova znanja, kot so risanje geometrijskih objektov, vektorjev in funkcij s pomočjo računalniškega programa Geogebra ter pisanje matematičnih simbolov s pomočjo programa Microsoft Equation 3.0. Domače naloge so oddajali v spletno učilnico in jih vrednotili s pomočjo kriterijev, ki smo jih izdelali skupaj. Prav tako pa so dobili mojo povratno informacijo. Učenci so bili tako prvič izpostavljeni zahtevi, da sestavijo matematično nalogo, ki bo primerno težka, rešljiva in zanimiva. Pri izdelavi nalog so pokazali kreativnost, pri vrednotenju pa kritično mišljenje.

**Ključne besede:** kritično mišljenje, odgovornost, domača naloga

#### **Abstract**

Can a teacher use different ways of giving and checking math homework to stimulate a pupil's development of critical thinking while doing math homework, and the pupil's responsibility to do it regularly and with quality? With weekly checks and a questionnaire about homework, I discovered that pupils do not do homework regularly and with quality. Therefore I devised a new method of giving and checking math homework, together with the pupils. Homework was differentiated and pupils were checking one another's homework. Pupils also created their own homework using Geogebra and Microsoft Equation, and demonstrated creativity and critical thinking.

**Keywords:** critical thinking, responsibility, homework

#### **Viri**

1. Timperley, H. (2011): Realising the power of professional learning. Open University Press, Buckingham.
2. Timperley, H. (2013): Using Evidence in the Classroom for Professional Learning. Paper presented to the Ontario Education Research Symposium.  
<https://cdn.auckland.ac.nz/assets/education/about/schools/tchldv/docs/Using%20Evidence%20in%20the%20Classroom%20for%20Professional%20Learning.pdf> (29. 8. 2016).

# DIJAK SOUSTVARJA KRITERIJE IN VREDNOTI ZNANJE

## Student Co-Creates Criteria and Assesses Knowledge

Štefka Štraki

stefka.straki@gfml.si

Gimnazija Franca Miklošiča Ljutomer

### Razširjeni povzetek

Prispevek predstavlja pripravo na poklicno matura iz zaporedij v obliki dejavnosti delavnica v spletni učilnici. Prikazuje aktivno sodelovanje dijakov pri soustvarjanju kriterijev uspešnosti za reševanje nalog in pri vrednotenju znanja. Bralca seznani s primerom izvedbe dejavnosti.

V prvem delu si dijaki postavijo cilje za učenje, pri čemer si lahko pomagajo z maturitetnim izpitnim katalogom in učnim načrtom za predmet.

V drugem delu je predstavljen izvedbeni del. Po usvajanju snovi dijaki samostojno v obliki domače naloge rešijo delovni list z nalogami iz zaporedij. Domače naloge digitalizirajo in jih oddajo v spletno učilnico, v delavnico. Po oddaji vseh nalog učiteljica objavi rešene domače naloge. Dijaki oblikujejo točkovnik za vrednotenje posamezne naloge, pri čemer ima učiteljica usmerjevalno vlogo.

V naslednjem koraku vsak dijak ovrednoti oddane naloge petih sošolcev.

V prispevku so prikazani odzivi dijakov in analiza vpliva njihove aktivnosti na uspešnost pri pisnem ocenjevanju znanja ter pri poklicni maturi.

**Ključne besede:** soustvarjanje, kriteriji, vrednotenje

### Abstract

The paper presents preparation for the Vocational Matura in Mathematics in the form of online workshop activities. It shows the active participation of students in co-creating the success criteria for solving tasks and in assessing knowledge. In the first part of the activity, the students set learning goals, using the Matura examination catalogue and curriculum. After acquiring knowledge of sequences, students solve the tasks at home. Homework is digitised and submitted in the online workshop. The article presents the responses of students and an analysis of the impact of their activities on their performance in the written examination and in Vocational Matura.

**Keywords:** co-creation, criteria, assessment



## Viri

1. Kavka, D. (2007): Matematika v gimnaziji. Zbirka nalog. Modrijan založba, Ljubljana.
2. Kavka, D. (2007): Matematika za poklicno maturo. Modrijan založba, Ljubljana.
3. Sulčič, V., Sulčič, A. (2006): Navodila za uporabo e učilnice FM. Fakulteta za management, Koper.  
[http://les.bf.unilj.si/epouk/pluginfile.php/2976/mod\\_label/intro/Moodle\\_navodila\\_ucitelji.pdf](http://les.bf.unilj.si/epouk/pluginfile.php/2976/mod_label/intro/Moodle_navodila_ucitelji.pdf) (11. 9. 2016).
4. Šparovec, J., Kavka, D. idr. (2009): Od ključavnice do integrala. Matematika za 4. letnik tehniških in drugih strokovnih šol. Modrijan založba, Ljubljana.
5. Katalog znanja za matematiko:  
[http://eportal.mss.edus.si/msswww/programi2012/programi/Ssi/KZ-IK/KZ\\_MAT\\_SSI\\_383\\_408.pdf](http://eportal.mss.edus.si/msswww/programi2012/programi/Ssi/KZ-IK/KZ_MAT_SSI_383_408.pdf) (11. 9. 2016).
6. Predmetni izpitni katalog za matematiko: <http://www.ric.si/mma/P-MAT-2014%20ISSN/2012092610051575/> (11. 9. 2016).

# POTREBA PO VERTIKALNEM SODELOVANJU

## Need for Vertical Collaboration

Marija Mira Ambruš  
mira.ambru73@gmail.com  
Osnovna šola I Murska Sobota

### Razširjeni povzetek

Začetek našega vertikalnega povezovanja učiteljev matematike in učiteljic oddelkov 5. razreda se je pojavil, ko so prišli učenci v 6. razred in nas je učitelj matematike motil njihov postopek računanja vrednosti številskih izrazov.

Opazali smo, da sicer poznajo vrstni red računskih operacij, toda pri računanju vrednosti številskih izrazov rezultate množenja pišejo na vrh računske operacije, ob tem pa uporabljajo samo pomožne račune. Problemi ob takem postopku so se pojavili v 6. razredu, pri računanju vrednosti zahtevnejših številskih izrazov, kjer so se učenci preprosto izgubili. Takrat smo se z učiteljicami oddelkov 5. razreda dogovorili, da vrednosti številskih izrazov računajo v zvezek, podčrtajo računsko operacijo množenja (deljenja) ter izraz prepisujejo v novo vrstico z rezultati množenja, nato nadaljujejo s seštevanjem in odštevanjem ter izračunajo vrednost številskega izraza. Že čez leto dni so bili vidni rezultati in oboji, učiteljice 5. razreda in učitelji matematike, smo začutili potrebo po povezovanju. Zdaj, po treh letih tega dogovora, učenci pri računanju vrednosti zahtevnejših številskih izrazov v 6. razredu nimajo več težav. To se nam obrestuje tudi v višjih razredih.

Glede na pozitivne izkušnje smo začeli z medsebojnimi hospitacijami v 5. in 6. razredu. Učiteljice 5. razreda so dobile vpogled, koliko znanja učenci prenesejo v višji razred. Nas, učitelje matematike, pa so zanimale predvsem aktivnosti, ki se izvajajo v nižjih razredih – katere so, kako se izvajajo, da bi lahko z njimi nadaljevali v višjih razredih. Matematiki smo hospitalirali v 5. razredu pri sklopu Liki in telesa, ko so učenci usvajali pojem mreže teles. Učenci so v šolo prinesli različne škatle iz kartona, ki so imele obliko kocke in kvadra. Škatle so potem razrezali in tako dobili različne mreže. Učitelji matematike smo imeli ob tem priložnost opazovati zmogljivosti učencev in aktivnost. To aktivnost bomo v 6. razredu pri obravnavi vsebine Površina in prostornina geometrijski teles navezali na znanje 5. razreda, jih spomnili, kaj so delali, na kratko bomo samo ponovili aktivnost in ji dodali višjo taksonomsko stopnjo. Torej aktivnosti ne bomo po nepotrebnem podvajali.

Učiteljice 5. razreda pa so hospitalirale v 6. razredu pri uvodni uri Enačbe in neenačbe. Ob spoznanju, koliko učenci v letu dni pozabijo, so bile presenečene.

Učence so med samo uro spomnile na podobne aktivnosti, ki so jih izvajali tudi oni v 5. razredu. Nekateri učenci so sicer trdili, da jih vidijo prvič, ko pa so jih konkretno spomnile, so se spomnili še sami in takoj med uro je bilo tudi samo razumevanje hitrejše in boljše. Ob tem smo bili tudi učitelji matematike med samo uro presenečeni nad nekaterimi aktivnostmi, ki so jih učenci že videli, npr. reševanje enačb s tabelami.

Zaradi pozitivnih izkušenj povezovanja med 5. in 6. razredom smo začutili željo po vertikalnem sodelovanju v še nižjih razredih – vključili smo tudi učiteljice 3. in 4. razreda. Dotaknili smo se dveh sklopov iz teme UN: Aritmetika in algebra: sklop Računske operacije in njihove lastnosti, ki v drugem ocenjevalnem obdobju preide v sklop Enačbe in neenačbe. V teh sklopih smo si izmenjali izkušnje poučevanja in aktivnosti, ki se izvajajo med poučevanjem, tako da se po vertikali ne bodo podvajale, temveč samo obnovile in nadgrajevale. Letos bomo naša prizadevanja usmerili v preizkuse enačb.

Ob vertikalnem povezovanju so se odpirale vedno nove ideje, npr. samo pisno množenje ipd. Ob koncu lahko samo potrdimo dobro prakso vertikalnega sodelovanja, s katero pridobivamo pri poučevanju vsi učitelji, ki pri tem sodelujemo. Upamo, da bo naš prispevek vzpodbudil še druge učitelje, ki se za tak korak morda še niso odločili, da ga naredijo, kajti ko vidimo pridobitve, nam postane žal, da se tega nismo lotili že prej.

**Glavne besede:** vertikalno sodelovanje

### **Abstract**

This article presents a good practice of vertical collaboration among the 3rd, 4th, 5th and 6th grade teachers at our school. I will also present the beginning of our cooperation in the 5th grade, and positive experiences and ideas that have increased the quality of teaching. This collaboration has especially helped secondary-level Maths teachers to get practical insight into the teaching and activities of the 5th grade. As a result of this information we can use the same activities in higher grades as well. Due to the positive experiences and the quality of teaching we have started to collaborate with lower grades, too.

**Keywords:** vertical collaboration

### **Viri**

1. Kopasič, M. (2015): Radovednih pet. Samostojni delovni zvezek za matematiko v četrtem razredu. Založba Rokus Klett, d.o.o., Ljubljana.
2. Jurkovič, M., Kopasič, M. (2015): Radovednih pet. Samostojni delovni zvezek za matematiko v petem razredu. Založba Rokus Klett, d.o.o., Ljubljana.

3. Končan, T., Modrec, V., Strojan, R. (2015): Skrivnosti števil in oblik 6. Samostojni delovni zvezek za matematiko v šestem razredu. Založba Rokus Klett, d.o.o., Ljubljana.
4. Učni načrt. Program osnovna šola. Matematika [Elektronski vir] / predmetna komisija Amalija Žakelj idr. (2011). El. knjiga. Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.
5. Kravanja Šorli, I. (2012): Učenje matematike skozi igre v doživljajski pedagogiki. Mednarodna Konferenca o učenju in poučevanju matematike. Zbornik prispevkov. Zavod RS za šolstvo, Maribor.
6. [http://pefprints.pef.uni-lj.si/1525/1/diploma\\_blaznik\\_dunja.pdf](http://pefprints.pef.uni-lj.si/1525/1/diploma_blaznik_dunja.pdf) (pridobljeno 10. 9. 2016).
7. <http://www.zrss.si/naravoslovje2015/files/petek-sekcijsko/Sodelovanje-med-ucitelji-matematike-pripomore.pdf> (pridobljeno 10. 10. 2016).

# SAJ NITI POŠTEVANKE NE ZNAJO

## They Can't Even Recite the Multiplication Table

Tomaž Miholič

tomaz.miholic@os-duplek.si

OŠ Duplek

### Razširjeni povzetek

Učni načrt za matematiko v osnovni šoli med operativnimi cilji v 3. razredu učencem nalaga, da »usvojijo do avtomatizma zmnožke (produkte) v obsegu  $10 \times 10$ «. V formalnih in neformalnih srečanjih z učitelji matematike in drugih naravoslovnih predmetov v osnovni in srednji šoli se velikokrat srečamo s skoraj mitsko izjavo, da pa »učenci niti poštevanke ne znajo«. Ta izjava po navadi konča prej konstruktivno strokovno razpravo. Učitelji v 2. in 3. triletju ter v srednji šoli upravičeno pričakujemo avtomatizirano znanje poštevanke in se z vzroki napak in napačno izgrajenimi miselnimi shemami običajno ne ukvarjamo.

Naš namen je bil potrditi ali ovreči mit o neznanju poštevanke, zato smo preverili znanje poštevanke pri učencih od 4. do 9. razreda naše šole.

Učence smo testirali s kvizom v namensko ustvarjeni spletni učilnici. Kviz učencem ponudi 78 številskih izrazov z množenjem. Vsi so bili pozvani, da naredijo vsaj dva poskusa – prvega smo imenovali »poskusni«, preostale pa »resni«. V analizi so zajeti vsi poskusi, tudi »poskusni«. Časovna omejitev za izvajanje množenj je bila 5 minut, tako da je bilo v eni šolski uri mogoče izvesti testiranje vseh učencev oddelka, tudi tistih manj veščih dela z računalnikom. Učenec lahko pri posredovanju/ugotavljanju rezultatov računov poštevanke odgovor priključuje iz dolgoročnega spomina (avtomatizacija), prav tako iz dolgoročnega spomina priključuje strategijo računanja zmnožka in z njeno pomočjo določi odgovor, če tega ne zmore, poskusi z ugibanjem ali s preprosto strategijo, kot sta štetje s prsti ali ustno (glasno) štetje. Prvi način je najhitrejši, zadnji pa časovno najbolj potraten. Povprečni izmerjeni čas, ki so ga učenci potrebovali za en račun poštevanke, pada – od dvanajst sekund v 4. razredu do štirih sekund v 3. triletju. Izmerjeni čas za en izraz je sestavljen iz časa, potrebnega za branje, priključa ali izračuna zmnožka in zapisa odgovora – zato ne moremo trditi, da so npr. učenci 7. razreda trikrat hitrejši pri določanju rezultata glede na četrtošolce – lahko pa so izmerjeni časi okvirni kazalnik stopnje avtomatizacije poštevanke pri učencih. Hitrost zapisa rezultatov poštevanke ni neposredno povezana s pravilnostjo odgovorov, zato si je za morebitno potrditev mita o neznanju poštevanke smiselno ogledati povprečno število pravilnih in napačnih odgovorov glede na vse poskuse. V 4. razredu je bilo izmerjeno 7 % napačnih odgovorov, v 5. razredu 4 %, 6. razredu 2 %, v višjih razredih pa je bil napačen samo 1 % vseh odgovorov.

Preizkus znanja poštevanka je pokazal, da učenci cilj 3. razreda usvajajo dlje, kot je načrtovano – skoraj celotno 2. triletno. Da bi to obdobje kar se da skrajšali, moramo učitelji analizirati napake učencev pri zapisu zmnožkov, da lahko odpravimo vzroke.

Značilne vrste napak, ki se pojavljajo pri reševanju poštevanka, so: zamenjava števil poštevanka, zamenjava računskih operacij, napake približka, zamenjava poštevanka števil 0 in 1. Kot posledico uporabe tehnologije pri testiranju smo opazili še dve značilni napaki, in sicer zatipke ter zamenjavo mestnih vrednosti. Vzroke za napake je bolje iskati na naboru napak za vsakega učenca posebej, kjer se pokaže, kakšne vrste napaka se pojavlja pogostejše. Priporočljivo pa je poiskati vzroke vseh napak in jih odpraviti individualno z dodatnimi vprašanji učencu. Na podlagi rezultatov lahko sklepamo, da cilj, ki govori o avtomatizaciji poštevanka do števila 10, v 3. razredu še ni bil dosežen – dosegli so ga v 6. razredu.

Torej mit, ki pravi, da učenci niti poštevanka ne znajo, v 3. vzgojno-izobraževalnem obdobju ne drži. Najbrž bomo morali vzroke za morebitne učne težave pri matematiki v 3. vzgojno-izobraževalnem obdobju iskati drugje.

**Ključne besede:** poštevanka, osnovna šola

### **Abstract**

Teachers frequently find multiplication tasks to be a stumbling block when it comes to students' mathematical progress. This paper will show that errors and speed in basic multiplication tasks are not as much of an issue as we teachers often like to say they are. Our test shows that students improve their speed and accuracy during grades 4, 5, and 6. In grades 7 and 8, the basic multiplication tasks should not be considered a problem when it comes to their further mathematical progress.

**Keywords:** multiplication table, primary school

### **Viri**

1. Farič, M. (2015): Učenje poštevanka s pomočjo družabnih iger. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
2. Schneider, M., Stern, E. (2013): Kognitivni pogled na učenje: deset temeljnih ugotovitev. V: O naravi učenja, str. 65–79.
3. Wong M., Evans D. (2007): Improving Basic Multiplication Fact Recall for Primary School Students. V: Mathematics Education Research Journal, Vol. 19, št. 1, str. 89–106.
4. Žakelj, A. idr. (2011): Program osnovna šola. Učni načrt. Matematika. Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.

# **Z IGRO MOJA MATEMATIKA SE UČIM**

## **I Learn with the Game My Mathematics**

**Mag. Melita Gorše Pihler, Silva Kmetič**

melita.gorse-pihler@zrss.si, silva.kmetic@guest.arnes.si

Zavod RS za šolstvo

### **Razširjeni povzetek**

Učitelji v pouk vključujemo različne dejavnosti, s katerimi spodbujamo aktivno vlogo učencev pri pouku matematike. Ena od dejavnosti, pri kateri so učenci še posebej aktivni, je igranje matematičnih didaktičnih iger.

Povzemamo zahteve, ki so jih zapisali različni avtorji (Brousseau, 1997; Novotná, 1997, v Vankuš, 2005), ki jim moramo zadostiti, če nameravamo v razredu uporabiti matematično didaktično igro. Izbrati moramo ustrezno igro glede na starost učencev, njihove interese in zmožnosti. Ob igranju igre mora biti ves čas aktivna večina učencev, najbolje ves razred. Vsak učenec mora imeti možnost biti uspešen kot posameznik ali kot del skupine. Igra mora imeti primerno vsebino, da lahko pride do realizacije izbranih učnih ciljev. Če zadostimo vsem tem zahtevam, lahko uporaba didaktičnih iger pri pouku matematike ne le poveča motivacijo učencev, ampak tudi vodi k učinkovitejšemu učenju in preseganju nekaterih učnih ovir.

Namen igre je zmanjšati pozabljanje, ugotoviti vrzeli v znanju, jih pri učencih uzavestiti in kasneje odpraviti. Da bi še povečali motivacijo, aktivnost in vključenost učencev ter učinkovitosti pouka matematike, smo v okviru delavnice za nadarjene učence skupaj z učenci 6. razreda pripravili igro moja matematika 6. Izhodišče za pravila igre nam je predstavljala igra moja Slovenija – igra, ki jo večina učencev že pozna in jo radi igrajo v svojem prostem času. Tako smo zadostili zgoraj zapisani zahtevi, da je igra ustrezna glede na starost učencev in njihove interese. Naloge smo večinoma iskali v testih NPZ (za 6. razred), ker kažejo uspešnost reševanja posamezne naloge, zato da lahko učitelj presoja normativno stopnjo dosežkov.

Priprave igre smo se lotili glede na vnaprej narejen načrt. Najprej smo igrali igro moja Slovenija in ob igranju zbirali ideje za novo, matematično igro. Nato smo določili matematične teme, ki se bodo pojavljale v igri. Zaradi časovne omejitve smo se odločili za dva »kroga« na igralni plošči. Pripravili smo dvajset kartic z matematičnimi nalogami in odgovori oz. rešitvami.

Ob pripravi igre so učenci pridobivali raznolike spretnosti: razvijali so osebnostne kvalitete (ustvarjalnost, odgovornost, samoiniciativnost, delo v skupinah itd.), uporabljali so informacijsko-komunikacijsko tehnologijo (risali geometrijske slike s programom GeoGebra, pripravili kartice z nalogami v urejevalniku besedil Microsoft Word, iskali slike na svetovnem spletu itd.). Razen tega so učenci ob pripravi, reševanju in testiranju nalog nevede ponovili

različne učne vsebine. Še več, pripravili so igro, s katero so kasneje tudi njihovi sošolci utrjevali učno snov. Ko je bila igra končana, smo preverili, ali so v njej zajeti vsi bistveni cilji. Zapisali smo, katerih ciljev z njo ne preverjamo.

Igranje igre moja matematika 6 smo vključili v pouk v 6. razredu aprila, ko je večina učne snovi predelana. Igro so igrali po štirje učenci v heterogenih skupinah. Glede na pravila igre so vsi imeli možnost biti uspešni, ker za zmago potrebujemo tudi srečo, neuspešne odgovore pa lahko nadomestimo z novimi nalogami. Na motivacijo je pozitivno vplivalo tudi to, da je to igra, ki so jo za njih pripravili njihovi sošolci. Uporabo igre smo v razredu evalvirali in glede na ugotovitve igro izboljšali. Tako smo dodali delovne liste, s pomočjo katerih se učenci ob igranju igre samovrednotijo.

V delavnici bomo predstavili igro moja matematika 6 in jo preizkusili. V nadaljevanju jo bomo analizirali in v skupinah pripravili kartice za igro moja matematika v višjih razredih.

**Ključne besede:** matematična didaktična igra, delavnica za nadarjene učence, samovrednotenje

### Abstract

With the intention of increasing motivation, students' activity, and effectiveness of Maths lessons, we have prepared the game My Mathematics 6, a version of the game My Slovenia. We looked for different exercises in the NAK tests for the 6th grade. These tests show the entire population's success rate in solving maths problems and can be used by teachers to determine the normative degree of students' achievements. The purpose of the game is to improve memorisation, to find out and fill the gaps in students' knowledge, and to make the students aware of these gaps.

We will present the game My Mathematics 6 in a workshop. We will test the game and after a didactic analysis prepare cards for the game My Mathematics for other grades.

**Keywords:** didactic game in Mathematics, workshops for gifted students, self-assessment

### Viri

1. Banka nalog RIC, RIC Ljubljana. [bankanalog.ric.si/](http://bankanalog.ric.si/) (12. 1. 2016).
2. Družabna igra Moja Slovenija (2012): Menart Records d. o. o., Ljubljana.
3. Oldfield, B. J. (1991): Games in the Learning of Mathematics. Part 1: A classification, Mathematics in School, letn. 20, št. 1, str. 41–43.
4. Vankuš, P. (2005): History and Present of Didactical Games as Method of Mathematics' teaching, Acta Didactica Universitatis Comenianae Mathematics, št. 5, str. 53–68.
5. Žakelj, A. idr. (2011): Program osnovna šola. Učni načrt. Matematika. Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.



# MATEMATIČNE IGRE IN KONKRETNI MATERIAL

## Mathematical Games and Concrete Material

Nina Markuš

nina.markus@gmail.com

OŠ Franca Rozmana - Staneta Maribor, POŠ Ivana Cankarja Košaki

### Razširjeni povzetek

Predmet matematika je eden temeljnih predmetov in stremi h kakovostnem pouku v 1. triletni osnovni šoli. V prispevku prikazujemo uporabo konkretnega materiala in matematičnih aktivnosti. Pouk smo izvedli na podružnični šoli v Košakih, v 1. in 2. razredu. S prispevkom želimo učitelje spodbuditi k rabi izkustvenega učenja. Takšen pouk je pestrejši in kakovostnejši, saj omogoča lažji prehod od konkretnega k abstraktnemu.

Matematične vsebine je najlažje usvojiti s konkretnim materialom in z matematičnimi aktivnostmi, kot so didaktične igre. Didaktične igre imajo vlogo uresničevanja vzgoje in izobraževanja, cilji pa so vgrajeni v igro. S študijo so ugotovili, da matematične igre zvišujejo zanimanje in motivacijo učencev (Kebritchi, Hirumi, Bai, 2010).

Otrok se zgodaj sreča s števili, oblikami, orientacijo ipd. Učenje je najučinkovitejše, kadar otrok sodeluje v izkustvenih dejavnostih. Takšno učenje imenujemo aktivno učenje. Raziskava na Hrvaškem je potrdila, da izkustveno učenje učence motivira in kaže pozitivne učinke na učne rezultate (Borić, Škugor, Perković, 2010).

Učenci so se pri igri po mreži z upoštevanjem navodil s figuro pomikali do cilja. Nato so učenci 2. razreda na list zapisali navodila za prvošolce.

Pri temi geometrija so učenci odtiskovali geometrijska telesa in vzpostavili povezavo med telesom in likom. Vrste črt pa so učenci prikazali z volno. Učenec 2. razreda je oblikoval goro z oblaki. Ubesedil je: »Gora je sestavljena iz ravnih črt, oblaki pa iz krivih sklenjenih in nesklenjenih črt.«

Za urjenje številskih predstav so učenci preštevali link kocke, like, fižolčke, nato pa uvrstili domino z ustreznim številom pik in števko. Za število 5 je učenec povedal, da je enako vsoti števil 2 in 3 in obratno. Številom sta učenca določila predhodnike in naslednike.

Pri urjenju računanja do 20 so učenci s pomočjo konkretnega materiala preštevali predmete. Seštevali so pike na lego kockah, like in odštevali s fižolčki. Pri igri *računi na lesenih deščicah* so učenci razliko števil prikazali z link kockami, nato pa med te deščice z računi uvrstili znak za velikostni odnos. Pri igri *človek računa* so s pomikanjem figure na igralni ploskvi prišli na označeno polje. To je pomenilo met dveh/treh igralnih kock. Izračunali so vsoto dveh/treh seštevancev. Če je učenec izračunal nepravilno, se je pomaknil nazaj. Pri igri *obarvana polja* so s figurami potovali po igralni ploskvi. Na obarvanem polju so

odprli ustrezno barvo kartice z nalogo. Za nepravilen odgovor se je učenec pomaknil nazaj. Pri igri *zamaški* so bili na zamaških zapisani računi in rezultati, med temi pa so iskali pare. Pri igri *črni matematik* so na kartah imeli zapisane račune do 20, na drugih pa rezultate. Komur je ostala karta *črni matematik*, je izgubil.

Učenci 2. razreda so z link kockami ponazorili števila do 100 in računali do 100. Z aktivnostjo *desetiške vrečice* so učenci izžrebali vrečico s fižolčki ali zamaški, nato pa tvorili račune. Pri igri *met kock* so metali kocki z deseticami in računali do 100. Igra *mešam škatlo* je imela v škatli zapisana števila do 100 in dve koruzi (Čerček, 2016). Koruzi sta se po mešanju ustavili na dveh številih. Učenec je števili seštel/odštel. Kdor je pravilno izračunal, je dobil kocko. Tekmovalec z največ kockami je zmagal.

Menim, da je uporaba predstavljenega zelo učinkovita in priporočljiva. V slovenskih šolah še zmerja premalo rabimo te aktivnosti, kar pa je škoda za učence. Učenci tovrstno delo tudi obožujejo. Konkretni material in matematične aktivnosti nam odpirajo mavrično število možnosti uporabe, saj nam pomagajo pri obravnavi matematičnih vsebin.

**Ključne besede:** didaktične igre s konkretnim materialom, izkustveni pristop, matematika

## Abstract

The subject of Mathematics is one of the main subjects and strives towards quality learning in the 1st triad of primary schools. The article presents the use of concrete material and math activities. The lesson was conducted at the Košaki subsidiary primary school in the 1st and 2nd grades. The article wishes to present hands-on learning and encourage teachers to use it. This method of teaching enables an easier transition from concrete to abstract, and generates variety and quality.

**Keywords:** didactic games with concrete material, hands-on approach, Mathematics

## Viri

1. Borić, E., Škugor, A., Bogut, I. (2009): Usmjerenost istraživačke izvanučioničke nastave prirode i društva na ostvarivanje obrazovnih postignuća. Pedagogijska istraživanja, v tisku.
2. Čerček, N. (2016): Strokovna izobraževanja na področju matematike. Seminar Matematik: <http://www.matematikmb.si/index.html>.
3. Kebritchi, M., Hirumi, A., Bai, H. (2010): The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. Computers&Education, 55 (2), 427–443.
4. Žakelj, A. idr. (2011): Program osnovna šola. Učni načrt. Matematika. Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.

# PREK IGRE DO ZNANJA Z MEDVRSTNIŠKIM UČENJEM

## Knowledge through Play with Peer Learning

Tatjana Ilovar, Barbara Črnak - Rešek

tatjana.ilovar@guest.arnes.si, b.crnakresek@gmail.com

OŠ Preserje pri Radomljah

### Razširjeni povzetek

Na šoli zagovarjamo, da je za učence pomembno, da nove veščine in znanja usvajajo nekoliko bolj igrivo in zabavno – skozi didaktično igro. Zato spodbujamo medvrstniško učenje – obliko vrstniške pomoči, ki združuje učence različnih ali enakih starosti in omogoča učenje v okolju, ki ga učenci poznajo. Tak način poučevanja je učinkovit pri vseh učencih, najbolj pri tistih z učnimi težavami, ki ob tem dobijo potrditve, da zmorejo – mlajši, da se zmorejo učiti, starejši pa prenesti svoje znanje. Tako učencem nudimo varno okolje, bogato z učnimi priložnostmi, ki omogočajo trajno znanje, in učence spodbujamo k sodelovanju in razmišljanju. Učenci ob tem krepijo občutek za empatijo, spoznavajo različne učne strategije, širijo in bogatijo jezikovne zmožnosti ter pridobijo veselje do raziskovanja novega. V tujini so razviti različne strategije in pristopi medvrstniškega učenja, v vsakem primeru pa mora biti za učinkovitost takšen proces skrbno načrtovan in sistematičen (Wright, 2004).

V medvrstniško učenje sva povezali devetošolce v vlogi učiteljev in prvošolce v vlogi učencev. Želeli sva, da se učenci (na)učijo vrednosti človekovih izkušenj in vzajemnosti sodelovanja ter tako krepijo svojo samopodobo. Delo sva začeli s pogovorom, katera učna snov bi bila primerna za poučevanje in v kateri učni fazi. Odločili sva se za učno uro – seštevanje v množici naravnih števil s prehodom do 20. Naredili sva okviren načrt učne ure in določili cilje: naučiti novo snov, spodbujati sodelovanje, razvijati učenčevo samopodobo in dvigovati zavest o samoregulaciji. Z idejo sva seznanili učence, ki so se sodelovanja razveselili. Učence, predvsem devetošolce, sva na uro ustrezno pripravili. Devetošolce sva opozorili na primerno vedenje in jih naučili novih učnih strategij. Pogovorili smo se, kako je treba začeti in končati uro, kako podati povratno informacijo, spodbujati učence, jih pohvaliti ter ponuditi razlago in pomoč. Devetošolci so nato pod najinim mentorstvom oblikovali načrt dela, pripravili primerne naloge za prvošolce, zbrali didaktične pripomočke ter izdelali učni list. Pri tem so si medsebojno pomagali, se učili organizacije dela, poslušanja, sodelovanja, kakovostne komunikacije in ustvarjalnosti (Glasser, 2001). S pripravljenim gradivom so prišli v razred prvošolcev. Vsak se je predstavil in po imenu poklical skupino prvošolcev, ki jih je poučeval. Skupaj so se usedli in začeli z učenjem – devetošolci so bili aktivni izvajalci, prvošolci pa so se v

varnem okolju učili ter prek aktivnosti prišli do novega znanja. Ob koncu ure smo z vsemi naredili refleksijo, naslednjo uro pa še natančneje z vsakim razredom. Devetošolci so delili svoja občutja v vlogi učitelja, prvošolci pa svoje vtise v vlogi učenca ob interakciji z devetošolci. Iz refleksij je bilo razvidno njihovo doživljanje učenja in poučevanja. Devetošolci so povedali, da so z učenjem prvošolcev poglobili svoje znanje, da so morali vsebino snovi dobro razumeti, da so jo lahko razlagali, da so spoznali, kako odgovorno in zahtevno je delo učitelja, da so se počutili koristne in da so spoznali, da znajo in zmorejo (učno šibkejši), da se zavedajo, da tako gradijo znanje in osebnost. Prvošolci pa so rekli, da so se lažje in hitreje (na)učili, da jim je bilo učenje zanimivo in da so bili bolj sproščeni kot pri rednih urah.

Z medvrstniškim učenjem učencem ponudimo možnost vključevanja v pozitivno delovno skupinsko dinamiko ustvarjalnega sodelovanja, pristne komunikacije, spoštovanja in zaupanja (Bond, 2006). S tem vplivamo na to, da se učenci počutijo močnejše. Potreba po moči in svobodi je pri učencih v ospredju, kar je bilo najbolj opazno pri učno šibkejših devetošolcih, ki so tako dobili potrditev. Učitelj je pri tem delu opazovalec, mentor in spodbujevalec, ki z vodenjem in pomočjo pri izdelavi gradiva otrokom omogoči, da sami odkrijejo teoretične koncepte in doživijo izkušnjo.

**Ključne besede:** medvrstniško učenje, trajno znanje, osebna rast

### **Abstract**

In a safe environment, rich with sources and learning opportunities, pupils learn to trust and cooperate. Through play they make various discoveries and gain sustainable knowledge. Peer learning joins the two, that is, the safe environment and play, which together lead to innovative ways of learning and teaching, as well as to the personal growth of all the people involved. A teacher plays the role of observer, mentor, and encourager, who enables pupils to discover theoretical concepts by themselves through his/her guidance and help.

**Keywords:** peer learning, sustainable knowledge, personal growth

### **Viri**

1. Bond, R., Castagnera, E. (2006): Peer supports and inclusive education: an underutilised resource. *Theory into practice*, letn. 45, št. 3, str. 224–229.
2. Glasser, W. (2001): Vsak učenec je lahko uspešen. Regionalni izobraževalni center, Radovljica.
3. Ilovár, T. (2010): Pouk za polno usposobljenost. Samoevalvacija – zakonska zahteva ali kazalnik kakovosti. Ljubljana: Supra, str. 62–66.

4. Komljanc N. (2010): Merjenje učenja "Moja mera". Dostopno prek [http://www.zrss.si/pdf/181213123033\\_natalija\\_komljanc\\_formativno\\_spremljanje\\_za\\_4\\_zbornik\\_moja\\_mera.pdf](http://www.zrss.si/pdf/181213123033_natalija_komljanc_formativno_spremljanje_za_4_zbornik_moja_mera.pdf) (10. 9. 2016).
5. Magajna, L., Kavkler, M., Čačinovič Vogrinčič, G., Pečjak, S., Bergar Golobič, K. (2008): Učne težave v osnovni šoli: koncept dela. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.
6. Wright, J., Cleary S. K. (2006): Kids in the tutor seat: building schools capacity to help struggling readers through a cross-age peer-tutoring programe. *Psychology in Schools*, letn. 43, št. 1, str. 99–107.

# TEKMOVANJA S PODROČJA MATEMATIKE

## Mathematics Competitions

Mag. Polona Mlinar Biček  
polona.mlinar@gmail.com  
OŠ Ivana Tavčarja Gorenja vas

### Razširjeni povzetek

Na šoli, kjer poučujem, smo učiteljice matematike učencem 7. in 8. razreda v šolskem letu 2015/2016 ponudile pet različnih tekmovanj s področja matematike. V nadaljevanju bom predstavila namen tekmovanj in tudi mnenje učencev, ki se vseh teh tekmovanj udeležujejo.

V slovenskem prostoru imamo v organizaciji različnih zavodov in društev na voljo precej tekmovanj s področja matematike, ki so razporejena skozi vse šolsko leto. Tekmovanja potekajo na različnih matematičnih področjih. Tekmovanje osnovnošolcev v znanju matematike za Vegovo priznanje je bilo prvič organizirano že v šolskem letu 1964/1965 (<https://www.dmfa.si/tekmovanja/MaOS/>), imamo pa še tekmovanje iz razvedrilne matematike, logike, Matemčka, Logične pošasti itd. Prav gotovo je glavni cilj vseh tekmovanj širjenje in poglobljanje znanja posameznega področja, popularizacija in odkrivanje ter spodbujanje za matematična področja nadarjenih učencev. Prav ti učenci potrebujejo določene prilagoditve tako pri pouku kot tudi v okviru obšolskih dejavnosti. V raziskavi, ki jo je opravila B. Kovaš (2002), je kar 79 % učiteljev menilo, da v okviru rednega pouka storimo za matematično nadarjene učence premalo. Lahko pa učitelji matematike tem učencem ponudimo udejstvovanje zunaj rednega pouka. Nadarjeni učenci lahko obiskujejo matematični krožek, dodatni pouk, organizirane priprave na matematično tekmovanje oziroma izdelujejo raziskovalne naloge (Magajna, 2014).

Med učenci 7. in 8. razreda, ki so obiskovali priprave na tekmovanje in se udeležili večine tekmovanj, sem izvedla anketiranje. Razdelila sem 25 anket, vrnjenih sem dobila 19. Zanimalo me je mnenje učencev glede priprav in udeležbe na tekmovanjih iz znanja matematike ter kako vplivajo tekmovanja na njihovo delo pri pouku. Petnajst učencev se je v šolskem letu 2015/2016 udeležilo vseh petih tekmovanj, trije učenci so se udeležili štirih in en učenec treh tekmovanj. Mnenja glede priljubljenosti tekmovanj so bila različna, lahko pa bi povzeli, da jim je tekmovanje, kjer so dosegali najboljše rezultate, najljubše. Razen dveh učencev so bili vsi zadovoljni s svojimi rezultati, na tekmovanje pa so se pripravljali različno: od 1 ure pa vse do 10 ur za posamezno tekmovanje. Naslednji pridobljeni podatki pa so bili zelo razveseljujoči in potrditev mojega

dosedanjega dela. Prav nihče izmed učencev se ni strinjal, da bi bilo dovolj, če bi na šoli organizirali samo dve ali tri tekmovanja, oziroma nikomur se ni zdelo, da je tekmovanje s področja matematike preveč. Še več, pravijo, da če bi bilo organizirano še kakšno tekmovanje s področja matematike, bi se udeležili tudi tega. Tudi za delo vnaprej so izbirali, da se bodo tekmovanj še naprej udeleževali v enakem oziroma večjem obsegu, saj menijo da jih tekmovanja ne ovirajo pri delu za pouk in da pozitivno vplivajo na njihovo samopodobo. So pa štirje učenci navedli tudi, da se je njihov odnos do matematike zaradi udeležbe na tekmovanjih spremenil. Med pojasnila so navedli: »Rajši jo imam./Matematika ni več brezzvezna./Bolj je zanimiva./Lažje si predstavljam določene stvari.«

Z anketo sem želela pridobiti tudi podatke, katerih tekmovanj poleg matematičnih se učenci še udeležujejo, saj med učitelji prevladuje miselnost, da so učenci s tekmovanji prenasajeni. Analiza je pokazala, da učenci zelo racionalno izbirajo tekmovanja, saj se šest učencev ne udeležuje drugih tekmovanj. Sedem učencev se udeležuje še vsaj dveh tekmovanj, ki pa so tudi z naravoslovnega področja (kemija, biologija, astronomija, fizika). Trije se udeležujejo še treh tekmovanj, med njimi tudi z družboslovnega področja, trije pa se udeležujejo še petih ali več tekmovanj.

Za konec lahko povzamem, da so tekmovanja s področja matematike pri učencih zelo dobrodošla in da jim ne predstavljajo dodatnega bremena, pozitivno pa vplivajo na njihovo samopodobo in delo pri pouku matematike.

**Ključne besede:** matematika, tekmovanje, nadarjeni učenci

### **Abstract**

At the school where I teach, pupils in the 7th and 8th grades were offered five different Mathematics competitions in the 2015/2016 school year by me and other Mathematics teachers. This article presents the purpose of such competitions and the opinions of the pupils at our school who take part in these competitions. The results show that competitions are welcome and that they place no extra burden on the pupils. Moreover, they have a positive influence on the pupils' self-esteem and their work during Mathematics lessons.

**Keywords:** Mathematics, competition, gifted pupils

### **Viri**

1. Kavaš, B. (2002): Matematično nadarjeni učenci v osnovni šoli, Pedagoška obzorja, let. 17, št. 3-4, str. 38–50.

2. Kmetič, S. (2012): Spodbujanje razvoja nadarjenosti pri matematiki. V: Vzgojno-izobraževalno delo z nadarjenimi učenci v osnovni šoli. Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.
3. Magajna, Z. (2014): Vsakdan matematično nadarjenega učenca. V Spodbudno učno okolje: Ideje za delo z nadarjenimi v osnovni šoli. Pedagoška fakulteta, Ljubljana. <https://www.zotks.si/logika/novice> (12. 9. 2016).
4. <https://www.dmfa.si/tekmovanja/RM/> (12. 9. 2016).
5. <https://www.dmfa.si/tekmovanja/MaOS/> (12. 9. 2016).
6. <https://sites.google.com/site/matemcek201314si/> (12. 9. 2016).
7. <https://sites.google.com/site/logicnaposast/> (12. 9. 2016).



# INTER@KTIVNA MATEMATIKA

## Inter@ctive Mathematics

**Amela Sambolić Beganović, Tatjana Gulić**

amela.sambolic-beganovic@zrss.si, tatjana.gulic@guest.arnes.si

Zavod RS za šolstvo, OŠ Preska, Medvode

### **Razširjeni povzetek**

Marentič Požarnik (2000) navaja, da pri učenju o pojmi obstajata dve poti: 1) samostojno oblikovanje (odkrivanje) pojmov in 2) pridobivanje obstoječih pojmov od odraslih, predvsem na temelju besednih razlag.

Pri prizadevanjih, da v največji možni meri zagotovimo učencem prevzemanje nadzora/pobude nad svojim učenjem, nam je v veliko podporo IKT. Raznolika in raznovrstna IKT-orodja omogočajo, da učenci načrtujejo, spremljajo in vrednotijo svoj napredek. Prav tako IKT učiteljem omogoča učinkovito spremljanje in hitro preverjanje (pred)znanja ter podajanje povratnih informacij. Namen preverjanja je zbiranje informacij o tem, kako posamezni učenci napredujejo pri učenju. Preverjanje ima v tem primeru diagnostično in formativno funkcijo, povratne informacije, ki jih pridobijo učitelji o učencih, pa v nobenem primeru ne vplivajo na oceno (Bečaj 2000; Marentič Požarnik in Peklaj, 2002). Formativno spremljanje in preverjanje znanja lahko vodita k boljši kakovosti učenja in poučevanja in prinašata učenje učencem v roke. Raziskava Nacionalnega združenja učiteljev matematike (National Council of Teachers of Mathematics) med drugim navaja, da formativno spremljanje in preverjanje znanja prinaša večjo spodbudo učenčevim dosežkom kot drugi ukrepi (na primer zmanjševanje razredov).

Udeleženci se bodo na delavnici seznanili z izbranimi aplikacijami in programi, ki omogočajo preverjanje (pred)znanja ter učinkovito in hitro podajanje povratnih informacij.

Aplikacijo GoFormative (Create incredible online assessments, classwork or homework) <https://goformative.com/> lahko učitelji in učenci uporabijo v različnih fazah učenja in poučevanja. Na delavnici bomo skupaj z udeleženci odkrivali, kako jo lahko uporabimo za preverjanje (pred)znanja, spremljanje napredka in ne nazadnje tudi za ocenjevanje učencev.

Z aplikacijo Toondoo (<http://www.toondoo.com>) lahko učitelj spodbudi/povabi učence k ustvarjalni pretvorbi besedilnih nalog v strip. Aplikacija omogoča tudi, da učitelj hitro in enostavno poda učencu povratno informacijo na »izdelek«.

Tudi aplikacija Stop Motion (gibljive slike)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Stop\\_motion](https://en.wikipedia.org/wiki/Stop_motion) omogoča učencem, da prevzamejo kontrolo/pobudo nad svojim učenjem. Z ustvarjanjem gibljivih slik lahko učenec samostojno odkriva pojme/koncepte in o njih v zgodbi prek gibljivih slik

sporoča, kako jih razume in obvlada. Izdelek učenca tudi v tem primeru lahko služi/pomaga učitelju pri presoji/preverjanju (pred)znanja učenca.

Vse navedene aplikacije lahko uporabljamo na vseh stopnjah šolanja.

Na delavnici bomo predstavili tudi smernice (didaktične napotke) za uporabo IKT pri posameznem predmetu, ki so nastale v okviru strokovnega dela predmetnih svetovalcev Zavoda RS za šolstvo.

Po predstavitvi in prikazu v uvodnem delu delavnice bodo udeleženci načrtovali dejavnosti za učence z vključevanjem predstavljenih smernic in aplikacij.

Delavnica je namenjena vsem, ki želijo svoj način poučevanja obogatiti in nadgraditi tudi s pristopi in z oblikami, ki vključujejo smiselno rabo IKT. Ob zaključku delavnice bomo udeležencem predstavili tudi možnosti povezovanja in sodelovanja s projektnimi partnerji v tujini.

Za uspešno delo na delavnici bodo udeleženci potrebovali tako računalnik kot tudi pametni telefon ali tablico.

**Ključne besede:** preverjanje (pred)znanja, povratne informacije, formativno

#### **Abstract**

Workshop participants shall learn about selected applications and programs that enable checking (prior) knowledge, as well as giving effective and quick feedback.

The workshop will also present guidelines (didactic guidance) for the use of ICT in each school subject. The guidelines were created within the scope of the research conducted by consultants from the National Education Institute.

The workshop is designed for anyone who wants to upgrade and enrich their teaching styles by incorporating meaningful use of ICT.

Following the presentation in the introductory part of the workshop, participants will plan activities for students by incorporating the above-mentioned guidelines and applications.

**Keywords:** checking (prior) knowledge, feedback, formative

#### **Viri**

1. Marentič Požarnik, B. (2000): Psihologija učenja in pouka. DZS, Ljubljana.
2. Bečaj, J. (2000): Je bolje ocenjevati ali preverjati? Socialno psihološke dimenzije ocenjevanja in preverjanja. Vzgoja in izobraževanje, 31, št. 2-3, str. 10–19.
3. Marentič Požarnik, B., Peklaj, C. (2002): Preverjanje in ocenjevanje za uspešnejši študij. Center za pedagoško izobraževanje Filozofske fakultete, Ljubljana.
4. Wiliam, D. (2007): Research Brief: What Does Research Say The Benefits Of Formative Assessment Are? National Council of Teachers of Mathematics.  
[http://www.pell.portland.or.us/~orc/octm.org/files/8013/4379/6051/ Format  
ive Assessment Brief copy.pdf](http://www.pell.portland.or.us/~orc/octm.org/files/8013/4379/6051/ Format ive Assessment Brief copy.pdf).

# VREDNOTENJE E-UČNIH GRADIV S PRIMERI

## Evaluation of e-Learning Materials with Examples

Dr. Mojca Tomažin

mojca.tomazin2@guest.arnes.si  
Ekonomška in trgovska šola Brežice

### Razširjeni povzetek

Številne raziskave in poročila o uporabi e-gradiv in drugih virtualnih pripomočkov za e-izobraževanje v letu 2015 kažejo, da se vedno več posameznikov, podjetij in različnih institucij odloča za uporabo le-teh, saj so se izkazali za priročna in zelo učinkovita (Top eLearning Stats and Facts For 2015 Infographic, 2015). Tudi v slovenskem šolskem prostoru so nastali številni spletni portali z e-učnimi gradivi za učenje različnih predmetov na različnih stopnjah in smereh izobraževanja, njihovo število pa se ves čas večja, tudi zaradi vstopa komercialnih ponudnikov. Zato je pomembno preverjanje njihove kakovosti, za kar pa je treba vzpostaviti primerne kriterije.

V prispevku bo predstavljen del vsebine magistrskega dela (Tomažin, 2016), v katerem smo v teoretičnem delu predstavili nekatere tuje in domače smernice za vrednotenje kakovosti e-učnih gradiv, na podlagi katerih smo v empiričnem delu naloge oblikovali lasten evalvacijski list. Uporabo evalvacijskega lista smo želeli tudi prikazati na konkretnih primerih vrednotenja e-učnih gradiv, ki so aktualna v šolski praksi. Da bi ugotovili, katera spletna mesta z matematičnimi vsebinami so dijakom najbolj znana in katera najbolj uporabljajo, smo izdelali spletni vprašalnik, ki so ga letos spomladi izpolnjevali dijaki vseh srednjih šol posavske regije.

Izkazalo se je, da so štiri najbolj aktualna spletna mesta: E-um, i-Učbeniki, Nauk in Astra, in prav ta smo na podlagi evalvacijskega lista tudi ovrednotili. Smernice v temelju slonijo na izsledkih, prikazanih v monografiji »E-Learning and the Science of Instruction ...« (Clark/Mayer, 2011), upoštevali pa smo tudi druge vire. Izluščili smo dve skupini kriterijev za vrednotenje e-učnih gradiv: 15 oblikovnih in 9 didaktičnih. Pri oblikovnih gledamo na to, ali primerno usklajujejo besedilo, sliko, zvok, video itd., pri didaktičnih pa npr., ali imajo gradnike višje ali nižje interaktivnosti, saj to omogoča aktivno vlogo učenca in interakcijo z gradivom itd.

V pričujočem povzetku kot primer navajamo le po tri kriterije iz vsake od obeh skupin (opomba: v prispevku bomo seveda navedli vse). Oblikovni kriteriji: za ponazoritev procesov in procedur so uporabljena zaporedja slik ali animacije; uporabnik ima možnost časovnega upravljanja animacij, videov in zvokov;

gradivo je oblikovno konsistentno (uporaba barv, grafičnega sloga, velikosti in oblik pisave, ikon za navigacijo, umeščenost elementov, kakovost multimedijskih gradnikov itd.). Didaktični kriteriji:

- Pred obravnavo novih konceptov ali izvajanjem kompleksnejših aktivnosti je uporabniku omogočena ponovitev/razlaga temeljnih konceptov in priklic predznanja.
- Preverjanje znanja vključuje možnost povratnih informacij skupaj z morebitno razlago oz. utemeljitvijo.
- Gradivo uporabnikom omogoča izbiro lastnega tempa, učnih oblik in metod ter vrstnega reda pri obravnavi ali utrjevanju vsebin.

Po vrednotenju zgoraj omenjenih štirih spletnih mest v skladu z obravnavanimi smernicami smo ugotovili, da se ustvarjalci e-učnih gradiv skušajo držati večine smernic, menimo pa, da so v tem trenutku najbolj kakovostna gradiva med analiziranimi i-Učbeniki. Zanimivo pa je, da rezultati naše ankete kažejo, da je portal Astra med posavskimi srednješolci najbolj obiskan kljub nekaterim strokovnim pomanjkljivostim in kljub temu da na naši lestvici po kakovosti ni najvišje. Za snovalce e-učnih gradiv bi bilo po našem mnenju dobro raziskati, zakaj je tako. Pri raziskovanju na področju e-učnih gradiv v slovenskem šolskem prostoru pa smo mimogrede prišli še do ene pomembne ugotovitve, ki se zelo tiče kakovosti. V slovenskem šolskem prostoru je namreč vse preveč projektov, kjer se porabi precej denarja in nekaj zgradi, ni pa vizije vzdrževanja in nadaljnjega razvoja zgrajenega, zato mnogi smeli projekti propadejo. Tako lahko le upamo, da se ne bo enako zgodilo tudi z i-Učbeniki in da bodo ta gradiva ostala vzdrževana in v funkciji, za katero so bila izdelana, čim dlje časa.

**Ključne besede:** e-učna gradiva, pouk matematike

### **Abstract**

A lot of websites with e-learning materials have lately been developed for learning and teaching different subjects in Slovenia. Therefore, it is important to check their quality, for which it is necessary to set up suitable criteria. We researched certain guidelines for evaluating the quality of e-learning materials and, based on these, have prepared our own evaluation sheet. With the help of a questionnaire we have established which websites with mathematical e-learning content are best known by students of the Posavje region, and evaluated them. The evaluation showed that currently the highest-quality e-learning materials are "i-Učbeniki".

**Keywords:** e-learning materials, Mathematics classes

## Viri

1. Astra, spletna stran (pridobljeno 16. 4. 2016): <http://astra.si/>.
2. Clark, R. C., Mayer, R. E. (2011): e-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines and Designers of Multimedia Learning. 3rd Edition. San Francisco: Pfeiffer.
3. E-um, spletna stran (pridobljeno 16. 4. 2016): <http://www.e-um.si/>.
4. i učbeniki, spletna stran (pridobljeno 16. 4. 2016): <https://eucbeniki.sio.si/>.
5. Nauk, spletna stran (pridobljeno 16. 4. 2016): <http://www.nauk.si/>.
6. Tomažin, M. (2016): Nekatere oblikovalske smernice za izdelavo e-učnih gradiv v matematičnem izobraževanju. Magistrsko delo. Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru. Spletna stran (pridobljeno 6. 9. 2016): <https://dk.um.si/Dokument.php?id=94680>.
7. Top eLearning Stats and Facts For 2015 Infographic, na internetu objavljeno 25. 1. 2015, spletna stran (pridobljeno 16. 4. 2016): <http://elearninginfographics.com/topelearning-stats-and-facts-for-2015-infographic/>.

# STRATEGIJE UČENJA U NASTAVI MATEMATIKE

## Math Teaching Strategies

Neda Lesar, Vesko Nikolaus

neda.lesar@azoo.hr, vesko.nikolaus@azoo.hr

Agencija za odgoj i obrazovanje, Zagreb, AZOO, Zagreb

### Razširjeni povzetek

Najbolje je ono učenje koje omogućuje stjecanje znanja i razvijanje vještina na način prihvatljiv učenicima u skladu s njihovim potrebama, sposobnostima, znanjima, interesima i željama. Tradicionalna nastava temeljena na »bombardiranju« učenika informacijama i činjenicama iz različitih područja imaju za posljedicu da učenici ne znaju što su radili prošli nastavni sat ili da ne mogu ponoviti gradivo koje su odgovarali prethodni sat. Svaki nastavnik svakodnevno se susreće s ovim problemima te nastoji motivirati učenike na različite načine, ne bi li učenik postao aktivan sudionik nastavnog procesa na njegovome satu. Učenik nekad i danas, nastavnik nekad i danas, obrazovanje nekad i danas potiču na razmišljanje u kojem smjeru ići dalje.

Tehnologija je danas na razini koja omogućuje usvajanje znanja, u smislu da su informacije dostupne u svakom trenutku no mi postavljamo pitanje i je li tehnologija jedini izvor »drugačije nastave« koja će učenika potaknuti na učenje. Mozak je jedinstven i dizajniran za svakog pojedinca kao i otisak prsta. Razlika je jedino u tome što mozak bez obzira na beskonačno odumiranje stanica ima sposobnost da se obogaćuje, uz ili bez pomoći tehnologije.

U našem predavanju prikazat ćemo neke od tih »alata« bez tehnologije, još vrlo uspješne i učinkovite. Uz računalo, dinamičnu geometriju, pametnu ploču, znanstveni kalkulator, tablete, nemojmo zanemariti trokut i kutomjer, plakate i sva ostala pomalo zaboravljena i zanemarena nastavna sredstva i pomagala u nastavi matematike.

**Ključne besede:** strategije učenja, učenik, učitelj

### Abstract

The best way to teach is through methods that allow students to acquire new knowledge and develop new skills in a way that their needs, abilities, knowledge, interests, and wishes are met. New technology tools and resources enable students to access information and process it at any given time, but is technology-based teaching the only way to make students learn and acquire

new knowledge? The differences between students, teachers, and teaching methods in the past and now raise the question as to which teaching methods are the most effective. Do not forget to use other Mathematics teaching tools alongside a computer, dynamic geometry, smart whiteboard, calculator, and tablets.

**Keywords:** learning strategies, student, teacher

#### **Viri**

1. Jensen, E. (2006). Super nastava. Uduca.
2. Jensen, E. (2005): Poučavanje s mozgom na umu. Uduca.





## OD MATEMATIČNE PISMENOSTI DO MEDPREDMETNEGA POVEZOVANJA

### From Mathematical Literacy to Cross-Curricular Connections

Mag. Mateja Simik

[mateja.simik@zrss.si](mailto:mateja.simik@zrss.si)

Zavod RS za šolstvo

Kaj je matematična pismenost? Matematična pismenost je v raziskavi PISA opredeljena kot zmožnost analiziranja, utemeljevanja in učinkovitega sporočanja svojih zamisli in rezultatov pri oblikovanju, reševanju in interpretaciji matematičnih problemov v različnih situacijah.

Doseganje ustreznega nivoja bralne pismenosti je nujen pogoj za matematično pismenega posameznika. Ta zna v nadaljevanju prepoznati matematične strukture, razumeti in interpretirati različne reprezentacije matematičnih pojmov in situacij, razumeti povezave med različnimi reprezentacijami in prehajati med njimi, postavljati vprašanja, značilna za matematiko, ter uporabljati različne strategije reševanja problemov. Lastno matematično razmišljanje zna v nadaljevanju zapisati in utemeljiti ter predstaviti drugim.

Torej bralna in matematična pismenost skupaj presegata okvire reševanja besedilnih nalog. Matematično pismen posameznik je sposoben:

- razumeti in interpretirati slišano in prebrano matematično besedilo, svoje matematično razmišljanje sporočati ustno in pisno, z modeli in različnimi reprezentacijami ter drugimi vizualnimi (multimedija) oblikami ter prehajati med temi oblikami, poznati in uporabljati simbolni in strokovni jezik ter operacije itd.;
- prepoznavati matematične strukture, postavljati značilna vprašanja za matematiko in poznati matematične odgovore, razumeti in uporabljati matematične pojme ter povezave med njimi, izvajati in uporabljati različne postopke itd.;
- iskati znanje, rešitve in pomoč v različnih virih (tudi v lastnih in človeških), uporabljati različne pripomočke, vključno s sodobno tehnologijo;
- reševati različne probleme, pri čemer uporablja svoje matematično znanje.

Z načrtnim razvijanjem matematične pismenosti se nam tako ponujajo možnosti uporabe matematičnega znanja v različnih kontekstih in s tem medpredmetnega povezovanja. Sprašujemo se, kako načrtovati in izvajati dejavnosti, s katerimi sistematično razvijamo matematično pismenost. Gotovo je katera od idej zapisana med prispevki v stezi *Od matematične pismenosti do medpredmetnega povezovanja*.

# RAZISKOVANJE PRI MATEMATIKI V 1. VZGOJNO-IZOBRAŽEVALNEM OBDOBJU

## Mathematical Investigation in 1st Educational Triad

Barbara Oder, dr. Leonida Novak

[barbara.oder72@gmail.com](mailto:barbara.oder72@gmail.com), [leonida.novak@zrss.si](mailto:leonida.novak@zrss.si)

OŠ Poljčane, Zavod RS za šolstvo

### Razširjeni povzetek

Ideja za prispevek in izvedbo dejavnosti v razredu izhaja iz delavnice E. R. Wittmanna (KUPM, 2012), na kateri so bile predstavljene dejavnosti za učinkovito utrjevanje osnovnih matematičnih veščin. V našem primeru smo izbrali računske operacije v 1. vzgojno-izobraževalnem obdobju in jih utrjevali v različnih učnih situacijah. M. Cotič in D. Felda (2012) poudarjata, da bi moral pouk matematike razvijati naslednje vidike učenja: raziskovanje, reševanje problemov, ustvarjalno mišljenje, obdelavo podatkov, logično sklepanje in ocenjevanje rezultatov. Avtorja (prav tam) pišeta, da je za ustvarjalno učenje matematike treba učenca vključiti v praktično reševanje problema, ki ima več možnih poti za rešitev, saj otrok večkrat najde izvirne premisleke in povezave. Ustvarjalno raziskovanje v matematiki je tako pot do razvoja matematičnih konceptov in velikokrat tudi koristno orodje za utrjevanje postopkov. Raziskovanje od otroka zahteva, da postavlja vprašanja, izbira strategije in reprezentacije, uporablja svoje miselne veščine, dokazuje ali ovrže trditve, kritično pregleduje, preverja in oceni svoje delo ter razvija potrpežljivost in vztrajnost, da pride do rešitve. A. Žakelj (2009) ob uvedbi posodobitev učnega načrta za matematiko opredeljuje procesno-didaktični pristop učenja in poučevanja kot aktivno učenje, ki učenca aktivira celostno, miselno in čustveno. Prav tako pojasni (prav tam), da tak pristop omogoča, da učenec matematiko spoznava v nastajanju in ne le kot končna dejstva, zato naj učni proces vključuje matematično razmišljanje in raziskovanje, matematično argumentiranje in komuniciranje, modeliranje, postavljanje in reševanje problemov, uporabo simbolnega in formalnega jezika. Ves čas se prepletata izkustveno učenje in dialog. Skozi dejavnosti raziskovanja smo upoštevali načelo uresničevanja operativnih ciljev učnega načrta, ki so naravnani tako, da poudarjajo najprej znanja na konkretni in šele nato na grafični in simbolni ravni.

V prispevku želimo prikazati primer rabe t. i. trinomina (model s tremi polji), ki učencem omogoči, da prek slepih poskusov, sistematično, samostojno in z lastnim raziskovanjem ter ustvarjalnim mišljenjem pridejo do sklepanja (Kmetič, 1996). Učenčevo raziskovanje spremlja učitelj z usmerjevalnimi vprašanji, ki bodo v prispevku predstavljena kot izseki iz matematičnih učnih pogovorov v razredu ob raziskovanju trinomina.

Predstavljeno bo delo na modelu, delu s trinominom na interaktivni tabli, delo v dvojicah s pomočjo modela ali na osnovi seštevanja ter samostojno delo učencev pri sestavljanju lastnih nalog. V vseh primerih bo predstavljeno učenčevo razmišljanje ob raziskovanju ter učiteljevo spremljanje le-tega.

Učenčevo raziskovanje s pomočjo trinomina spremljata učiteljeva povratna informacija in učenčeva samorefleksija. V prispevku je pozornost usmerjena v opazovanje in opisovanje miselnih procesov učencev, ker to, kot piše S. Kmetič (1996), učitelju pomaga postopoma izostriti opažanja na matematično domeno. Spremljanje dela učencev in podpiranje njihovega učenja in raziskovanja sta omogočila, da so učenci znali predstaviti problemsko situacijo z različnimi ponazorili, besedno in grafično rešiti probleme in posamezni problem predstaviti s svojimi besedami. Prav tako so uporabljali različne poti in strategije raziskovanja in reševanja situacije. V prispevku bomo opisali potek dejavnosti po vertikali v 1. vzgojno-izobraževalnem obdobju. Poudarili bomo pomen učenčevega predznanja in prikazali stopnjevanje zahtevnosti reševanja. Pomembno vlogo so v procesu podpore učenčevemu raziskovanju in reševanju imela učiteljičina vprašanja, ki so spodbujala k razmišljanju. Skozi dejavnosti v razredu se kaže razvoj procesno-problemskih znanj, in sicer prek naslednjih metod: poskušanje (ugani/slepo izbiranje), metoda poskusov in napak, metoda izboljšanih poskusov in metoda sistematičnega poskušanja.

Ključne ugotovitve ob raziskovanju trinomina kažejo na to, da večina otrok v 1. vzgojno-izobraževalnem obdobju želi in potrebuje konkretni material za reševanje matematičnih situacij, da imajo učenci radi miselne izzive, da lahko učitelj z opazovanjem in s spremljanjem učencev dobi vpogled v številске predstave otrok, v poznavanje in razumevanje računskih postopkov ter sklepanje. Temeljno spoznanje pa je, da ima učitelj na voljo številne možnosti za organizacijo takih učnih situacij, ki omogočajo učinkovito in inovativno utrjevanje osnovnih računskih operacij.

**Ključne besede:** raziskovanje, različnost reprezentacij, spremljanje

### **Abstract**

This article presents an example of trinomial use in the 1st educational triad. Trinomials introduce learners to learning situations in which they can practice basic computational operations in an effective and innovative manner. Learners reach conclusions through their own investigation and creative thinking. The results of our work in the classroom are presented with numerous photographs and other evidence, which show learners' activities in different learning situations, their understanding, and the teacher's feedback. By organising and observing learning situations in the classroom, we have discovered that vividness, concrete learning situations, didactic conversation, teacher's

questions, teacher's feedback and ensuring opportunities for learners' investigation are the most significant for learning mathematics in the 1st educational triad.

**Keywords:** investigation, diversity of representations, monitoring,

#### **Viri**

1. Cotič, M. (2012). Reševanje realističnih problemov na začetku šolanja. V: Zbornik prispevkov Konferenca o učenju in poučevanju matematike. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.
2. Kmetič, S., Forbisher, L. (1996). Izzivi za mlade matematike: izzivi za učence, učitelje in starše. Maribor: Obzorja
3. Wittmann, E. C. (2012). Practicing basic skills in a productive way. V: Zbornik prispevkov KUPM, 2012. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.
4. Žakelj, A. (2009). Didaktični pristopi k posodobljenemu učnemu načrtu za matematiko. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.
5. Žakelj, A. idr. (2011). Program osnovna šola. Učni načrt. Matematika: Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport. Zavod RS za šolstvo.

# USTVARJALNOST IN REŠEVANJE PROBLEMOV NA RAZREDNI STOPNJI

## Creativity and Problem Solving in Primary School

Dr. Sandra Mršnik, dr. Leonida Novak

[sandra.mrsnik@zrss.si](mailto:sandra.mrsnik@zrss.si) [leonida.novak@zrss.si](mailto:leonida.novak@zrss.si)

Zavod RS za šolstvo

### Razširjeni povzetek

Dokument Partnership for 21st Century Skills (2009, str. 8) definira sposobnost učenja in inoviranja kot tisto, kar ločuje učence, ki so pripravljeni na naraščajočo kompleksnost življenja in dela v 21. stoletju, od tistih, ki to niso. Ključno znanje in spretnosti so: ustvarjalnost in inovativnost, kritično razmišljanje in razreševanje problemov ter komunikacija in sodelovanje. V prispevku bova poseben poudarek namenili predvsem ustvarjalnosti in reševanju problemov. F. Barron (1969) vidi ustvarjalnost v človekovi zmožnosti, da prikljiče nekaj novega, česar prej še ni bilo, in to enači z izvirnostjo, k čemur so kasneje avtorji dodajali še druge kriterije: novost, koristnost oz. vrednost, namen, trajnost, uporabnost (Whiting, Amabile idr., Woodman idr., po Trstenjak, 1981).

V dokumentih OECD (Lucas idr., 2013) in v vseh slovenskih učnih načrtih zasledimo cilje, ki narekujejo sistematičen razvoj ustvarjalnosti, a je pouk še vse premalo usmerjen v razvoj le-te (Marentič Požarnik, 2003, str. 90). A. Woolfolk (2002) opredeli ustvarjalnost kot domiselno, izvirno mišljenje ali reševanje in odpiranje problemov ter preoblikovanje informacij. T. Bezić (2012, str. 82) opozori, da je treba na ustvarjalnost pogledati z več vidikov, in sicer ustvarjalnost kot potencial osebnosti, kot ustvarjalni proces in kot ustvarjalni produkt. Skupno izbranim definicijam ustvarjalnosti je, da se vse osredotočajo tudi na reševanje problemov. Kadar se srečamo z ustvarjalnostjo in reševanjem problemov pri mlajših osnovnošolcih, se pojavi tudi pojem radovednost. To Žagar (1992) opiše kot osnovni motiv ustvarjalnosti in za podkrepitev tega navaja ugotovitve psihologov, ki dokazujejo, da med radovednostjo in ustvarjalnostjo obstaja korelacija, in sicer se s povečanjem radovednosti linearno povečuje ustvarjalnost.

Tudi Pečjak (2011, str. 26) opredeli glavne značilnosti ustvarjalnega mišljenja otrok: izvirne in prožne rešitve, prisotnost transformacij, bogata domišljija, spontanost in radovednost. Ustvarjalnost pri reševanju problemov se kaže v raznolikih strategijah reševanja enostavnih in kompleksnih situacij. De Corte in Verschaffel (1987, v De Corte, 2013, str. 41) sta našla dokaze, ki podpirajo tak »konstruktivistični nazor o učenju otrok celo pri reševanju preprostih matematičnih problemov seštevanja in odštevanja«. Pri prvošolcih sta opazila

raznolike strategije reševanja, med katerimi je bilo veliko takih, ki jih ne poučujejo v šoli: učenci so jih ustvarili sami. Do rešitve problema so prišli z metodo poskusov in napak, ki so jo razvili sami. Kasneje so pridobljeno znanje strukturirali v zahtevnejše in matematično ustrežnejše strategije za reševanje problemov.

Tako lahko pri pouku matematike učenci spoznajo pomen matematike kot univerzalnega jezika ter se ob tem učijo natančnosti in ustvarjalnosti pri reševanju problemov. Spretnosti in znanje, ki jih učenci potrebujejo v procesu reševanja matematičnih problemov, vključujejo ustrezno vsebinsko znanje problema, zmožnost identificiranja problema, pridobivanja novih podatkov in vrednotenja manjkajočih informacij, miselne spretnosti analiziranja, ustvarjalnost, zmožnost generalizacije in poenostavitve problema, motivacijo in vztrajnost, zmožnost za spopad z neznanim ter sodelovanje v paru ali v skupini. Pri izbiri različnih ustvarjalnih poti reševanja problemov jih je treba spodbuditi, da so pozorni na vse ugotovitve, do katerih so prišli na poti do rešitve.

V prispevku bova prikazali metode in načine za spodbujanje ustvarjalnega pristopa k reševanju problemov na razredni stopnji, saj kot opozarja Cencič (2011), je v pedagoški literaturi premalo prostora namenjenega učnim metodam, ki spodbujajo ustvarjalnost. Pri dejavnostih za razvoj ustvarjalnih sposobnosti je treba vedeti, da je znanje pogoj za ustvarjalnost in kritičnost (Kovač Šebart, 2002), za ustvarjalno razmišljanje pa so potrebni čas, trdo delo in kognitivni napor. Ustvarjalnosti ni mogoče učiti tako kot preostale predmete, saj nanjo lahko vpliva učitelj z načinom dela, z osebnim zgledom in ustvarjalno klimo (Pečjak, 2011).

**Ključne besede:** ustvarjalnost, reševanje matematičnih problemov, raziskovanje,

### **Abstract**

This paper demonstrates methods for fostering creativity in mathematical problem solving in primary school. When talking about creativity and problem solving in the context of young learners, we must mention the concept of curiosity. In the first grades of primary school, pupils create a diverse range of strategies for solving mathematical problems, which are not taught in school. They should be encouraged to pay attention to all they have learned in the process.

**Keywords:** creativity, problem solving, young pupils

### **Viri**

1. Bezić, T. (2012). Vzgojno-izobraževalno delo z nadarjenimi učenci po desetih letih uvajanj novega Koncepta odkrivanja in dela z nadarjenimi

- učenci v 9-letni OŠ; Kje smo in kam hočemo?. V: Bezič. T. (ur.). Vzgojno-izobraževalno delo z nadarjenimi učenci v osnovni šoli. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo. Str. 12–27.
2. Cencič, M. (2011). Nekatere spremembe pouka v družbi znanja in njim odgovarjajoče učne metode. Didakta 21/146. Str. 15–19. Radovljica.
  3. De Corte, E. (2013). Zgodovinski razvoj razumevanja učenja. V: H. Dumont, D. Istance, F. Benavides (ur.), O naravi učenja (str. 37–65). Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.
  4. Kovač Šebart, M. (2002). Samopodoba šole: konceptualizacija devetletke. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.
  5. Lucas, B., Claxton, G., Spencer, E. (2013). Progression in student Creativity in School: First Steps Towards New Forms of Formative Assessments. OECD Education Working Papers. Št. 86. OECD Publishing.
  6. Marentič Požarnik, B. (2003). Psihologija učenja in pouka. Ljubljana: DZS.
  7. Partnership for 21st Century Skills. Washington, DC 20001. Dostopno na: <http://www.p21.org/> (pridobljeno 23. 2. 2014).
  8. Pečjak, V. (2011). Ustvarjalnost, zlata doba ustvarjalnosti je otroštvo. V: Šolsko svetovalno delo, letnik XV, št. 1/2, str. 24–28.
  9. Trstenjak, A. (1981). Psihologija ustvarjalnosti. Ljubljana: Slovenska matica.
  10. Woolfolk, A. (2002). Pedagoška psihologija. Ljubljana: Educy.
  11. Žagar, D. (1992). Razvijanje ustvarjalnosti učencev. V: Medveš, Z., Adamič, M. (ur.), Diferenciacija in individualizacija učnega dela v posodabljanju razrednega pouka. Poljče: Slovensko društvo pedagogov. Str. 39–55.

# VPOGLED V MATEMATIČNO RAZUMEVANJE UČENCEV

## Insight into Students' Understanding of Math

Manja Podgoršek, dr. Alenka Lipovec

[manja.podgorsek@um.si](mailto:manja.podgorsek@um.si), [alenka.lipovec@um.si](mailto:alenka.lipovec@um.si)

Pedagoška fakulteta, Univerza v Mariboru

### Razširjeni povzetek

Bistvo učenja matematike ni v zapomnitvi čim večjega števila podatkov in uporabi le-tega. Gre za osmišljanje, gradnjo in povezovanje vsega, kar učenci vedo, znajo in razumejo. Matematično razumevanje po Skempu (1976) razdelimo na dva tipa razumevanja, ki se nahajata na obeh polih kontinuuma razumevanja, in sicer relacijsko in instrumentalno razumevanje. Instrumentalno razumevanje je relativno revno z vidika povezav med pojmi, relacijsko razumevanje pa je tisto, ki je bogato tako v kvantiteti kot kvaliteti povezav med pojmi v kognitivni shemi. Ker gre pri razumevanju za proces, ki se dogaja v glavah učencev, morajo učitelji poiskati orodja, prek katerih je mogoče preveriti stopnjo razumevanja učencev. Prek postopkov, ki jih učenci podajo v sklopu reševanja nalog, težko ločimo med tem, kaj se je učenec naučil in kaj zares razume. V prispevku tako predstavljamo izsledke dveh raziskav, s katerima smo poskušali dobiti vpogled v učenčevo razumevanje; pri prvi s pomočjo risb, pri drugi pa s pisanjem besedilnih nalog. Obema je bilo skupno to, da so bile naloge, ki so jih učenci reševali, zastavljene na način, ki ga učenci niso vajeni. Šestošolci so tako ob elementarnih številskih izrazih narisali risbo, ki je le-te ponazarjala, četrtošolci pa so ob enačbi odštevanja in množenja z manjkajočim členom zapisali življenjsko besedilno nalogo.

Pri obeh navedenih raziskavah je bila uporabljena kombinacija kvalitativne in kvantitativne metodologije pedagoškega raziskovanja. Pri šestošolcih je raziskava pokazala, da učenci manj abstraktne matematične pojme (odštevanje s prehodom in oklepaj) najustrezneje ponazarjajo z risbo, medtem ko pri zahtevnejših (potenca in ulomek) redkeje ustvarijo ustrezne risbe. Med risbami, ki so jih ustvarili, smo lahko zaznali dva prevladujoča tipa matematičnega znanja – konceptualnega in proceduralnega, ki je bil opazen v prevladujočem deležu. To spoznanje smo povezali z raziskavo Alibali in Crooks (2014), ki pravi, da se konceptualno znanje razvija dalj časa, kar je skladno tudi z našimi rezultati. Kljub temu pa smo opazili, da so risbe, ki smo jih uvrstili v konceptualno znanje, ustrežnejše. Pri četrtošolcih pa je bilo zaznati, da abstraktnost matematičnega pojma bolj vpliva na pravilnost zapisa življenjske besedilne naloge kot pa to, kako je zapisan manjkajoči člen v številskem izrazu (pri seštevanju je bil to  $x$ , pri množenju pa znak  $\square$ ). Pri nalogi množenja je bilo mogoče v najvišjem deležu



opaziti, da so učenci napačno zapisovali besedilne naloge na način, kot da gre za nalogo seštevanja. Učenci so tako bolj ustrezne življenjske besedilne naloge podajali pri številskem izrazu s seštevanjem. Tudi pri tej raziskavi smo lahko pri razvrščanju tipov učenčevih besedilnih nalog le-te uvrstili med omenjena tipa znanj. Podobno so ugotovili tudi v raziskavi (Capraro in Joffrion, 2006), kjer so učenci počeli ravno nasprotno; zapisano besedilno nalogo so morali povezati z enim izmed zapisanih matematičnih izrazov. Na temelju rezultatov predlagamo, da naj učitelji v pouk matematike vnašajo aktivnosti, ki učence spodbujajo k ponazarjanju matematičnih pojmov z risbo, in tudi takšne aktivnosti, pri katerih jim je omogočeno, da svoje razmišljanje ubesedijo. Pri teh aktivnostih pa je zelo pomembno, da učitelji nastalih izdelkov ne vrednotijo kot pravilne oz. napačne, temveč so to izdelki, ki jim služijo kot vpogled v trenutno stopnjo matematičnega razumevanja učenca.

**Glavne besede:** matematično razumevanje, risbe, besedilne naloge

### **Abstract**

This paper presents the results of two different studies which gave us insight into students' understanding. The first study was conducted with the aid of drawings, while the second one was based on writing word problems. Sixth grade students represented the expressions with drawings, while the fourth grade students had to write a word problem based on everyday life. Both studies were conducted with a combination of the qualitative and quantitative methodology of pedagogical research. Based on the results, we suggest that teachers include activities in their Math lessons which would encourage students to represent mathematical concepts with drawings, and activities which would allow the students to articulate their thinking process.

**Keywords:** mathematical understanding, drawings, word problems

### **Viri**

1. Capraro, M. M., Joffrion, H. (2006). Algebraic equations: Can middle-school students meaningfully translate from words to mathematical symbols? *Reading Psychology*, 27(2-3), 147–164.
2. Crooks, N. M., Alibali, M. W. (2014). Defining and measuring conceptual knowledge in mathematics. *Developmental Review*, 34(4), 344–377. Skemp, R. R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics Teaching*, 77, 20–26.

# STEM-POVEZOVANJE V SLOVENSKEM IZOBRAŽEVANJU

## STEM Connection in Slovenian Education

Dr. Andreja Drobnič Vidic

[andreja.drobnic@mf.uni-lj.si](mailto:andreja.drobnic@mf.uni-lj.si)

Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani

### Razširjeni povzetek

V ameriškem izobraževalnem sistemu je bilo v zadnjem desetletju zaslediti porast prispevkov s področja STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) izobraževanja, ki povezuje učenje naravoslovja, tehnologije, inženirstva in matematike, saj je le-to tudi finančno podprto s strani države (Henderson, Beach, Finkelstein, 2011). Tudi združenje učiteljev matematike (National Council of Teachers of Mathematics – NCTM) je podprlo STEM-iniciativo, da bi omogočilo kontinuirano financiranje STEM-programov, zaposlitev visokokvalificiranega kadra za STEM-discipline in da bi se povečalo število vpisnih mest za izobraževanje na takih področjih (Shaughnessy, 2012). Vendar je takratni predsednik NCTM Shaughnessy poudaril, da se v združevanju STEM-disciplin matematiko izrablja v smislu krčenja matematičnih vsebin na račun preostalih omenjenih področij, da je premalo konkretnih projektov, ki bi predstavili obliko, kakovost in prednosti STEM-izobraževanja in ki bi izpostavili matematiko kot temeljno disciplino, od katere je odvisno učenje preostalih disciplin v prvih dvanajstih letih šolanja (Shaughnessy, 2012). Prav ta neenak položaj povezovanja STEM-disciplin lahko privede do težav pri konkretnih STEM-projektih, predvsem pri usklajevanju nalog učiteljev različnih disciplin (Drobnič Vidic, 2016a).

Kljub temu da kratica STEM postaja floskula za finančno podporo projektov na področju izobraževanja, je ideja o interdisciplinarnem izobraževanju učencev v štirih disciplinah: naravoslovju, matematiki, tehnologiji in inženirstvu na osnovi realnih aplikativnih problemov del marsikatere uspešne pedagoške prakse v svetu (Han, Capraro, Capraro, 2014; English, Mousoulides, 2015 itd.). In kakšno je STEM-izobraževanje in povezovanje teh disciplin v našem izobraževalnem sistemu?

Čeprav slovenski spletni portal ne kaže velikih aktivnosti na področju STEM-izobraževanja, podamo primere STEM-povezovanja v srednji šoli in na začetku terciarnega izobraževanja (Drobnič Vidic, 2016a; Drobnič Vidic, 2016b). Predstavimo realne probleme, pravzaprav projekte, ki združujejo vse STEM-

discipline, ki smo jih zastavili bodočim inženirjem, in opozorimo na težave učencev pri reševanju takih problemov.

Aktivnosti na področju STEM-povezovanja v tehniških gimnazijah, v katerih se srednješolci pripravljajo na študij naravoslovja in tehničnih strok in katerih kurikulum vsebuje STEM-discipline v celoti, smo raziskali pred začetkom šolskega leta 2015/2016. Uporabili smo uveljavljeni vprašalnik Engineering Education Beliefs and Expectations Instrument (EEBEI), ki je namenjen dokumentiranju učiteljevih stališč in pričakovanj o preduniverzitetnem izobraževanju na področju inženirstva, pripravi na kariero mladih na tem področju in primerjavi učiteljevih pogledov na STEM-izobraževanje (Nathan, Tran, Atwood, Prevost and Phelps, 2010). Prevedeni in malenkost dopolnjeni vprašalnik smo razdelili učiteljem STEM-predmetov na vseh enajstih tehniških gimnazijah v Sloveniji in analizirali odgovore z devetih področij, povezanih s STEM-izobraževanjem. Analiza kaže na področja, kjer imajo učitelji naravoslovja in matematike drugačne poglede na STEM-izobraževanje kot učitelji tehnologije ter inženirskih strok. Predstavimo tudi aktivnosti, ki so jih učitelji omenili za interdisciplinarno povezovanje STEM-disciplin in za povezovanje kurikularnih STEM-disciplin s stroko.

Analiza je pokazala, da učitelji delujejo na področju povezovanja matematike, naravoslovja, tehnologije in inženirstva, vendar se kažejo razlike v stališčih do STEM-povezovanja med učitelji naravoslovja in matematike na eni strani ter učitelji tehnoloških in strokovnih vsebin na drugi.

**Ključne besede:** STEM-izobraževanje, stališča učiteljev, realni problemi

### **Abstract**

In the last two decades, STEM education has become very popular. Taking into account the definition of STEM as the education of students in Science, Technology, Engineering and Mathematics with an interdisciplinary approach based on real-world applications, we tried to find such education practices in the Slovenian school system. Using the Engineering Education Beliefs and Expectations Instrument among teachers of technical upper secondary schools that teach all STEM subjects and prepare students for tertiary education, we have found out that they are carrying out STEM activities. However, differences have been indicated in the level of appropriateness and in the desire for such activities among Mathematics/Science teachers and Technology/Engineering teachers.

**Keywords:** STEM education, teachers' beliefs, real-world problems

## Viri

1. Drobnič Vidic, A. (2016a): Students' and teachers' difficulties in dealing with realistic tasks. Presented on 13th International Congress on Mathematical Education (ICME-13), 24–31 July 2016, Hamburg.
2. Drobnič Vidic, A. (2016b). Using a problem-based learning approach to incorporate safety engineering into fundamental subjects. J. Prof. Issues Eng. Educ. Pract. 142 (2), str. 1–9  
([http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000264](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000264) ).
3. English, L., Mousoulides, N. (2015): Bridging STEM in a real-world problem. Mathematics teaching in the middle school, 20 (9), str. 532–539.
4. Han, S., Capraro, R., Capraro, M. (2014): How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. Int J Sci Math Educ, str. 1–25 (doi:10.1007/s10763-014-9526-0).
5. Henderson, C., Beach, A., Finkelstein, N. (2011): Facilitating change in undergraduate STEM instructional practices: An analytic review of the literature. J Res Sci Teach, 48 (8), str. 952–984.
6. Nathan, M., Tran, N., Atwood, A., Prevost, A, Phelps, A. (2010): Beliefs and expectations about engineering preparation exhibited by high school STEM teachers. J Eng Educ, 99 (4), str. 409–426.
7. Shaughnessy, M. (2012): STEM – An advocacy position, not a content area.  
<http://www.nctm.org/News-and-Calendar/Messages-from-the-President/Archive/J.-Michael-Shaughnessy/STEM.-An-Advocacy-Position.-Not-a-Content-Area/> objavljeno dne 2. 2. 2012.

# FINANČNA PISMENOST IN FINANČNO IZOBRAŽEVANJE

## Financial Literacy and Financial Education

Irena Simčič

[irena.simcic@zrss.si](mailto:irena.simcic@zrss.si)

Zavod RS za šolstvo

### Razširjeni povzetek

V današnjem času se zaradi dinamičnih, hitro razvijajočih se ter svetovno povezanih in zapletenih finančnih trgov pojavlja vse večja in nujna potreba po finančnem izobraževanju oz. finančni pismenosti. OECD v svojih Priporočilih za finančno izobraževanje opozarja na nujnost zagotavljanja ustreznega finančnega izobraževanja posameznikov v čim bolj zgodnjem življenjskem obdobju, tudi v šolskih učnih načrtih. Pri programih, ki dajejo prednost finančnemu izobraževanju, je treba spodbujati ustrezno izobrazbo in usposobljenost izobraževalcev. Republika Slovenija je leta 2010 sprejela Nacionalni program finančnega izobraževanja.

Finančno izobraževanje je v slovenskem izobraževalnem sistemu vključeno v različne predmete. Pri pregledu šolskih sistemov v Evropi in v svetu so v obveznem osnovnošolskem izobraževanju vsebine, ki obravnavajo finančno izobraževanje, vključene v predmet Home Economics ali po naše gospodinjstvo. Gospodinjstvo je obvezni predmet v osnovni šoli in poleg drugih tematskih modulov obravnava tudi modul Ekonomika gospodinjstva, ki obravnava vsebine finančnega izobraževanja s področja ekonomike in ekonomije.

PISA (Programme for International Student Assessment) je program ki poteka pod okriljem OECD. PISA zbira kognitivne in druge podatke o 15-letnikih v številnih državah in gospodarstvih. Tako lahko ponudi bogat nabor primerljivih podatkov, ki jih lahko uporabijo oblikovalci politike in druge interesne skupine, da se lahko odločijo na podlagi zanesljivih podatkov. Finančna pismenost je tako na mednarodni ravni kot v Sloveniji dokaj novo področje merjenja, pri ugotavljanju le-te pa je v ciklu raziskave PISA 2012 poleg Slovenije sodelovalo še 17 držav. Mednarodno primerljivi podatki o finančni pismenosti lahko odgovorijo na vprašanja, kot sta »Kako so mladostniki pripravljeni na nove finančne sisteme, ki postajajo globalni in vse bolj kompleksni?« in »Iz katere države prihajajo dijaki, ki so najboljši na področju finančne pismenosti?«. Po opredelitvi v raziskavi PISA 2012 je finančna pismenost posameznikovo poznavanje in razumevanje finančnih pojmov in tveganj, vključuje pa tudi veščine, motivacijo in samozavest, da uporabi to poznavanje in razumevanje pri sprejemanju učinkovitih odločitev v različnih finančnih kontekstih, da izboljša

finančno stanje posameznikov in družbe in da lahko sodeluje v ekonomskih odločitvah. Vsebinska področja preverjanja so bila denar in transakcije, načrtovanje in upravljanje financ, tveganje in dobiček ter finančni zemljevid. Leta 2012 je v raziskavi sodelovalo 1312 slovenskih 15-letnikov.

**Ključne besede:** finančno izobraževanje, finančna pismenost

### **Abstract**

Nowadays, due to the dynamic, rapidly-evolving and globally-integrated complex financial markets, there is an increasing and urgent need for financial education, i.e. financial literacy. OECD's recommendations for financial education state the necessity of ensuring the proper financial education of individuals as early as possible in their lives, including in school curricula. Programmes that prioritise financial education should promote the appropriate training of educators.

Financial literacy is important on the international and national level and is a rather new field of measurement. The PISA 2012 survey encompassed 18 countries, including Slovenia, and 1,312 Slovenian 15-year-olds.

**Keywords:** financial education, financial literacy

### **Viri**

1. Huston, S. J. (2010): Measuring financial literacy, *The Journal of Consumer Affairs*, 44 (2), str. 296–316.
2. INFE (2009): Financial education programmes in schools: Draft comparative analysis of selected financial education learning frameworks. International Network on Financial Education.
3. Lusardi, A., Mitchel, O. S. in Curto, V. (2010): Financial literacy among the young. *The Journal of Consumer Affairs*, 44 (2), str. 358–380.
4. OECD (2005): Recommendation on principle and good practices for financial education and awareness. OECD: Directorate for Financial and Enterprise Affairs.
5. OECD (2014): PISA 2012 Results: Students and Money: Financial Literacy Skills for 21 st Century, (Volume VI), PISA, OECD Publishing.

# TEORIJA GRAFOV V SREDNJEŠOLSKEM IZOBRAŽEVANJU

## Graph Theory in Secondary Education

Jasmina Ferme, dr. Boštjan Brešar

[jasmina.ferme@gmail.com](mailto:jasmina.ferme@gmail.com), [bostjan.bresar@um.si](mailto:bostjan.bresar@um.si)

Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

### **Razširjeni povzetek**

Teorija grafov spada med novejša področja matematike in je izjemno široko uporabna. Model teorije grafov je namreč tako bogat, da omogoča modeliranje raznolikih realnih situacij, hkrati pa je dovolj preprost in posledično dostopen tudi otrokom (Klavžar in Žigert, 2002).

S pomočjo modela teorije grafov lahko učencem in dijakom prikažemo izjemno uporabnost tega področja in s tem celotne matematike. Zlasti ustrezno izbrane naloge, take, ki ponazarjajo realne situacije, lahko pri učencih, dijakih in drugih spodbudijo željo po učenju vsebin s tega področja ter hkrati povečajo tudi njihovo motiviranost za učenje matematike. To dejstvo pa predstavlja enega izmed glavnih vzrokov za poučevanje teorije grafov v osnovnih in srednjih šolah. Poleg tega lahko s poučevanjem teorije grafov uresničujemo splošne cilje, ki v učnih načrtih za matematiko opredeljujejo namen učenja in poučevanja te vede, razvijamo osnovno matematično kompetenco in spodbujamo razvoj drugih kompetenc, navedenih v omenjenih učnih načrtih. Projekt, ki ga je izvedel Fellows, je pokazal, da lahko z določenimi vsebinami iz teorije grafov seznanimo tudi osnovnošolce nižjih razredov (Fellows, 1993).

Kljub vsemu navedenemu in možnosti bogatitve učnega procesa prek poučevanja vsebin s področja teorije grafov pa ugotavljamo, da je le-to v osnovnih in srednjih šolah zastopano v manjši meri, poteka namreč le v okviru dodatnega pouka, interesnih dejavnosti, raziskovalnih nalog in podobnega. Glavni vzrok za to je, da vsebin s področja teorije grafov ne zasledimo v učnih načrtih za matematiko v osnovnošolskem in srednješolskem izobraževanju.

V našem prispevku podajamo primer obravnave izbranih vsebin s področja teorije grafov, namenjen predvsem gimnazijskim učiteljem. Podrobno smo ga obdelali in evalvirali v magistrskem delu z naslovom Obravnava barvanj grafov in tetivnih grafov v srednješolskem izobraževanju (Ferre, 2016).

Prispevek lahko učiteljem služi kot vir idej za izvedbo interesne ali projektne dejavnosti, učne ure, raziskovalne naloge, gradivo za samoizobraževanje ipd., skratka kot pripomoček pri pripravi dejavnosti, ki bogatijo proces učenja.

Vsebine s področja teorije grafov, zajete v prispevku, so: Uvod v teorijo grafov, Barvanje vozlišč grafov, Tetivni grafi, Grafi intervalov ter sklop, ki združuje navedene vsebine. Opisani potek učnega procesa je usmerjen k uresničevanju splošnih ciljev in kompetenc, navedenih v učnih načrtih za matematiko v gimnazijskem izobraževanju, ter tudi k uresničevanju nekaterih elementov matematične kompetence in drugih kompetenc. Upošteva učna načela postopnosti, sistematičnosti, nazornosti, znanstvenosti, aktualnosti, racionalnosti, povezovanja teorije in prakse ter je osnovan tako, da dijake spodbuja k aktivnemu sodelovanju in izgradnji znanja. Pomembno vlogo namenjamo tudi motivaciji dijakov, ki jo dosegamo z uporabo kognitivnih konfliktov v okviru učenja prek problemskih situacij. Učinkoviti načini motiviranja učencev in dijakov lahko namreč veliko pripomorejo k doseganju kakovostnega znanja (Žakelj, 2003).

Vsebinsko-metodične napotke, ki jih navajamo v prispevku, smo izbrali in izpopolnili tudi na podlagi izkušenj, pridobljenih med poučevanjem navedenih vsebin. Na I. gimnaziji v Celju smo namreč izvedli krožek iz teorije grafov, namenjen dijakom vseh letnikov. Organizirali smo pet srečanj, vsako je trajalo približno dve šolski uri, v povprečju pa se je vsakega udeležilo devetnajst dijakov. Po mnenju dijakov so izbrane vsebine zanje zanimive in podane na način, ki v določeni meri kaže model teorije grafov kot preprost in uporaben. Sklepamo, da smo prek krožka dijakom na neki način približali matematiko in jo predstavili v luči uporabnosti. Kljub temu da raziskava, ki smo jo izvajali pri krožku, ni pokazala pozitivnih vplivov poučevanja teorije grafov na nivo znanja splošne matematike, verjamemo, da ti obstajajo. Zaradi premajhnega števila udeležencev raziskave in le desetih šolskih ur izvajanja krožka ta raziskava ne more biti veljavna in posledično tudi rezultati niso verodostojni. Zato lahko sklepamo tudi o nasprotnem, torej da poučevanje teorije grafov v gimnazijah pozitivno vpliva na raven znanja matematike dijakov in vsekakor bogati učni proces.

**Ključne besede:** teorija grafov, gimnazija, problemsko usmerjen pouk.

### **Abstract**

By teaching graph theory, we can show children the usefulness of mathematics and motivate them for learning mathematics. We can also realise some of the goals and competences listed in the mathematical curriculum for secondary education. We provide examples of discussing certain topics of graph theory in secondary education. The results of an evaluation conducted with a pedagogical experiment are also listed and discussed. The contents and didactical remarks can be used for enriching the studying process, preparing projects, Math activities, etc.

**Keywords:** graph theory, secondary school, problem-oriented approach



## Viri

3. Fellows M. R. (1993): Computer science and mathematics in the elementary schools. V *Mathematicians and Education Reform 1990–1991*. Providence: American Mathematical Society.
4. Ferme J. (2016): Obravnava barvanj grafov in tetivnih grafov v srednješolskem izobraževanju. Magistrsko delo. Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Maribor.
5. Klavžar S. in Žigert P. (2002): Izbrana poglavja uporabne matematike, Pedagoška fakulteta Maribor, Maribor.
6. Žakelj A. (2003): Kako poučevati matematiko: teoretična zasnova modela in njegova didaktična izpeljava, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.

# PROGRAMIRANJE PRI POUKU MATEMATIKE

## Programming and Mathematics

Mag. Radovan Krajnc, mag. Melita Gorše Pihler

[radovan.krajnc@zrss.si](mailto:radovan.krajnc@zrss.si), [melita.gorse-pihler@zrss.si](mailto:melita.gorse-pihler@zrss.si)

Zavod RS za šolstvo

### Razširjeni povzetek

Živimo v informacijski družbi, v kateri naj bi bili učenci sposobni po končani osnovni ali srednji šoli polnopravno sodelovati ter bili kreativni in učinkoviti pri rabi novih tehnologij. Izkušnje učiteljev in raziskave kažejo, da vsi učenci tehnologije ne znajo uporabljati smiselno, varno in kreativno. Ta ugotovitev je za nas učitelje spodbuda, da analiziramo lastno pedagoško prakso in ustrezno načrtujemo dejavnosti, v katerih učenci pridobivajo veščine 21. stoletja.

To dosežemo z razvijanjem področja **digitalnih kompetenc** (v učnem načrtu za matematiko je uporabljen izraz digitalna pismenost), kjer se učenci učijo smiselne in učinkovite rabe tehnologij informacijske dobe. V učnih načrtih je razvijanje digitalnih kompetenc zapisano kot ena od osmih ključnih kompetenc iz evropskega referenčnega okvirja. V modelu DigComp (Ferrari, 2013) so digitalne kompetence razdeljene na pet področij: delo z viri, komunikacija, ustvarjanje vsebin, varnost in reševanje problemov.

V učnem načrtu za matematiko je med didaktičnimi priporočili predlagana tudi uporaba **informacijsko-komunikacijskih tehnologij** ter različnih orodij. V to področje spada na primer poznavanje rabe numeričnih in grafičnih računal, matematičnih računalniških programov, pisarniških orodij – predvsem preglednic, poznavanje delovanja iskalnikov in drugih orodij.

Obstaja še eno področje, ki sicer ni vključeno v obvezni predmetnik slovenskega šolskega sistema. To področje je **računalništvo (in informatika)**, ki je znanstvena veda s svojimi temeljnimi znanji, zbirko tehnik in metod za reševanje problemov ter poseben način razmišljanja in dela. Razumevanje računalništva je nujni pogoj za posameznika, da zmore razmišljati inovativno in ustvarjalno ter pri reševanju problemov (tako matematičnih kot avtentičnih) vključevati in uporabljati digitalne tehnologije. Del tega področja – programiranje – je sicer tudi ena od digitalnih kompetenc v modelu DigComp. Ker je razvijanje digitalnih kompetenc zapisano v učnem načrtu za matematiko, lahko učitelj, če to področje pozna, programiranje vključi tudi v pouk matematike.

Pri novem neobveznem izbirnem predmetu računalništvo učenci pri reševanju problemov velikokrat uporabljajo matematične pojme, ki jih pri pouku matematike še niso spoznali. Že v 4. razredu pri programiranju uporabljajo

negativna števila in koordinatni sistem. Reševanje problemov z uporabo orodja Scratch poveča njihovo aktivnost in izboljša razumevanje matematičnih pojmov (Cheng, 2016) in (Calao, in drugi, 2015). Glede na to je smiselno, da učenci tudi pri pouku matematike sestavljajo programe. Ti morajo biti skrbno izbrani, in sicer tako da učenci ob sestavljanju programa uporabljajo znanje, ki so ga pridobili pri pouku matematike. Sestavijo lahko npr. program, v katerega vnesemo dolžino in širino pravokotnika, izpišeta pa se obseg in ploščina tega pravokotnika. Na predstavitvi bomo prikazali več možnih primerov vključevanja programiranja v pouk matematike.

Druga možnost uporabe programiranja in orodja Scratch pri matematiki je nazornejši prikaz nekaterih matematičnih pojmov. V ta namen lahko učitelj sestavi program in ga uporabi v razredu. Na predstavitvi bo prikazanih več primerov, eden izmed njih je program, ki je učencem v pomoč pri razumevanju povezave med pojmom statistična in matematična verjetnost.

Orodje Scratch je smiselno vključevati v pouk matematike, saj se ga učenci hitro naučijo uporabljati, sintaktičnih napak ni, obstaja pa že veliko primerov dobre prakse integracije programiranja v pouk matematike. Smiselna raba Scratcha pri matematiki izboljšuje tudi zmožnost reševanja problemov (Calder, 2010).

**Ključne besede:** programiranje, Scratch, matematika

### **Abstract**

We are living in an information society in which students should be able to fully participate, and be creative and efficient in the use of new technologies after leaving secondary school. Solving problems by using the Scratch tool increases the activity of students and improves their understanding of mathematical concepts. With this in mind, it is relevant that students create programs during Maths lessons as well.

Scratch is a good choice, since students quickly learn how to use it. There are no syntax errors, but there are already many good practice examples of integrating programming into Mathematics.

**Keywords:** programming, Scratch, Mathematics

### **Viri**

1. Calao, L. A. idr. (2015): Developing Mathematical Thinking with Scratch, An Experiment with 6th Grade Students. Springer. [Elektronski] 2015.  
[https://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=24&ved=0ahUKEwj6zMr9kMHPAhVNOMAKHR6\\_A-I4FBAWCDlwAw&url=http%3A%2F%2Fwww.springer.com%2Fcd%2Fcon](https://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=24&ved=0ahUKEwj6zMr9kMHPAhVNOMAKHR6_A-I4FBAWCDlwAw&url=http%3A%2F%2Fwww.springer.com%2Fcd%2Fcon)

[tent%2Fdocument%2Fcda\\_downloaddocument%2F9783319242576-c2.pdf%3FSGWID%3D0-0-45-1544771-p177698665&.](#)

2. Calder, N. (2010): Using Scratch: An Integrated Problem solving Approach to Mathematical Thinking. ERIC. [Elektronski] 2010.  
<http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ906680.pdf>.
3. Cheng, H. (2016): Teaching math with computer programming can help narrow achievement gap. EdSource Highlighting Strategies for Student Success. [Elektronski] 4. oktober 2016. <https://edsources.org/2016/teaching-math-with-computer-programming-can-help-narrow-achievement-gap/563371>.
4. Ferrari, A. (2013): DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe. European Commission: Joint Research Centre. [Elektronski] avgust 2013.  
<http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC83167.pdf>.

# MATEMATIKA V KOZARCU PIVA

## Maths in a Glass of Beer

Goran Bezjak, Jerneja Bone

[goran.bezjak@zrss.si](mailto:goran.bezjak@zrss.si) [Jerneja.Bone@zrss.si](mailto:Jerneja.Bone@zrss.si)

Zavod RS za šolstvo

### Razširjeni povzetek

Učenje z raziskovanjem zahteva drugačen pristop usvajanja znanja, kot smo ga vajeni. Največkrat na začetku predstavimo teorijo in nato na koncu praktično preverimo teoretične osnove. Pri učenju z raziskovanjem vključimo raziskovalne veščine, ki so opazovanje, postavljanje hipotez, načrtovanje eksperimenta, eksperimentiranje, analiziranje in interpretacija podatkov, razvijanje teorije. Učenje z raziskovanjem omogoča razvijanje veščin, ki so pogosto v učnem procesu zanemarjene ali obravnavane nesistemično. Od učencev pričakujemo, da že imajo usvojene nekatere raziskovalne veščine, čeprav jih v predhodnem učnem procesu niso pridobili. S takšnim pristopom dosegamo splošne cilje, ki so zapisani v učnem načrtu, a vseprevečkrat pozabljamo nanje. Ob primerno izbrani dejavnosti ob splošnih ciljih dosegamo tudi vsebinske cilje predmeta. Pri učenju z raziskovanjem so si medpredmetno podprta področja v podporo, kajti omogočajo razvijanje različnih raziskovalnih veščin in znanj v širšem smislu.

V delavnici bomo življenjsko situacijo (kozarec piva) predstavili v matematični jezik (model). Udeleženci bodo razdeljeni v manjše skupine. Vsaka skupina bo izvedla eksperiment, pri katerem bo merila višino pene piva v odvisnosti od časa ter vrednosti vnesla v preglednico. Ob tem bodo nekatere skupine uporabljale IKT in delale analizo podatkov tudi z računalniškimi orodji. Pri tem bomo razvijali eksperimentalne veščine. Ob analizi pridobljenih podatkov bomo spoznali, da je za znanstveni opis naravnega pojava (izginjanje pene) prvi pogoj postavitve matematičnega modela. Zaradi manjšega ali večjega odstopanja meritev posamezne skupine od matematičnega modela bo to priložnost za prikaz pomena opisa naravnega pojava z matematičnim modelom. V skupinskem delu bomo za izbrani pojav odkrivali matematične zakonitosti, ki jih bomo umestili k ustrezni matematični vsebini. V delavnici bomo tako razvijali večšino skupinskega dela, večšino zajemanja podatkov, večšino obdelave ter analize podatkov, pri čemer bo poudarek na postavitvi matematičnega modela, ki opisuje izbrani pojav. Na koncu bomo delavnico zaokrožili s teoretičnim ozadjem in predstavili nekaj drugih možnih matematičnih funkcij/modelov v vsakdanjem življenju, ki jih je mogoče uporabiti pri učenju z raziskovanjem.

**Ključne besede:** učenje z raziskovanjem, eksperiment, modeliranje

## Abstract

Inquiry-based learning starts with investigating a problem and concludes with a theoretical conclusion. Experimental inquiry skills are often forgotten in a traditional classroom or developed unsystematically and/or taken for granted. With carefully designed activities we not only aim to attain the general curricular goals, but also the content objectives. Cross-curricular topics provide good support to inquiry-based learning because they provide opportunities for acquiring/developing experimental inquiry skills and knowledge in the broad sense. In the workshop we will transfer a real-life situation (a glass of beer) into mathematical language (model). In teams, participants will discover the mathematical laws of the investigated example (loss of beer head) using their research skills.

**Keywords:** inquiry-based learning, experiment, modelling

## Viri

1. Skvarč, M. Bačnik, A. (2011/2012): Raziskovalno – eksperimentalno učenje kot imperativ sodobnega pouka naravoslovnih predmetov. Vzgoja in izobraževanje, Ljubljana. letn. 42/43, št. 6/1, str. 12–18
2. Žakelj, A. (2010): Posodobitve pouka v gimnazijski praksi. Matematika, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.
3. [http://www.tf.uni-kiel.de/matwis/amat/iss/kap\\_2/articles/beer\\_article.pdf](http://www.tf.uni-kiel.de/matwis/amat/iss/kap_2/articles/beer_article.pdf).

# KO INFORMATIKA SREČA MATEMATIKO

## When Informatics Meets Mathematics

Mirko Đukić, prof.

[mirko.dukic@z-ams.si](mailto:mirko.dukic@z-ams.si)

Zavod Antona Martina Slomška Maribor, Škofijska gimnazija A. M. S. Maribor

### Razširjeni povzetek

Prispevek predstavlja medpredmetno orientirano izvajanje pouka informatike, kjer se dijaki ob reševanju "avtentičnih" nalog soočajo z dejstvom, da matematika ni vključena le pri pouku predmeta matematika, temveč se kot temeljno znanje za reševanje problemov nenehno pojavlja tudi v drugih, lahko čisto življenjskih in vsakdanjih situacijah.

Področje, ki ga bomo predstavili in ga na naši šoli medpredmetno izvajamo že nekaj let, je praktična raba preglednic (kamor spada tudi raba funkcij in grafikonov).

Delo poteka za računalniki. Je delno vodeno in po potrebi demonstrirano. Aktivnosti usmerjajo dijaka v samostojno delo in razmišljanje. Pri uri sta prisotna učitelj informatike in učitelj matematike.

Z dijaki si skupaj izberemo enega izmed pripravljenih problemov, ki ga nato dijaki vsak za svojim računalnikom rešujejo. Cilj učne ure je izris grafikona v programu Excel (praviloma Raztresenega (X,Y)). Da do tega pridejo, morajo dijaki premisliti o problemu, izluščiti podatke in jih urediti v tabelo. Nato ugotovijo, da za izris grafikona potrebujejo točke. Naloge namenoma zastavimo tako, da "je treba" izračunati večje ali veliko število točk, za kar potrebujejo predpis, ki ga je mogoče zapisati v obliko (Excelove) funkcije. Tukaj pa se že nahaja tudi matematika. Zanimivo je opazovati dijake, kako sami izpeljujejo enačbo za izračun točke in se praviloma šele kasneje zavejo, da gre za "ta pravo matematiko", npr. za "linearno funkcijo". Ko so točke izračunane, dijaki na osnovi zajetih točk izrišejo grafikon, ga uredijo v smiselno obliko in odčitajo/analizirajo rezultate oziroma ugotovitve.

Pri takšni obliki dela se vloga učitelja spremeni. Učitelj postane moderator in podpornik pri učenju dijakov. Učitelja informatike in matematike namreč v takem primeru več ne predavata, temveč dijake skozi reševanje naloge usmerjata in vodita/jim svetujeta.

Ker dijaki ne prepisujejo s table, hkrati pa nimajo delnih rešitev ali delovnih listov, kamor bi le vpisovali rešitve, morajo problem reševati celostno in v celoti. To jim

omogoči, da ga začutijo in tako pridobijo lastno izkušnjo. Takšno znanje pa je gotovo trajnejše, saj vodi v razumevanje.

Nekaj primerov naslovov "avtentičnih" nalog, ki smo jih že reševali: "Koliko plačujemo za pogovarjanje po mobitelu? Primerjava paketov", "Kdaj se srečata vlak in avto, ki je štartal z zamudo na relaciji MB–LJ", "Modeliranje s potenčno funkcijo", "Živalski maraton" itd.

Med poukom opazamo, da imajo dijaki pogosto težave pri umeščanju temeljnega znanja iz matematike v okvir njim uporabnega znanja. Ugotavljamo pa, da ko se imajo dijaki priložnost lotiti praktičnega dela, med reševanjem problema uporabljajo znanje s področja matematike, česar se pogosto niti ne zavedajo. In ko učitelj naveže njihovo praktično reševanje na teorijo, opazimo, da pogosto pride do "aha" efekta, saj takrat teoretično znanje "prilepijo" na osebno izkušnjo. Takšno znanje, ki ga dijaki pridobijo med učenjem skozi delo, pa je ravno zaradi lastne izkušnje trajnejše.

**Ključne besede:** učenje skozi delo, medpredmetno povezovanje, učenje, usmerjeno v dijaka

### Abstract

The article presents cross-curricular oriented implementation of Informatics lessons, in which students learn through solving authentic problems. While learning, they discover that we can find mathematics in nearly all problem-solving situations.

We will present an example of learning to use MS Excel tables (including functions and graphs). The focus of the article is to present student-centred learning, during which students learn as they solve problems. In this teaching method, the teacher's role is changed. He/she becomes more of a mentor and guide to the students.

**Keywords:** learning-by-doing approach, cross-curricular integration, student-centred learning

### Viri

1. Krajnc R. (2015): Elementi formativnega spremljanja. <https://drive.google.com/file/d/0B9BdPytMjZCTcEEyY1N5Z3VkY1k/view> (5. 9. 2016).
2. Hannafin, M. (2012): Student-Centered Learning. [http://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-1-4419-1428-6\\_173](http://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-1-4419-1428-6_173) (10. 9. 2016).
3. Preskar, S. (2015): Spremljave pouka potrjujejo novo vlogo učiteljev. V: Kaj nam prinaša e-šolska torba. Kranjska Gora.



# MATEMATIČNO MODELIRANJE PRI POUKU FIZIKE

## Mathematical Modelling in Physics Lessons

Anja Jesenek Grašič

[anja.jesenek@scptuj.si](mailto:anja.jesenek@scptuj.si)

Šolski center Ptuj, Strojna šola

### Razširjeni povzetek

Pri pouku fizike večkrat naletimo na probleme, ki jih dijaki z znanjem matematike na srednješolski ravni težko rešijo. Še posebej je ta problem zaznati pri eksperimentalnem pouku fizike, ko imamo opravka z množico meritev, ki jih je treba analizirati v matematičnem smislu. V takih primerih je matematično modeliranje idealna oblika dela, kjer dijaki samostojno raziskujejo in rešujejo problem.

V prispevku je predstavljeno matematično modeliranje s pomočjo kalkulatorja za primer radioaktivnega razpada radioaktivnega izotopa. Število razpadov v odvisnosti od časa je v tem primeru padajoča eksponentna funkcija, ki jo dijaki določijo na podlagi meritev z matematičnim modeliranjem in nato obravnavajo kot realističen matematični problem. Dejavnost se izvaja kot medpredmetno povezovanje matematike in fizike v okviru projektnega tedna na temo Radioaktivnost z dijaki 3. letnika programa Strojni tehnik. Avtorica bo predstavila tudi sorodne primere iz eksperimentalnega pouka fizike, kjer lahko smelo uporabljamo matematično modeliranje kot način reševanja fizikalnega problema.

**Ključne besede:** matematično modeliranje, medpredmetno povezovanje, fizikalni eksperimenti

### Abstract

In Physics lessons we often encounter a problem that the students cannot solve with the knowledge of Mathematics at secondary school level. This problem occurs especially in Experimental Physics lessons when we are dealing with a multitude of measurements that need to be analysed in a mathematical sense. In such cases, mathematical modelling is the ideal form in which students can independently explore and solve the problem.

The paper presents mathematical modelling using a calculator on the example of the radioactive decay of a radioactive isotope. The number of decays as a function of time is in this case a decreasing exponential function and students can determine it on the basis of measurements using mathematical modelling. This activity is carried out as a cross-curricular integration of Mathematics and Physics under the Radioactivity Project Week with 3rd-year students of the

Mechanical Technician programme. The author will also present similar examples in Experimental Physics, where you can use mathematical modelling to solve physical problems.

**Keywords:** mathematical modelling, cross-curricular integration, Experimental Physics

#### **Viri**

1. Half-life of Barium-137m [online]. [Citirano 23. 3. 2016; 21:30]. Dostopno na spletnem naslovu:  
[http://bccp.berkeley.edu/o/Academy/pdfs/Half\\_Life\\_of\\_Barium.pdf](http://bccp.berkeley.edu/o/Academy/pdfs/Half_Life_of_Barium.pdf).

# ARITMETIČNO ZAPOREDJE NA DRUGAČEN NAČIN

## Arithmetic Sequence in a Different Way

Natalija Ručigaj

[natalija.resnik1@quest.arnes.si](mailto:natalija.resnik1@quest.arnes.si)

Srednja šola Domžale, Poklicna in strokovna šola

### Razširjeni povzetek

V prispevku predstavljam izpeljane ure pouka, kjer dijaki programa tehnik računalništva spoznavajo in utrjujejo pojme iz aritmetičnega zaporedja. Za izvedbo timske ure sva se s kolegom odločila, ker sva ugotovila, da se najina predmeta v tem sklopu prepletata in bi bilo dijakom lažje, če vsebine poučujeva skupaj. Gre za medpredmetno sodelovanje, pri čemer je skupna ideja, izvedba oziroma postopek pri matematiki pa se razlikuje od tistega pri UPN (Upravljanje s programirljivimi napravami). Toda rezultat je vedno enak ali z drugimi besedami - z enim postopkom preverimo rešitev drugega.

Mnogi dijaki me pogosto sprašujejo, zakaj moramo imeti toliko ur matematike. To vprašanje ponuja vedno drugačne odgovore. Pomembno je razumevanje, ki omogoča uporabo matematičnih idej pri podobnih primerih in v novih situacijah. (Cotič, 2010: 266). Če želimo učinkovito opismenjevati, moramo učence usklajeno vključevati v uporabo matematičnih pojmov in algoritmov tudi pri drugih predmetih. (Cotič, 2010: 267)

Izhajam iz ideje, da lahko za določeno nalogo napišemo dva različna algoritma oziroma postopka. Dve uri sva s kolegom izvedla z dijaki 3. letnika programa tehnik računalništva v računalniški učilnici. Vsebina timske ure je bila aritmetično zaporedje. Preden sva začela obravnavati temo v razredu, sva naredila podroben načrt, kjer sva določila najini vlogi v razredu.

Dijaki so morali najprej razmisliti o samem algoritmu programa. Na podlagi njihovih rezultatov smo nalogo rešili še matematično. Najprej smo si pomagali s tabelo, potem pa zapisali osnovno formulo za poljuben člen v aritmetičnem zaporedju. Dijaki so morali matematično rešiti kvadratno enačbo ter ugotoviti, da je zaporedje funkcija iz množice naravnih števil v množico realnih števil.

Pri programiranju so dijaki dobili rezultat tako, da so zapisali program ter ga tudi preizkusili. Pri matematiki pa so morali znati reševati še linearno neenačbo ter pravilno ugotoviti rešitev.

Za domačo nalogo so dijaki dobili nalogo iz padajočega zaporedja.

Nalogo so morali rešiti na dva različna načina. Zanimalo me je :

- kateri način je zanje hitrejši,
- za kateri način so se najprej odločili ter zakaj in
- kakšno oceno imajo pri matematiki in programiranju.

Ker sem želela, da dijaki usvojijo cilje aritmetičnega zaporedja, si je vsak izbral še svojo nalogo ter jo rešil na oba načina. V naslednjih urah je moral vsak dijak predstaviti svojo nalogo ter jo razložiti.

Večina dijakov se je najprej odločila za programiranje, ker računalnik izvaja računske operacije namesto njih. Lažje in bolj praktično jim je uporabiti logiko in jo ubesediti v programski jezik kot pa računati po formuli. Ocene pri obeh predmetih so podobne. Ker je imel vsak dijak še svojo predstavitev, so dijakom naloge iz zaporedja postale bolj razumljive. Dijaki so bili po izvedeni uri zelo zadovoljni.

Timsko poučevanje se mi zdi dobrodošla posodobitev pouka, potrebno pa je veliko medsebojnega prilagajanja. Za uspešno timsko poučevanje je smiselno, da učitelji takšne ure nadaljujemo tudi v prihodnje, ker lahko svoje delo in komunikacijo v razredu nadgradimo ter izvajamo v novih situacijah. Potrebna pa je sprotna evalvacija našega dela in predvidenih ciljev, ki naj bi jih dijaki usvojili.

**Ključne besede:** povezovanje znanj, aritmetično zaporedje, srednje tehniško izobraževanje

#### **Abstract**

The paper presents the implementation of lessons in which students of the Computer Technician programme learn and consolidate the terms of the arithmetic sequence. My colleague and I have decided to carry out a team lesson because we have found that our subjects are closely intertwined in this topic and that it would be easier for the students if we introduced it together. It is an example of cross-curricular integration with a common idea, but in which the execution or procedure in Mathematics differs from that of "UPN" (Management of Programmable Devices). However, the result is always the same, or in other words – through one procedure one can verify the solution of another procedure.

**Key words:** linking knowledge, arithmetic sequence, secondary technical education

#### **Viri**

8. Cotič, M. (2010): Sodobna pedagogika 1/2010, 264-282.
9. Magajna Z. (2006): Razvoj pouka matematike v poklicnih in srednjih strokovnih šolah, Matematika v šoli, Vol. 12, No. 3-4, str. 144-164.
10. Rojko, C. et al. (2007): SSI. Katalog znanja. Matematika. Ljubljana [http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2009/programi/drugi\\_del/Ssi/KZ-1K/KZ\\_MAT\\_SSI\\_383\\_408.pdf](http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2009/programi/drugi_del/Ssi/KZ-1K/KZ_MAT_SSI_383_408.pdf) (5. .9. 2016)
4. Katalog znanja: Upravljanje s programirljivimi napravami [http://www.cpi.si/files/cpi/userfiles/Datoteke/kurikulum/Programoteka/07-08/Tehnik-racunalnistva-SSI/SSI\\_Tehnik\\_racunalnistva\\_KZ\\_Upravljanje\\_s\\_programirljivimi\\_napravi.doc](http://www.cpi.si/files/cpi/userfiles/Datoteke/kurikulum/Programoteka/07-08/Tehnik-racunalnistva-SSI/SSI_Tehnik_racunalnistva_KZ_Upravljanje_s_programirljivimi_napravi.doc) (5. 9 .2016).

# STALIŠČA SLOVENSКИH IN HRVAŠKIH UČITELJEV O RAZLIKAH MED KURIKULARNIMI MATEMATIČNIMI VSEBINAMI

## Opinions of Slovenian and Croatian Teachers on Differences in Mathematics Curriculum Contents

Mag. Mateja Sabo

[matejasabo88@gmail.com](mailto:matejasabo88@gmail.com)

Prva privatna gimnazija s pravom javnosti Varaždin

### Razširjeni povzetek

Čeprav učni načrti predstavljajo osnovo učnega procesa in o njih širša javnost večkrat razpravlja, pa je raziskave o stališčih učiteljev matematike težko najti. V naši raziskavi (Sabo, 2016) smo najprej želeli ugotoviti, kakšne so razlike v učnih načrtih osnovnih in srednjih šol sosednjih držav, tj. Slovenije in Hrvaške. Na temelju več dokumentov smo primerjali potek izobraževanja v obeh državah s poudarkom na matematiki, in sicer v predšolskem in osnovnošolskem izobraževanju, v gimnazijah in vse do študija matematike. Ena izmed večjih razlik je obstoj naravoslovno-matematičnih gimnazij na Hrvaškem, česar v Sloveniji ne poznamo. Posebno pozornost smo namenili učnim načrtom iz matematike v osnovnih šolah in gimnazijah; podrobno smo jih primerjali in prikazali razlike, ki so se pojavile med njimi. Ugotovili smo, da je v slovenskih učnih načrtih za osnovno šolo in gimnazijo več vsebin kot v hrvaških (pretežno gre za vsebine iz sklopa Druge vsebine) in da se nekatere vsebine v Sloveniji v osnovni šoli obravnavajo z mlajšimi učenci kot na Hrvaškem.

Na splošno pa lahko trdimo, da so hrvaški učni načrti nekoliko zahtevnejši od slovenskih, abstraktne vsebine vključujejo prej in zato jih v gimnaziji lahko tudi nadgradijo. Na Hrvaškem že v osnovni šoli npr. obravnavajo vektorje, ki jih tudi seštevajo in odštevajo, obrestni račun in tri osnovne konstrukcije trikotnika, v gimnaziji so vključene npr. prostornine presekanih teles, trigonometrične enačbe in matrike. V Sloveniji pa med vsebinami, ki jih ni v hrvaškem učnem načrtu, prevladuje statistika, obravnavamo pa tudi npr. polinomske neenačbe, česar na Hrvaškem ni. Primerjali smo tudi uspehe držav na najbolj znanih matematičnih tekmovanjih: Srednjeevropska matematična olimpijada, Evropski matematični kup in Internacionalna matematična olimpijada. Ugotovili smo, da je Hrvaška tista, ki dosegla boljše rezultate. Nato pa smo se osredotočili na mnenja tistih, ki so neposredno vključeni v izobraževalni proces, to so seveda učitelji oz. profesorji matematike. Da smo ugotovili, kakšno je stališče osnovno- in srednješolskih učiteljev glede matematičnih učnih načrtov bodisi v Sloveniji bodisi na Hrvaškem, smo izvedli anketo. V našem primeru smo izdelali dve

anketi. Eno za hrvaške učitelje/profesorje matematike in eno za slovenske učitelje/profesorje matematike. Namen ankete je bil, da spoznamo mnenja in stališča učiteljev o učnih načrtih, o njihovem zaznavanju težavnosti matematike v šolah, kjer poučujejo, ter mnenje o smiselnosti vključitve vsebin, ki so bile zaznane kot razlike med učnima načrtoma, v učni načrt dane države. Anketi sta vsebovali podobna vprašanja, prilagojena razlikam v učnih načrtih, ter enaka vprašanja, ki so nam omogočila, da spoznamo in primerjamo njihova stališča. Zbrali smo 105 anket, ki so jih izpolnili slovenski anketiranci, in 111 anket, ki so jih izpolnili hrvaški. Pridobljene rezultate smo primerjali ter prišli do nekaterih zelo zanimivih ugotovitev, npr. da so hrvaški učitelji tako v osnovnih šolah kot v gimnazijah bolj zainteresirani za spremembe matematičnih učnih načrtov kot pa njihovi stanovski kolegi v Sloveniji. Zanimiva je bila ugotovitev, da slovenski učitelji menijo, da je težavnost matematike v osnovnih šolah precej zahtevna, nasprotnega mnenja pa so učitelji na Hrvaškem, ki menijo, da so učni načrti primerno zahtevni. Po drugi strani pa se učitelji v srednjih šolah tako v Sloveniji kot na Hrvaškem strinjajo, da je težavnost primerna. Tako eni kot drugi so dodatno mnenja, da je težavnost na relativno visoki ravni. Prav tako so slovenski učitelji imeli precej več komentarjev in predlogov, kako bi lahko izboljšali matematične učne načrte.

**Ključne besede:** primerjalna analiza, Slovenija, Hrvaška

### **Abstract**

We wanted to discover the real differences between the two neighbouring countries. Our focus was on the views and opinions of teachers. We compared the course of education in both countries, focusing on Mathematics. We paid special attention to the Mathematics curriculum in primary and secondary school. We conducted a survey among Math teachers in Slovenia and Croatia. Using the survey results, we compared their views and reached a few interesting conclusions, such as that Croatian teachers are more open to change in the Mathematics curriculum than Slovenian teachers.

**Keywords:** comparative analysis, Slovenia, Croatia

### **Viri**

1. Sabo, M. (2016): Stališča slovenskih in hrvaških učiteljev o razlikah med kurikularnimi matematičnimi vsebinami v obeh izobraževalnih sistemih. Magistrsko delo, Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko.

# MATEMATIKA KOT DEL KOGNITIVNEGA TRENINGA

## Mathematics as a Part of Cognitive Training

Karmen Hebar

[karmen.hebar@guest.arnes.si](mailto:karmen.hebar@guest.arnes.si)

Zavod Antona Martina Slomška Maribor, Škofijska gimnazija Antona Martina Slomška

### Razširjeni povzetek

Dijaki pogosto sprašujejo o uporabnosti matematike v realnem življenju. Sama imam vedno pripravljeno množico odgovorov. A kljub temu sem še vedno prijetno presenečena nad odkrivanjem novih področij uporabe. Eno takšnih je tudi področje zdravja. Namen prispevka je ozaveščanje o uporabnosti in koristnosti matematike in logike za (mentalno) zdravje. Predstavila bom pripravo, izvedbo in evalvacijo delavnice kognitivnega treninga, ki je nastala kot nadgradnja sklopa učnih ur krožka »Logika in razvedrilna matematika«. Poimenovali smo jo »Možganski trening«. Delavnico smo, v povezavi s prostovoljskim krožkom, večkrat izvedli v praksi. Udeleženci delavnice so bili posamezniki različnih starostnih skupin (starostniki, starši dijakov, obsojenci v mariborskih zaporih ter osnovnošolci) ter dijaki, ki so bili hkrati udeleženci in izvajalci. Delavnica je primer združitve učenja matematike z družbeno koristnim delom v zunajšolskem prostoru. Je primer medpredmetnega povezovanja matematike, logike, biologije, slovenščine in (nevro)psihologije. Lahko se jo izvaja kot krožek, delavnico v različnih akcijah (npr. medgeneracijskega sodelovanja) ali kot projektno delo.

Kognitivni trening je vsaka mentalna aktivnost, ki pripomore k ohranjanju ali izboljšanju izvršilnih funkcij (spomina, pozornosti, mišljenja, sklepanja in presojanja, zaznavnih sposobnosti, reševanja problemov). Uporablja se ga kot eno od (univerzalnih) preventivnih dejavnosti za demenco in kot del rehabilitacije po poškodbah glave ali po kapi. Kognitivni trening demence ne preprečuje, pripomore pa k zmanjšanju kognitivnega upada, ki je eden od simptomov demence, in s tem posledično k zakasnitvi demence (Woods, Aguirre, Spector in Orrell, 2012). Uporablja se ga tudi pri delu z otroki, in sicer z namenom zmanjševanja specifičnih emocionalnih, vedenjskih in učnih težav (Karch, Albers, Renner, Lichtenauer in von Kries, 2013). In kaj imata skupnega kognitivni trening in matematika? Matematične in logične naloge se, poleg drugih aktivnosti (kot sta npr. branje ali igranje instrumenta), vključuje v kognitivni trening. Delavnica »možganskega treninga« sestoji iz matematičnih in logičnih ugank, številskih in besednih križank, sestavljanj, računskih nalog, nalog mentalnih rotacij ter didaktičnih in socialnih iger z matematično vsebino. Delavnica nudi priložnost za učenje tako dijakom kot ostalim uporabnikom.

Prilagoditev njihovim sposobnostim je omogočena z izbiro nalog različnih težavnostnih stopenj. V prvem delu delavnice sta udeležencem predstavljena pomen in vloga matematike pri kognitivnem treningu, vključno z njegovimi učinki. Predstavljeni so možganski predeli in izvršilne funkcije, ki se ob reševanju specifičnih matematičnih in logičnih nalog najbolj aktivirajo. Izvedenih je nekaj socialnih iger ter nalog na temo spomina, pozornosti in mentalnih rotacij. V drugem delu delavnice udeleženci rešujejo matematične in logične naloge v dvojicah (dijak in uporabnik) ali pa v manjših mešanih skupinah. Dijaki ob reševanju nalog uporabnikom po potrebi pomagajo z dodatno razlago navodil, jih vodijo, spodbujajo pri reševanju in jih učijo strategije reševanja. Ob tem utrjujejo že usvojeno matematično znanje in metakognitivne spretnosti ter pridobivajo nova znanja in izkušnje (komunikacijske, ustvarjalne, socialne). V delavnico se lahko vključi tudi dijake, ki nimajo nujno visokih učnih dosežkov pri matematiki. Menim, da lahko tovrstna uporaba (učenja in poučevanja) matematike v praksi, ki dijakom nudi drugačno učno izkušnjo, pripomore k zviševanju občutkov samokompetentnosti, samoučinkovitosti ter k večji motiviranosti za matematiko. Ali pa vsaj k zmanjševanju morebitnih prepričanj o njeni neuporabnosti ter posledično k bolj pozitivnemu odnosu do matematike. Učenje z družbeno koristnim delom Furco (2013) vidi tudi kot priložnost za avtentično učenje, aktivno angažiranje, vzgajanje sodelovanja, razširjanje obzorij in kot priložnost za vzgojo vrednot (ob izkušanju občutkov koristnosti in zadovoljstva). Ob osmišljanju učenja v praksi je tudi večja verjetnost, da bodo dijaki znanje ponotranjili, kar bi po mnenju Žakljeve (2011) lahko vodilo k višjim učnim dosežkom. Učiteljem poznavanje omenjenih dejstev o pomenu matematike in logike za zmanjšanje kognitivnega upada in s tem posledično za (mentalno) zdravje lahko služi kot še en argument o uporabnosti matematike in logike v realnih življenjskih situacijah.

**Ključne besede:** matematika, logika, kognitivni trening

### **Abstract**

The purpose of the workshop is to present two periods of the "Logic and Entertaining Maths" club and their use in real-life situations. This has already been carried out under the Intergenerational Cooperation project, where students gained different experiences in learning Mathematics, as well as insight into its benefits in practice. Mathematical and logical tasks were included in cognitive training to boost executive functions (attention, memory, reasoning), as part of activities for dementia prevention. Such workshop is an example of a cross-curricular link between Mathematics, Biology, Slovenian language, Psychology, and (Neuro)Psychology.

**Keywords:** Mathematics, logic, cognitive training



## **Viri**

1. Furco, A. (2013): Skupnost kot vir učenja: analiza učenja z družbenokoristnim delom v osnovnem in srednjem izobraževanju. V: H.Dumont, D.Istance in F.Benavides (ur.), O naravi učenja. Uporaba raziskav za navdih prakse. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.
2. Karch, D., Albers, L., Renner, G., Lichtenauer, N., von Kries, R. (2013): The Efficacy of Cognitive Training Programs in Children and Adolescents. *Deutsches Arzteblatt*, 110 (39), str. 643–652.
3. Woods, B., Aguirre, E., E Spector, A., Orrell, M. (2012): Cognitive stimulation to improve cognitive functioning in people with dementia. *Cochrane Library*, 2, str. 1–77.
4. Žakelj, A. (2011): Razvijanje matematične pismenosti skozi reševanje problemov. V: Razvijanje različnih pismenosti. Koper: Univerzitetna založba Annales.

# MATEMATIKA PRI POUKU TUJEGA JEZIKA

## Mathematics in Foreign Language Teaching

Dr. Alenka Lipovec, dr. Martina Rajšp, dr. Alja Lipavic Oštir

[alenka.lipovec@um.si](mailto:alenka.lipovec@um.si) [martina.rajsp@um.si](mailto:martina.rajsp@um.si) [alja.lipavic@um.si](mailto:alja.lipavic@um.si)

Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta Maribor, Univerza v Mariboru,  
Filozofska fakulteta Maribor

### Razširjeni povzetek

Pri pouku tujega jezika se tudi v Sloveniji vse bolj uveljavlja pristop CLIL (ang. Content Language Integrated Learning), ki predvideva usvajanje jezikovnih kompetenc skozi usvajanje nejezikovnih (v našem primeru matematičnih) kompetenc. Žal se vse prevečkrat dogaja, da je matematika v tujem jeziku omejena na poučevanje izrazov za števila in osnovne računske operacije v tujem jeziku, čeprav lahko npr. četrtošolci kombinirajo angleščino kot jezik sporazumevanja in matematiko pri reševanju matematičnih problemov že po petih polurnih lekcijah (Figueiredo Alvarenga, 2012). Uspešnost pristopa potrjuje vrsta raziskav (prim. delni pregled pri Sylven in Thompson, 2015). Jäppinen (2006) ugotavlja, da imajo mlajši učenci sicer nekaj težav z zelo abstraktnimi koncepti, a so proceduralno in konceptualno boljši od kontrolne enojezične skupine. Znano je, da učitelji, ki učijo po pristopu CLIL, uporabljajo bolj interaktivne tehnike poučevanja (Novotná in Moraová, 2005) in se tudi v splošnem zavedajo, da je potrebna sprememba paradigme poučevanja (Lyster in Ballinger, 2011; Rajšp, Lipavic Oštir in Lipovec, 2016).

V Sloveniji so Lipavic Oštir, Lipovec in Rajšp (2015), ki se sicer niso posebej osredotočile na matematiko, potrdile izsledke tujih raziskav, ki kažejo, da so naravoslovno matematične vsebine za CLIL primernejše od družboslovnih vsebin, ki so večkrat obremenjene z besediščem, ki ne ustreza SEJO (Skupni evropski jezikovni okvir) za mlajše učence. Pri izbiri matematičnega problema je seveda treba razen matematično pogojenih zahtev (npr. primerna kognitivna zahtevnost, možnost transfera, možnost diferenciacije itd.) upoštevati tudi primerno jezikovno zahtevnost. Pouk tujega jezika, ki sledi smernicam problemske orientiranosti znotraj CLIL-a, označuje na učenca osredotočen pouk z aktivno vlogo učečega, ki jo dosežemo skozi kognitivne izzive (Lipavic Oštir, Rajšp in Lipovec, 2016), ki jih lahko predstavljajo matematični problemi. Trenutna zakonodaja v Sloveniji (Zakon o rabi slovenskega jezika) praviloma ne dopušča uvajanja CLIL-a v okviru nejezikovnih predmetov, torej razmišljamo predvsem o uvajanju CLIL-a v okviru pouka tujih jezikov. To predvidevata tudi nova učna načrta za prvi tuji jezik (2013) in drugi tuji jezik (2013) v osnovni šoli. Pregled učnih gradiv za pouk tujega jezika v tujini (Banegas, 2014) in v Sloveniji (Lipavic Oštir, Lipovec in Rajšp, 2015) kaže, da so gradiva večkrat kognitivno

premalo zahtevna, zaradi česar prihaja do t. i. kognitivnega poniževanja učencev, ki posledično vodi v upad motivacije. Matematični problemi lahko pomagajo izboljšati položaj. V prvih urah pouka tujega jezika se npr. učenci učijo predstavljati. To situacijo lahko preoblikujemo v problem rokovanja. Iskanje matematičnih problemov, ki so primerni za metodo CLIL, lahko predstavlja celo izkušenemu učitelju matematike izziv, kajti razen na kognitivno zahtevnost mora biti pozoren tudi na besedišče. Problemi, ki vsebujejo matematično terminologijo (npr. krožnica, zaporedja, ulomki), niso najbolj primerni za pouk tujega jezika, dokler jih ne preoblikujemo v jezikovno ustrežnejše probleme. Krožnico tako npr. »preimenujemo« v rob okrogle grede z rožami, Fibonaccijevo zaporedje prikažemo z uporabo Fibonaccijeve ure, ulomki predstavljajo dele ure. Nekateri matematični problemi, npr. volk, koza in zelje, problem Montyja Halla ali problem königsberških mostov, so izvrsten vir kognitivno primerno zahtevnih problemov za pouk tujega jezika, saj jezikovne kompetence razvijamo, če le izberemo primeren kontekst. Da to dosežemo, je nujno tesno sodelovanje med učiteljema matematike in tujega jezika. Menimo, da lahko ob upoštevanju zgoraj zapisanih omejitev vključevanje matematičnih problemov v pouk tujega jezika učinkovito dvigne motivacijo učencev in pripomore k razvoju tako matematične kot jezikovne kompetence.

**Ključne besede:** CLIL, problemsko orientiran pristop, zgodnje učenje in poučevanje

### **Abstract**

The merger of the CLIL approach with the problem-oriented approach fulfils many contemporary educational demands in early foreign language learning and teaching. Problem-oriented CLIL is highlighted particularly since foreign language classes based on the guidelines of a problem-oriented approach within CLIL represent student-centred classes that actively engage the learners by means of cognitive challenges in the form of problems which are appropriate for the respective stages of development. The learning and teaching of Mathematics is usually characterised by solving problems; therefore, mathematical problems provide a cognitively suitable content core for this amalgam. Additionally, different realistic contexts can underpin mathematical problems. However, limitations regarding the early learner's language knowledge have to be respected when choosing the appropriate mathematical problem.

**Keywords:** CLIL, problem-oriented approach, early learning and teaching

## Viri

1. Banegas, D. L. (2014): An investigation into CLIL-related sections of EFL coursebooks: issues of CLIL inclusion in the publishing market. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism* letn. 17, št. 3, str.345–359.
2. Jäppinen, A. K. (2005): Thinking and content learning of mathematics and science as cognitional development content and language integrated learning (CLIL): Teaching through a foreign language in Finland. *Language and Education*, letn. 19, št. 2, str. 148–169.
3. Lipavic Oštir, A., Lipovec, A. in Rajšp, M. (2015): CLIL – orodje za izbiro nejezikovnih vsebin. *Revija za elementarno izobraževanje*, letn. 8, št. 1/2, str. 11–26.
4. Lyster, R. in Ballinger, S. (2011): Content-based language teaching: Convergent concerns across divergent contexts. *Language Teaching Research*, letn. 15, št. 3, str. 279–288.
5. Novotná, J., Moraová, H. (2005). Cultural and linguistic problems in the use of authentic textbooks when teaching mathematics in a foreign language. *ZDM*, letn. 37, št. 2, str. 109–115.
6. Rajšp, M., Lipavic Oštir, A. in Lipovec, A. (2016): Refleksije učiteljev ob poskusnem izvajanju CLIL-a v prvih treh razredih osnovne šole, v *Novodobni izzivi družbe*, v tisku.
7. Sylvé, L. K., Thompson, A. S. (2015): Language learning motivation and CLIL. Is there a connection? *Journal of Immersion and Content-Based Language Education*, letn. 3, št. 1, str. 28–50.

# VKLJUČEVANJE MATEMATIKE V ANGLEŠČINO

## Integrating Mathematical Content into English

Anja Frank

[frank.anja@gmail.com](mailto:frank.anja@gmail.com)

OŠ Dragotina Ketteja, Ilirska Bistrica

### Razširjeni povzetek

V prispevku želim predstaviti učenje in poučevanje angleščine v 1. vzgojno-izobraževalnem obdobju ter vključevanje matematičnih vsebin v pouk angleščine. Osredotočila sem se na sodobne učne pristope, skupinsko delo, aktivne učence in pomembno vlogo učitelja v vzgojno-izobraževalnem procesu. Poučevanje angleščine v 1. triletju. Kako se učiti angleščine v šoli, kako poučevati angleščino učence 1. triletja: priporočil, napotkov, usmeritev in primerov dobre prakse je veliko. Poudarek je na ciljih sporazumevalnih zmožnosti, ki so prepleteni, soodvisni in se največkrat razvijajo in uresničujejo celostno v odprtem didaktičnem pristopu. V tujem jeziku s pomočjo opazovanja, primerjanja, sklepanja, razčlenjevanja, urejanja, razvrščanja z lastnim raziskovanjem in odkrivanjem učenci dosegajo tudi cilje drugih učnih predmetov (članice delovne skupine za pripravo učnega načrta Katica Pevec Semec idr., 2013, str. 8). Ko govorimo o posebni didaktiki poučevanja tujih jezikov v 1. vzgojno-izobraževalnem obdobju, govorimo predvsem o integriranem učenju tujih jezikov, za katerega v strokovni literaturi uporabljajo tudi izraz CLIL (Content and Language Integrated Learning). Tak pristop učenca nagovarja celostno, saj mu omogoča (samo)uresničevanje, usvajanje novih nejezikovnih vsebin oziroma nadgradnjo obstoječih in pridobivanje (tuje)jezikovnih znanj. Poudarek je na jezikovnih in predmetnih ciljih in vsebinah ter jezikovnih standardih. Integrirani pouk pomeni, da se pouk vsebinsko povezuje z drugimi predmeti, a je v ospredju pridobivanje jezikovnih ciljev (prim. Jazbec, Pižorn, Dagarin Fojkar, Pevec Semec in Šečerev, 2010, str. 38, 39).

Matematične vsebine pri urah angleščine: pokazalo se je, da je matematika zanimiva in večina matematičnih vsebin v 1. triletju je primernih za vključevanje v pouk angleščine. Matematične vsebine učenci usvojijo v maternem jeziku in jih nato lahko ponovijo, dopolnijo, nadgradijo še v tujem jeziku, zato je potreba po povezovanju predmetov in učiteljev, ki poučujejo v 1. vzgojno-izobraževalnem obdobju, nujna. Načrtovanje ur pouka poteka timsko, in sicer v sodelovanju z razredničarkami, s katerimi skupno izpostavimo pomembnost posameznih matematičnih vsebin. Učenci tako dosegajo cilje matematike in angleščine ter razvijajo zmožnost reševanja problemskih situacij. Poznati je treba načela zgodnjega poučevanja, pa tudi otrokovo razvojno stopnjo ter njegovo primarno potrebo po igri in gibanju, kar zagovarjajo sodobni pristopi

poučevanja tujega jezika in matematike. Matematične vsebine niso prikazane na abstraktnem nivoju, ampak jih velikokrat podkrepimo z različnimi ponazorili, gibi in gibalnimi igrami ter tako omogočim učencem celostno učenje in učenje skozi različne kanale (slušno, vidno, gibalno itd.). Matematika v prvem trilettju temelji predvsem na konkretnem izkustvu oziroma na izkušnjah učencev. Po načelih sodobnega celostnega poučevanja naj bi vključevala problemski pristop, upoštevala naj bi otrokovo razvojno stopnjo pri reprezentacijah matematičnih pojmov ter bila učencem v izziv. Velik poudarek je na skupinskem delu, saj skupinski pouk spodbuja sodelovanje in strpnost. Pomembno je načelo postopnosti, ki ga zagotovimo in uresničimo s postopnostjo vpeljave matematičnih pojmov, in sicer od konkretnega ponazarjanja prek lastne izkušnje do simbolne ravni. Potrdilo se je, da hkratno doseganje učnih ciljev različnih predmetov učiteljem ponuja možnost načrtovanja raznolikih učnih ur, ki učence motivirajo, da se z zadovoljstvom učijo matematike in hkrati spontano usvajajo tuji jezik. Teorija, strokovna priporočila in smernice so podlaga za dobro delo, niso pa vedno realizirani in udejanjeni v največji možni meri. Zelo veliko težo pri učinkovitosti poučevanja ima učiteljeva osebnost. Dobrega poučevanja ni. So samo dobri učitelji. Z drugimi besedami, poučevanje se uresničuje samo v učiteljih; samo kot tako ne obstaja (J. Richards, 1994, v Cvetek, 2004). Predstavljeni bodo različni primeri dejavnosti obravnavanih matematičnih vsebin v 1. trilettju:

- štetje, primerjanje, branje števil, računske operacije,
- razvijanje prostorskih in ravninskih predstav, opredeljevanje položajev predmeta, premikanje po prostoru po navodilih, geometrijski liki in telesa, ocenjevanje in primerjanje količin,
- razvrščanje, predstavljanje podatkov s tabelami in preglednicami,
- reševanje enostavnih matematičnih problemov, iskanje več možnih rešitev.

**Ključne besede:** učenci 1. VIO, CLIL, angleški jezik

### **Abstract**

Young learners get to know foreign languages in many different ways. Pupils in the first triad are excited about learning English because they learn it as a whole in a cross-curricular way and with emphasis on the contents of other school subjects. The high level of motivation for learning English is ensured and maintained by a deliberate and contemporary didactic approach. One of the most effective language teaching methods is CLIL (Content and Language Integrated Learning), which promotes the teaching of subjects such as Math and Science through a foreign language.

**Keywords:** young learners, CLIL, English language

## Viri

1. Cvetek, S. (2004): Kompetence v poučevanju in izobraževanju učiteljev. Pedagogika, 55 (posebna izdaja), 144–160
2. Jazbec, S. in Lipavec Oštir, A., Pevec Semec, K., Pižorn, K., Dagarin Fojkar, M. in Šečerov, N. (2010): O CLIL-u. V: S. Jazbec, A. Lipavec Oštir, K. Pevec Semec, K. Pižorn, M. Dagarin Fojkar,
3. N. Šečerov (ur.): Pot v večjezičnost – zgodnje učenje tujih jezikov v 1. VIO osnovne šole, zgledi CLIL-a (str. 38–39), Ljubljana: Zavod RS za šolstvo. Pridobljeno s: [www.zrssi.si/pdf/vecjezicnostclil.pdf](http://www.zrssi.si/pdf/vecjezicnostclil.pdf).
4. Pevec Semec, K., Andrin A. idr. (2013): Učni načrt TUJ JEZIK V 2. IN 3. RAZREDU. Ljubljana: Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport : Zavod RS za šolstvo.
5. Koren, L. (2016): Poučevanje, poučevanje na razredni stopnji z angleščino. Vključevanje matematičnih vsebin v pouk angleščine v prvem razredu po metodi CLIL. Magistrsko delo. Pedagoška fakulteta, Ljubljana.
6. Žakelj, A., Prinčič Rohler, A., Perat, Z. idr. (2011): Učni načrt MATEMATIKA. LJUBLJANA. Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport : Zavod RS za šolstvo.

# POJEM ENAKOSTI PRI POUKU MATEMATIKE

## Concept of Equality in Mathematics

Jaka Banko, mag. Mateja Simnik

[jaka.banko@zrss.si](mailto:jaka.banko@zrss.si), [mateja.simnik@zrss.si](mailto:mateja.simnik@zrss.si)

Zavod RS za šolstvo

### Razširjeni povzetek

Učenje matematičnih pojmov poteka prek različnih faz od opazovanja, prepoznavanja, razvrščanja, primerjanja, iskanja protiprimerov do razumevanja in uporabe v različnih matematičnih in nematematičnih situacijah. Učenec izkazuje razumevanje posameznega pojma, če ga zna predstaviti na konkretni ravni, slikovni ravni, z matematičnimi simboli ter ga pisno in ustno opiše ter zna prehajati med vsemi temi reprezentacijami.

V procesu poučevanja in učenja matematike je izjemno pomembno, da ima učenec »veliko možnosti, da s svojimi besedami v pisni ali ustni obliki pojasni svoje razumevanje matematičnih pojmov« (Manfreda Kolar, Pavlekovič, Perič in Hodnik Čadež, 2011, str. 514–515). Pouk matematike, ki temelji na raziskovanju različnih reprezentacij določenega matematičnega pojma in učenca spodbuja, da prehajajo med temi reprezentacijami, je učinkovitejši in omogoča učencem boljše razumevanje matematičnih pojmov kot pouk, ki tega ne omogoča (Duval, 2002; Griffin in Case, 1997; Kaput, 1989; Bieda in Nathan, 2009; Heinze idr., 2009; Hodnik, 2015). V raziskavi (Hodnik Čadež, 2003) so s pomočjo modela reprezentacijskih preslikav potrdili osnovno hipotezo, da učenec, ki popolnoma prehaja med različnimi reprezentacijami izbranega pojma, pojem tudi razume. Matematični pojem *enakost* srečajo učenci že v 1. razredu in ga razvijajo po celotni vertikali. Težave z razumevanjem pojma *enakost* kažejo tudi rezultati raziskave TIMMS 2011, kjer je nalogo  $3 + 8 = \_\_ + 6$  samo 37,0% četrtošolcev rešilo pravilno. Ravno tako se v raziskavi TIMSS za maturante kaže, da dijaki slabše rešujejo naloge z navodilom: »*Katere vrednosti lahko zavzame x v dani enačbi?*«, kjer potem sledijo ponujeni odgovori.

V delavnici bomo pogledali, kako lahko pojem *enakosti* reprezentiramo na različne načine: konkretno, slikovno, simbolno ter jezikovno, kjer je pomembno, kako te različne reprezentacije interpretiramo ter kako prehajamo med njimi. Prikazali bomo različne dejavnosti, kjer uporabimo reprezentacije s tehnicami, statičnimi in dinamičnimi slikami ter simbolnimi in besednimi zapisi, in možna prehajanja med njimi.

**Ključne besede:** enakost, različne reprezentacije



**Abstract**

The understanding of a mathematical concept is demonstrated through a learner's ability to present it at different levels: at a concrete level, through images or graphs, using mathematical symbols, by describing it in writing and orally, and through the ability to make transitions between them. In the workshop we will take a look at how the mathematical concept of equality can be represented in different ways. We will show various activities in which representations of scales, static pictures, and applets, as well as algebraic and verbal expressions, are used. Possible transitions between them will also be demonstrated.

**Keywords:** equality, different representations

**Viri**

1. Devjak B. Saksida I. (2015): Bralna pismenost kot izziv in odgovornost. Pedagoška fakulteta, Ljubljana.
2. Japel Pavešič, B. (2012): Matematične naloge raziskave TIMSS. Pedagoški inštitut, Ljubljana.
3. Besednjak N. idr. (2012): Pogled na reševanje matematičnih nalog TIMSS za maturante. Pedagoški inštitut, Ljubljana.
4. Žakelj, A. idr. (2011): Program osnovna šola. Učni načrt. Matematika. Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.

# OBRAVNAVA KOTOV ZA UČENCE S POSEBNIMI POTREBAMI

## Discussing Angles with Pupils with Special Needs

Petra Premrl

[petrabandelj@gmail.com](mailto:petrabandelj@gmail.com)

Osnovna šola Danila Lokarja Ajdovščina

### Razširjeni povzetek

Otroci s posebnimi potrebami imajo različne motnje in potrebujejo prilagojeno izvajanje programov VIZ z dodatno strokovno pomočjo. Izobraževanje takih učencev se izvaja v skladu z Zakonom o usmerjanju otrok s posebnimi potrebami in predpisi, ki urejajo to področje izobraževanja. Otroci z motnjami v duševnem razvoju imajo nižjo splošno ali specifično raven inteligentnosti, nižje sposobnosti na kognitivnem, govornem, motoričnem in socialnem področju ter pomanjkanje veščin, kar se odraža v neskladju med njihovo mentalno in kronološko starostjo. Glede na motnje v duševnem razvoju razlikujemo: otroke s težko, težjo, zmerno in lažjo motnjo. Slednji imajo znižane sposobnosti za učenje.

Učenci z lažjimi motnjami v duševnem razvoju imajo v primerjavi z vrstniki drugačno kognitivno strukturo, ki se kaže v omejenih spominskih sposobnostih in splošnem znanju ter bolj konkretnem mišljenju. Zaradi nižjih sposobnosti je omejena njihova sposobnost reševanja problemov. V času šolanja ne dosežejo enakovrednega izobrazbenega standarda kot vrstniki in potrebujejo prilagojene metode dela, zato obiskujejo prilagojene programe VIZ z nižjim izobrazbenim standardom.

Namen projekta: Na OŠ Danila Lokarja imamo oddelek prilagojenega programa z nižjim izobrazbenim standardom, ki ga obiskujejo učenci z lažjo motnjo v duševnem razvoju od 1. do 9. razreda. V omenjenem programu poučujemo učiteljice specialne in rehabilitacijske pedagogike skupaj s predmetnimi učitelji. Z drugimi učitelji in učenci sodelujemo, se med seboj družimo in drug drugemu nudimo pomoč. S takim načinom posredovanja informacij dobimo učitelji med seboj boljši vpogled v sam učni proces tako osnovnošolskega izobraževalnega programa kot prilagojenega programa z nižjim izobrazbenim standardom. Na podlagi tega smo primerjali predmetnik matematike osnovnošolskega izobraževanja in prilagojeni predmetnik matematike prilagojenega programa z nižjim izobrazbenim standardom. Posebej smo se posvetili področju geometrije, natančneje obravnavi kotov. Iz primerjave je razvidno, da se osnovnošolski učenci že v 4. razredu srečajo s pojmom kot, medtem ko se učenci prilagojenega programa z nižjim izobrazbenim standardom s pojmom kot srečajo šele v 6.

razredu. Lipovec (2013, str. 49) navaja, da se kote obravnava v 3 metodičnih korakih: seznanjenost, podobnost in primerjanje ter poglobljanje. Učencem smo želeli čim bolj približati geometrijo oz. *kot*.

To je bilo narejeno s pomočjo metodičnih korakov skozi življenjske situacije in aktivnim vključevanjem otrok v proces učenja. Kote so učenci iskali v življenjskih situacijah (naklon strehe, koti pri urinem kazalcu), posluževali so se video posnetkov z medmrežja - prikaz postopka risanja kotov, poskusili so uporabo aplikacije za merjenje kotov na pametnih telefonih, šolske mize so oblepili z lepilnim trakom ter nato merili kote, s pomočjo slamic/vrvic so oblikovali kote. Pri uri angleščine so poslušali angleško pesem o kotih ter jo nadgradili s plesno koreografijo. Preizkusili so se tudi pri samem poučevanju vrstnikov v nižjih razredih ter jim poskušali razložiti pojem *kot*. V proces učenja so bili tako vključeni življenjski primeri, medpredmetno in vrstniško povezovanje, skupinsko delo, igra, razvijanje ustvarjalnosti in sodelovanje. Uspeh se je pokazal pri povečanem interesu do učenja, ki je posledično pripomogel k uspešnejši zapomnitvi. S tem so učenci spoznali smiselnost učenja kotov pri matematiki.

**Ključne besede:** otroci s posebnimi potrebami, kot, kot skozi življenjske primere

### **Abstract**

Very early in life, children come across the term angle, however, not in its mathematical sense. Despite the fact that pupils attending special education programmes discuss angles before entering the 6th grade, where they systematically start to build on their knowledge, they still need to visualise the subject from all perspectives, since they are often faced with inadequate spatial visualisation skills, problems with fine motor skills, difficulties with handling geometric tools, and poor vocabulary. The usefulness of mathematical knowledge attributes to better socialisation; furthermore, experiencing success in Mathematics gives pupils greater self-esteem. The purpose of my project is to bring geometry, or more specifically angles, closer to the pupils by showing them everyday situations, and at the same time actively include them into the learning process by showing them different ways of presenting information. With this approach, our pupils acquired mathematical concepts faster and were more successful at learning and memorising.

**Keywords:** children with special needs, angle, angles in everyday situations

### **Viri**

1. Izobraževanje otrok s posebnimi potrebami. Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport:  
[http://www.mizs.gov.si/si/delovna\\_podrocja/direktorat\\_za\\_pedsolsko\\_vzgojo\\_in\\_osnovno\\_solstvo/izobrazevanje\\_otrok\\_s\\_posebnimi\\_potrebami/](http://www.mizs.gov.si/si/delovna_podrocja/direktorat_za_pedsolsko_vzgojo_in_osnovno_solstvo/izobrazevanje_otrok_s_posebnimi_potrebami/)

2. Program osnovna šola. Učni načrt. Matematika. Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport:  
[http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni\\_UN/UN\\_matematika.pdf](http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_matematika.pdf) (dosegljivo 9. 9. 2016).
3. Osnovno šolstvo. Prilagojen izobraževalni program devetletne osnovne šole z nižjim izobrazbenim standardom, 2014. Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport:  
[http://www.mizs.gov.si/si/delovna\\_podrocja/direktorat\\_za\\_pedsolsko\\_vzgojo\\_in\\_osnovno\\_solstvo/izobrazevanje\\_otrok\\_s\\_posebnimi\\_potrebami/programi/](http://www.mizs.gov.si/si/delovna_podrocja/direktorat_za_pedsolsko_vzgojo_in_osnovno_solstvo/izobrazevanje_otrok_s_posebnimi_potrebami/programi/) (dosegljivo 9. 9. 2016)
4. Učni načrt za prilagojen program z nižjim izobrazbenim standardom. Matematika. Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport: (dosegljivo 9. 9. 2016)
5. Suban M., Kmetič, S. [ur]. (2013): Posodobitve pouka v osnovnošolski praksi matematika. Zavod RS za šolstvo. Ljubljana.

# DOBRO BRANJE ZA USTREZNO MATEMATIČNO ZNANJE

## Good Reading Skills for Appropriate Mathematical Knowledge

Mihaela Janc  
[misajanc@gmail.com](mailto:misajanc@gmail.com)  
OŠ Beltinci

### Razširjeni povzetek

Kljub temu da živimo v dobi digitalne tehnologije, nas branje še vedno spremlja na vsakem koraku in je ključen dejavnik pri uspešnem učenju ter nadaljnjem poklicnem razvoju. Torej je branje nujno potrebno, da v življenju normalno delujemo. Na uspešno branje pa vplivajo številni dejavniki, ki jih učitelji moramo poznati. Pri vseh predmetih, kjer so naloge oz. problemi zapisani v obliki besedila, tako seveda tudi pri matematiki, se učitelji že dlje časa soočamo s problemom pomanjkanja bralne pismenosti. Besedilne naloge imajo namreč svojo specifikko. Tako ne moremo mimo dejstva, da imajo učenci s težavami z branjem posledično tudi težave z reševanjem besedilnih matematičnih nalog, predvsem tistih, ki vsebujejo veliko besedila in podatkov. Večina avtorjev izpostavlja tri vrste dejavnikov branja, ki vplivajo na branje in se med seboj dopolnjujejo ter povezujejo. To so percepcijski, kognitivni in čustveno-motivacijski dejavniki.

Pri poučevanju v osnovni šoli sem za boljši interakcijski proces med učencem in besedilom razvila specifično bralno strategijo, ki sem jo poimenovala NABUKO (NAjdene Besede Uporabi KOristno). V tej strategiji se prepletajo omenjeni dejavniki branja. Bralna strategija NABUKO je namenjena izostritvi bralne sposobnosti učencev. Najdene besede ali številke nato služijo za reševanje preprostejših matematičnih nalog. Primeri: 1. V stavku poiščite imena živali: kravata je tako zavezana, da je leva stran tanko speta (krava, koza, lev, kos) 2. V stavku poišči številke: spet ni članov za trim (5, 0, 3) 3. Na osnovi vprašanj poiščite besedo z vstavljanjem manjkajočih črk: Š-O-L- v njej se učimo Č-K- - - D- radi jo pojemo U- I- -L- -C- uči v razredu Šola, čokolada, učiteljica Na podlagi odkritih besed ali števil zastavi učiteljica nekaj preprostejših matematičnih nalog. Na primer: Koliko nog imajo tri koze in en kos? Ali ima pet kosov več nog kot štiri krave? Seštej številke v treh besedah. S katero matematično operacijo dobiš število 15, število 8 in število 2? Koliko črk imajo vse tri odkrite besede itd. V drugem delu prispevka je poudarek na reševanju različnih kompleksnejših matematičnih nalog, kjer je več besedila in je treba misliti še bolj logično. Učenci so reševali naloge z več možnimi pravilnimi rešitvami, z različnimi potmi do cilja in s potrebnim kombiniranjem z zastavljenimi podatki. 1. Več možnih pravilnih

rešitev: Primer: Pri igranju pikada sta dva tekmovalca s tremi meti dosegla 10, 5 in 0 dosegla 20 točk. Kako je to možno?  $2 \times 10 + 0 = 20$ ;  $10 + 2 \times 5 = 20$ . Možno je na dva načina 2. En cilj na podlagi več poti: Primer: imamo 9 kroglic, med katerimi je ena težja od ostalih. S pomočjo tehtnice z vzvodom najdi težjo kroglico. Na levo in desno stran tehtnice polagamo enako število kroglic (najhitrejša pot je, če položimo 4 kroglice, najdaljša, če 1 kroglico). 3. Doseganje cilja s kombiniranjem: Primer: Gostilničar ima 3 vrče z volumnom 8, 5 in 3 litre. Prvi vrč z vinom je poln, preostala dva sta prazna. Gostilničar mora natočiti točno 4 litre vina. Kako to stori? Rešitev: Vino pretaka v prazni posodi in nazaj (začetno stanje je 8, 0, 0, končno 4, 1, 3). Učenci so bili pri praktični uporabi strategije NABUKO navdušeni in zelo motivirani. Zlasti so izboljšali sposobnost pazljivega branja in opazovanja. Obogatili so besedišče in uporabili znanje z drugih področij (npr. zoologije). Prisoten je bil pozitiven tekmovalni duh. Z veseljem so tudi reševali in celo sami sestavljali lažje matematične naloge, ki so sledile po bralnih aktivnostih. Strategijo NABUKO sem ustvarila sama in v ustvarjalnem dialogu z drugimi učitelji bomo lažje ocenili njene prednosti in pomanjkljivosti. Več težav so imeli učenci pri reševanju kompleksnejših matematičnih nalog. Zato smo pri reševanju uporabili navodila iz drugih znanih strategij za učence pred reševanjem nalog (pazljivo preberi nalogo, podčrtaj podatke, naredi načrt reševanja, napiši račune, zapiši odgovor, preglej svojo rešitev). Ker pa smo uporabili primere problemov iz vsakdanjega življenja, so učenci z večjim trudom ob obilni pomoči učiteljice tudi zadovoljivo rešili naloge. Menim, da je treba tako za boljše branje kot tudi računanje učence ustrezno motivirati in vzbuditi njihovo ustvarjalnost z izvirnimi strategijami ter problemi iz vsakdanjega življenja.

**Ključne besede:** strategija NABUKO, boljše branje, matematično znanje

### **Abstract**

Reading is still a key factor of successful learning; thus, certain reading strategies need to be presented to the students so that they can cope with all the information they are exposed to every day. I have developed a specific reading strategy called NABUKO, which improves the ability of careful reading and observing. In my article I present the strategy in detail with examples of use. In the second part of the article I give examples of more complex math problems with texts that are more difficult to understand and which can be solved in different ways. The article concludes with an assessment of the obtained results and suggestions for better practice.

**Keywords:** NABUKO strategy, better reading skills, mathematical knowledge

## Viri

1. Cotič, M., Felda, D. (2011): Razvijanje matematične kompetence: postavljanje in reševanje problemov pot do matematične pismenosti. Koper: Univerzitetna založba.
2. Annales Cotič M. (2010): Razvijanje matematične pismenosti na razredni stopnji. Sodobna pedagogika 1, str. 264–283.
3. Frobisher, L. (1996): Changing a Mathematics Problem into an Investigation. V: Kmetič, S. (ur.), Prispevki k poučevanju matematike, Maribor: Rotis, str. 239–244.
4. Pečjak, S., Gradišar, A. (2010): Bralne učne strategije. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.
5. Polya, G. (1985): Kako rešujemo matematične probleme. Ljubljana: Društvo matematikov, fizikov in astronomov SRS.
6. Učni načrt. Matematika (2011). Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.  
[http://www.pei.si/UserFilesUpload/file/raziskovalna\\_dejavnost/PISA/PISA2009/PISA2006\\_Izhodisca\\_Matematicna\\_pismenost.pdf](http://www.pei.si/UserFilesUpload/file/raziskovalna_dejavnost/PISA/PISA2009/PISA2006_Izhodisca_Matematicna_pismenost.pdf).

# OTROCI IN MATEMATIČNA PISMENOST

## Children and Numeracy

Nuška Štros

[nuska.stros@osgradec.si](mailto:nuska.stros@osgradec.si)

OŠ Gradec

### Razširjeni povzetek

V medijih večkrat zasledimo različne raziskave, ki nas opominjajo, da imamo Slovenci še vedno precej težav s (funkcionalno) pismenostjo, kar pomeni, da imamo težave s sposobnostjo pisnega in ustnega sporočanja na različnih področjih, tudi na matematičnem. Tudi sama se tega problema dobro zavedam, zato namenjam pri pouku velik poudarek bralnemu razumevanju ter reševanju problemov, ki v največji meri pripomorejo k matematični pismenosti. Matematično znanje pri učencih moramo graditi izhajajoč iz problemskih situacij, ki izvirajo iz učenčevega sveta oziroma življenja, saj to pripomore k njihovi večji notranji motiviranosti. S prepoznavanjem in razumevanjem vloge, ki jo ima matematika v svetu, učenec tudi z večjim veseljem pristopi k učenju, ko spozna, da to ni le predmet, ki je sam sebi namen, temveč da bo naučeno lahko uporabljal ob različnih priložnostih. Matematično pismenost ljudje razvijamo vse življenje. Začne se s povsem preprostimi nalogami, ko že malčku damo v roke bonbone, da jih razdeli sorojencem, prijateljem. Sistematično začnemo z razvojem v vrtcu, kjer vzgojiteljice dajejo otrokom preproste, življenjske problemske naloge. Razvoj se nadaljuje v šoli, kjer pa je veliko odvisno od učitelja in njegove pozornosti do učenja matematike, ki jo učenec uporablja vsak dan.

Pomembno je, da otrok nima le rutinskega znanja, temveč da obvlada reševanje in raziskovanje problemov ter dobro pozna različne vrste problemskih situacij. Vsaka problemska situacija ima tri sestavine, in sicer začetno stanje, v katerem imamo vsebino s potrebnimi podatki, cilj, ki ga mora reševalec problema doseči, ter pot, ki jo mora reševalec poiskati, da reši problem. Cilji in poti pri reševanju problemov pa so lahko odprti, zaprti ali kombinirani – temu nato prilagodimo strategije reševanja. Pomembne so tudi naloge, ki nimajo zadostnega števila podatkov za rešitev ali pa je teh preveč. Tudi sama posvečam veliko pozornosti različnim tipom problemov. Na naši podružnični šoli že nekaj let vodimo projekt šolskega ekovrta. Prvo leto smo posejali njivo pire. Z učenci drugega triletja smo izmerili njivo (najprej s koraki, nato še z metrom), izračunali smo, kolikšna je njena ploščina, preračunavali meritve v različne merske enote, računali njen obseg, poskusili smo izračunati, koliko semen potrebujemo, kolikšen bi moral biti pridelek glede na podatke, ki smo jih pridobili iz različnih virov, z merjenjem smo sledili rasti pire itd. Ko smo že prišli do pridelka, smo skupaj računali, koliko



moke bomo dobili, pa tudi koliko bi zanjo lahko dobili, če bi jo prodali. V naslednjem šolskem letu smo dobili svoj vrt. Učenci so spet preračunavali obseg, da so ugotovili, koliko metrov ograje moramo postaviti, računali so, koliko količkov potrebujejo za izdelavo ograje itd. Pri sejanju ob navodilih na vrečki s semeni razmišljajo, kako velik mora biti prostor, na katerem bodo sejali. V razredu smo imeli tudi morskega prašička. Učenci so morali najprej v knjigah in na spletu o njem poiskati čim več informacij (s čim ga lahko hranijo, razmnoževanje, življenjska doba itd.). Ker nas je zanimalo, kako pri nas napreduje, smo ga 1-krat mesečno tudi stehali in izmerili njegovo dolžino in višino ter nato podatke vpisovali v preglednico in jih med seboj primerjali. Ob tem je nastajal tudi diagram. Ker je na razredni stopnji veliko medpredmetnega povezovanja, vključimo matematiko tudi v gospodinjstvo, kjer že v petem razredu poskušamo narediti preprost družinski proračun. Tako učenci dobijo vsaj nekaj občutka za ravnanje z denarjem, predvsem pa uvidijo, da so njihove želje večkrat predrage. Pri predmetu družba se učimo računati zračne razdalje. Učenci so si izbrali kraje v Sloveniji in računali zračne razdalje, ki so jih nato primerjali z cestnimi razdaljami med kraji. Ugotavljali smo, zakaj pride do razlik, primerjavo razdalj pa so nato predstavili še na plakatu. Učenci, ki so imeli možnost, so nato primerjali kilometre še s števcem v avtomobilu. Za njih je bila to ena izmed bolj zanimivih nalog, ki so si jo želeli izvajati vedno znova. Ker na naši šoli poteka tudi formativno spremljanje znanja, v razredu vedno najprej ugotavljamo predznanje, nato pa učenci čim več sami raziskujejo in ugotavljajo načine, kako bi rešili določen problem. Če jim uspe brez (večje) pomoči učitelja, so na to zelo ponosni in si še večkrat želijo ponoviti dejavnost, ki smo jo izvajali. Mislim, da je to za njih in zame največja nagrada, vsekakor pa je to znanje, ki ostane. Tako se učenci vseskozi srečujejo z uporabnostjo matematike v vsakdanjem življenju. Ker so ugotovili, da je matematika potrebna, je v razredu manj nejevolje, ko se srečujejo z matematičnimi problemi na papirju. Lažje tudi probleme prenesejo v realno življenje, saj so matematične vsebine dobile smisel.

**Ključne besede:** otroci, matematična pismenost, problemske situacije

### **Abstract**

In today's media, we often come upon different studies which remind us that Slovenians are still having problems with (functional) literacy. This means they are having problems with writing and speaking skills in different areas, including Mathematics. I am very much aware of this problem, which is why I give strong emphasis on reading comprehension and problem solving during my lessons. The mathematical knowledge of students must be built on problem situations arising from the students' world and life, because this creates internal motivation in the students. By recognising and understanding the role of mathematics in everyday life, students approach learning in a more positive way.

**Keywords:** children, numeracy, problem situations

#### **Viri**

1. Cotič, M., Felda, D. (2010, 2011): Pouk matematike in matematična pismenost. Pedagoška fakulteta Koper, Univerza na Primorskem, Koper.
2. Cotič, M. (2010): Razvijanje matematične pismenosti na razredni stopnji. *Sodobna pedagogika*, št. 1, str. 264–282.
3. Marentič Požarnik, B. (2003): Psihologija učenja in pouka. Državna založba Slovenije, Ljubljana.

# OD PASCALOVEGA DO LEIBNIZOVEGA TRIKOTNIKA

## From Pascal's Triangle to Leibniz Triangle

Mag. Sonja Rajh

[sonja.rajh@zrss.si](mailto:sonja.rajh@zrss.si)

Zavod RS za šolstvo

### Razširjeni povzetek

V delavnici Od Pascalovega do Leibnizovega trikotnika bo predstavljenih nekaj aktivnosti, s pomočjo katerih želimo pri učencih krepiti sposobnost uporabe matematičnega načina razmišljanja za reševanje različnih matematičnih problemov. Udeleženci delavnice bodo v vlogi učencev raziskovali, posploševali, napovedovali, utemeljevali, razmišljali, sklepali, izpeljevali ugotovitve, skozi vzorce števil iskali lepoto in pravila v matematiki ter sprejemali in doživljali matematiko kot kulturno vrednoto. Pri raziskovanju bodo uporabljali žepno računalno. V prvem delu delavnice bomo izvedli aktivnosti, primerne za učence 2. vzgojno-izobraževalnega obdobja. Osredotočili se bomo na večkratnike različnih naravnih števil, ki jih bomo obarvali v shemi števil, v Pascalovem trikotniku. Vzorce večkratnikov v Pascalovem trikotniku bomo povezali s fraktali in trikotnikom Sierpinskega. V Pascalovem trikotniku bomo raziskovali tudi vzorce števil, ki imajo enak ostanek pri deljenju z nekim številom. Prek različnih vzorcev števil v Pascalovem trikotniku bomo raziskovali in ugotavljali njihove skupne lastnosti, zakonitosti ter pravila. Nadaljevali bomo z aktivnostmi, ki so primerne za učence 3. vzgojno-izobraževalnega obdobja.

V delavnici bomo raziskovali odnose med števili v Leibnizovem harmoničnem trikotniku. V njem so števila razvrščena in povezana podobno kot v Pascalovem trikotniku, le da se vrstica ne začne in konča s številom 1, temveč se  $n$ -ta vrstica Leibnizovega harmoničnega trikotnika začne in tudi konča z obratno vrednostjo števila  $n$ , torej z  $1/n$ . Za razliko od Pascalovega trikotnika, v katerem je posamezno število v notranjosti trikotnika dobljeno kot vsota obeh števil nad njim, je posamezno število v notranjosti Leibnizovega harmoničnega trikotnika dobljeno kot vsota obeh števil pod njim. Tako lahko Leibnizov harmonični trikotnik izpolnjujemo od zgoraj navzdol z odštevanjem ulomkov iz predhodnih vrstic. V delavnici bomo raziskovali, ali tudi za števila v Leibnizovem harmoničnem trikotniku veljajo podobne lastnosti in zakonitosti kot za števila v Pascalovem trikotniku. Delavnica je namenjena učiteljem, ki poučujejo matematiko v 2. in 3. vzgojno-izobraževalnem obdobju devetletne osnovne šole. Potrebni pripomočki za udeležence: žepno računalno, lesene barvice.

**Ključne besede:** Pascalov trikotnik, Leibnizov trikotnik, matematični problemi

### **Abstract**

The workshop will present several activities through which we wish to strengthen the students' ability to apply mathematical thinking in order to solve various mathematical problems. So participants will be placed in the role of students to explore, generalise, predict, and argue about mathematical topics. Through the patterns of numbers, they will look for the beauty and rules of mathematics and experience mathematics as a cultural value. They will use a calculator in their research. Participants will look for similarities between Pascal's triangle and the Leibniz harmonic triangle.

**Keywords:** Pascal's triangle, Leibniz triangle, mathematical problems

### **Viri**

1. <http://www.shodor.org/interactivate/activities/ColoringMultiples/> (19. 9. 2016).
2. <http://www.cut-the-knot.org/Curriculum/Combinatorics/LeibnitzTriangle.shtml> (19. 9. 2016).

# MATEMATIKA NA RAZISKOVALNIH TABORIH

## Mathematics in Research Camps

Slavko Buček

[slavko.bucek@gmail.com](mailto:slavko.bucek@gmail.com)

OŠ I Murska Sobota

### Razširjeni povzetek

Pri pouku matematike imamo premalo časa, da bi pridobljeno znanje uporabili za reševanje konkretnih življenjskih primerov. Tako učitelji nimamo zadosti možnosti, da bi matematiko predstavili kot nekaj uporabnega oziroma nujno potrebnega za vsakdanje življenje. Učenci so nenehno zaposleni z velikim številom podatkov tako v šoli kot tudi v prostem času. Vprašanje je, kje to znanje uporabiti in kako. Učencu moramo znati pojasniti, pri čem se pridobljeno znanje uporablja in tudi kdaj ga bo on uporabljal. Predvsem je pomembno to zadnje. Ni zadosti, da mu pojasnimo, da to, kar se bo učil, nekdo uporablja. Večkrat slišimo vprašanje: »Kdaj bom pa to jaz uporabljal?« Možnosti, kako učencem prikazati uporabno vrednost matematike in jo tudi uporabiti na konkretnih primerih, je več. To so lahko npr. dnevi dejavnosti, raziskovalne naloge, medpredmetna povezovanja, različne zunajšolske dejavnosti in še marsikaj. Ena od dejavnosti je lahko matematični raziskovalni tabor ali tabor, povezan z matematiko. Po navadi so to poletni tabori v času šolskih počitnic ali pa tudi raziskovalni tabori med letom. Takšni tabori potekajo v glavnem v obliki delavnic, ki lahko trajajo od nekaj ur do nekaj dni ali celo tednov. Načinov, kako vključiti matematiko v raziskovanje, je več.

Naravoslovno-matematični raziskovalni tabori, ki smo jih pred leti organizirali tudi na naši šoli, so ena od možnosti. Lahko raziskujemo samo matematiko ali pa znanje matematike uporabljamo na drugih področjih. Učenci hitro ugotovijo, da brez matematike tudi drugje ne gre. Izhajali smo iz tega, da smo matematiko prikazali kot potrebno orodje in jo vključili v različna naravoslovna področja raziskovanja. Teme delavnic, na katerih so prevladovale matematične vsebine, so bile: dinamična geometrija, izjavna logika, tema polinomine, poslovna matematika, funkcije, fraktali, razvedrilna matematika itd. Poleg matematičnih delavnic so bili učenci vključeni tudi v naravoslovne in tehnične delavnice s poudarkom na uporabi matematičnih znanj in veščin. Tabor je trajal pet dni, učenci so spali na šoli, program pa je bil precej obsežen. Zaradi tega smo vsak dan po napornem dnevu pripravili sprostitvene dejavnosti, kot so joga, ples, plavanje, piknik, kopanje, večer s taborniki, družabne igre ipd. Ko raziskovalci nekaj raziščejo ali odkrijejo, pridejo do novih spoznanj, je to treba nekje predstaviti. To se seveda objavi v strokovnih člankih in na znanstvenih konferencah. Naši mladi raziskovalci so rezultate svojega dela predstavili na

zaključni prireditvi, na kateri so bili navzoči starši in širša javnost. Povabili smo tudi medije, ki so spremljali naše delo in o njem tudi poročali (časopis, lokalni radio in TV). Predstavitve udeležencev, dejavnosti tabora in seveda rezultati dela mladih raziskovalcev so objavljeni v biltenih. Podobni tabori potekajo tudi drugod po svetu. Zanimiv je primer raziskovalnega tabora, ki ga organizira Univerza v Pragi v sodelovanju z osnovnimi šolami. Vključenih je več kot 160 otrok, starih od 6 do 15 let, ki so razdeljeni v skupine. Tabor traja kar tri tedne, od tega je en teden v poletnih počitnicah. Učenci raziskujejo na naravoslovnih področjih, predvsem na področju kemije in fizike, ter so vključeni v projekte. Svoje rezultate na koncu predstavijo s plakati na »znanstvenih« konferencah, tako kot to počnejo pravi znanstveniki. Njihovo raziskovanje je seveda primerno njihovi razvojni stopnji. Seveda pa organizacija teh taborov zahteva ogromno priprav. Cilji morajo biti dobro zastavljeni. K sodelovanju je treba pritegniti nekaj dobro motiviranih učiteljev in drugih izvajalcev tabora. Teme morajo biti dobro izbrane, da so za učence zanimive. Nikakor ne smemo pozabiti na nekaj sprostitve in zabave, kajti tudi po tem si učenci tabore dobro zapomnijo. Zelo pomemben je konec s predstavitvijo rezultatov dela, prav tako pa tudi, da o tem poročajo mediji.

**Ključne besede:** raziskovalni tabori, matematika

### **Abstract**

It is very important to use mathematical knowledge in daily life. The paper describes natural science and math camps for secondary school students. The programme focuses on the subjects of Science and Mathematics. The students work and research in small groups. The results are presented by the students at the conclusion of the camp. Our camps are held for five days.

**Keywords:** research camps, Mathematics

### **Viri**

1. Buček, S. (2005): I. Naravoslovno-matematični tabor, OŠ I Murska Sobota, Murska Sobota.
2. Buček, S. (2006): II. Naravoslovno-matematični tabor, OŠ I Murska Sobota, Murska Sobota.
3. Buček, S. (2007): III. Naravoslovno-matematični tabor, OŠ I Murska Sobota, Murska Sobota.
4. Šmejkal, P. idr. (2016): Science summer camps for children – how we do. And how should we do?, XX. Krajowa konferencja. Cracow: PEDAGOGICAL UNIVERSITA OF CRACOW.

# USTVARJANJE MATEMATIČNEGA ČASOPISA

## Creating a Mathematics Newsletter

Anja Šmid Pustoslemšek

[anja.smid@osorehek.si](mailto:anja.smid@osorehek.si)

OŠ Orehek Kranj

### Razširjeni povzetek

Učitelji v osnovnih šolah se trudimo pouk individualizirati in prilagajati tako nadarjenim kot šibkejšim učencem. Način prilagajanja je odvisen predvsem od koncepta dela šole in angažiranosti ter ustvarjalnosti učitelja. Velikokrat nam zaradi zahtvanih smernic učnega načrta in drugih dejavnosti zmanjka časa, da bi pri pouku spoznavali učne teme, ki nadarjene učence posebej navdušujejo. Vemo, da timsko delo dviguje kakovost znanja učencev, spodbuja njihov kognitivni in socialni razvoj (Polak, 2001), prav tako pa omogoča medpredmetno povezovanje. Zato smo se skupaj z nekaterimi nadarjenimi in radovednimi učenci odločili, da ustvarimo matematični časopis. Časopis so učenci ustvarjali samostojno pod mentorstvom učitelja. Prispevke so si izbrali sami glede na svoje interese. Učiteljeva naloga je bila predvsem to, da jih usmerja, jim pomaga pri izbiri člankov, jih spodbuja ter jim tako omogoča razvijanje njihovih potencialov. Povezali smo se z likovnim področjem, novinarstvom in vzgojo za medije. Najbolj uspešne učence na tekmovanjih s področja logike smo izzvali, naj ustvarijo lastne logične naloge in uganke. V časopisu so zajeti tako matematična teorija kot praktični primeri. S tem smo spodbudili tudi nekatere učence, ki niso nujno identificirani kot nadarjeni, vendar jih matematična področja zanimajo. Z ustvarjanjem časopisa smo spodbujali ustvarjalnost, kreativno pisanje, logično mišljenje in matematično pismenost.

**Ključne besede:** matematični časopis, nadarjeni učenci, ustvarjalnost

### Abstract

To enrich our curriculum, we have decided to create a mathematics newsletter together with a few gifted and curious pupils. The newsletter was created independently by the pupils, under the mentorship of a teacher. The articles were chosen by the pupils according to their interests. The teacher's task was to guide the pupils, help them to choose the articles, encourage them, and thus enable them to develop their potential. We created cross-curricular links with the subjects of Art, Journalism, and Media. The newsletter features mathematical theory as well as practical examples. By creating the newsletter, we have encouraged creativity, creative writing, logical thinking, and mathematical literacy.

**Keywords:** mathematics newsletter, gifted pupils, creativity

#### **Viri**

1. Erjavec, K. (1999): Tisk – očem obisk: vzgoja za medije: učbenik za 7., 8. In 9. razred devetletne osnovne šole. Ljubljana: Rokus.
2. Mohor, M. (1999): Naš čas-opis: učbenik za izbirni predmet šolsko novinarstvo za 7., 8. in 9. razred devetletne osnovne šole. Ljubljana: Rokus.
3. Bezić, T. (2012): Vzgojno-izobraževalno delo z nadarjenimi učenci po desetih letih uvajanja novega Koncepta odkrivanja in dela z nadarjenimi učenci v 9-letni OŠ. Kje smo in kam hočemo?. V: T. Bezić (ur.), Vzgojno-izobraževalno delo z nadarjenimi učenci osnovne šole (str. 12–25). Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.
4. George, D. (1997): Nadarjeni otrok kot izziv. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.



# MATEMATIČNI MEDPREDMETNI ORIENTACIJSKI POHOD

## Mathematical Cross-Curricular Orientation Hike

Monika Kos

[monika.kos@osorehek.si](mailto:monika.kos@osorehek.si)

OŠ Orehek Kranj

### Razširjeni povzetek

Cilj matematičnega medpredmetnega orientacijskega pohoda je bil skozi uporabne naloge povezati matematiko z drugimi šolskimi predmeti. Glavnina nalog je zavzemala področje matematike, povezane pa so bile z biologijo, kemijo, geografijo itd. Cilji (skupni in predmetni) so bili skrbno izbrani in so zagotavljali dodano vrednost, zaradi katere sem izvedla dejavnost. Za te cilje sem predvidela tudi pričakovane rezultate učencev. V načrtu sem opredelila vlogo vsakega predmeta in učitelja ter način izvedbe (ZRSŠ, Medpredmetne in kurikularne povezave, 2010, str. 111). Namen matematičnega orientacijskega pohoda je bil, da so učenci v naravi v sklopu orientacije medsebojno sodelovali in se učili matematiko zunaj učilnic. Poudarek je bil na skupinskem delu, ki razvija učenčevo komunikacijo, sodelovanje in razvijanje individualnih sposobnosti pri delu v okviru skupine (Kubale, 2003, str. 77–78). Takšne vrste orientacijski pohod lahko izvajamo v vseh razredih. Pot in naloge prilagodimo starosti, pozorni smo le na to, da so v skupini najmanj trije člani (Kubale, 2003, str. 77–78).

Sama sem matematični orientacijski pohod izvedla v starem delu mestnega jedra Kranj in v okolici pod Joštom. Pripravila sem naloge treh stopenj zahtevnosti: lažje, težje in zahtevnejše. Določila sem skupine, vendar se o sestavi skupin učenci lahko dogovorijo tudi sami. Naloge so bile povezane z vsakdanjo matematiko oziroma z matematiko v naravi in eksperimentalnim delom (merjenje obsega debela s pomočjo vrvice in primerjava z izračunanim obsegom, merjenje dolžine in širine jase v gozdu, tehtanje storžev različnih vrst dreves s pomočjo tehtnice, merjenje prostornine valja ob potoku itd.). Za takšne naloge je bilo treba izvesti več priprav (pripomočki, nasveti, morebitna razlaga pri izvedbi vaje), zato sem imela pomočnika. V projektnem timu je sodelovalo več učiteljev: učitelj geografije (pripravil je orientacijsko karto), učiteljica športa (prehodila je pot in ocenila dolžino, čas in varnost poti), učiteljica tujega jezika (nekaj nalog je prevedla v angleščino), učiteljica biologije (sestavila je naloge iz biologije, povezane z matematiko). Učenci so sami izbrali vodjo skupine. Skupine so se podale na pohod z razmikom nekaj minut. Na startu so prejeli orientacijsko karto in navodila. Pomembno je bilo, da so se orientirali sami in samostojno poiskali kontrolne točke. Na njih so rešili naloge. Naloge so bile

točkovane po zahtevnosti. Lahko so rešili vse tri ali samo eno. Pri tej odločitvi je imela skupina izbiro. Skupina je morala pred prihodom na cilj poiskati vse kontrolne točke in uspešno rešiti naloge oziroma opraviti eksperimentalno delo. Čas ni bil pomemben. Eden izmed glavnih namenov takšnega pohoda je bil v večji meri spoznati matematiko kot uporabno in zanimivo. Sploh se je tako matematika nekoliko bolj prikupila učencem, ki imajo pri tem predmetu učne težave. S pohodom, razgibavanjem, združevanjem različnih šolskih predmetov in eksperimentalnim delom mi je vsekakor uspelo združiti poučno delo s prijetnim, lahko bi rekla celo z zabavnim. Učenci so namreč s takšno obliko timskega dela pridobili pozitivne socialne veščine, znanje, znanje, kako povezovati naravoslovne in družboslovne predmete, nove izkušnje, odgovoren odnos do narave, bralne, naravoslovne in družboslovne vrste pismenosti. Te veščine jim tudi pomagajo pri reševanju matematičnih problemov, povezanih z drugimi predmeti v osnovni ali srednji šoli. Medpredmetno povezan matematično-orientacijski pohod je imel dodano vrednost, ki je ne bilo mogoče doseči brez povezave z drugimi predmeti.

**Keywords:** medpredmetno povezovanje, orientacija, timsko delo

### **Abstract**

The goal of the Math Orientation Hike is to connect multiple subjects, with math problems making up the majority of the assignments. Carefully planned and hand-picked goals, along with predicted results, add value for the students. The purpose of the Math Orientation Hike is for students to acquire outdoor orientation skills in the form of fieldwork, learn to utilise teamwork to learn math, and bring it closer to the students by making it useful and interesting. The students are learning social skills, leadership skills, enhancing their general knowledge by connecting different learning areas, and developing respect for the outdoors and nature.

**Keywords:** orientation hike, teamwork, mathematics

### **Viri**

1. Kubale, V. (2003): Didaktika matematike. Samozaložba v sodelovanju z založbo PIKOS PRINTSHOP, Maribor.
2. Kubale, V. (2015): Skupinska učne oblike. Samozaložba v sodelovanju z založbo PIKOS PRINTSHOP, Maribor.
3. Vovk Korže A., Katalinič D., Katalinič E. (2007): Pojdimo k potoku. Inštitut za promocijo varstva okolja, Maribor.
4. Medpredmetne in kurikularne povezave (2010). Zavod RS za šolstvo, Ljubljana.

# MATEMATIKA NA PROSTEM

## Mathematics Outdoors

Valerija Osterc

[valerija.osterc@gmail.com](mailto:valerija.osterc@gmail.com)

OŠ Ivana Cankarja Ljutomer

### Razširjeni povzetek

Učenci vedo veliko, a usvojenega znanja ne znajo uporabiti, da bi razširili svoja obzorja. Danes ni pomembno, koliko veš, bolj pomembno je, kako znaš svoje znanje uporabiti. Vse pomembnejše postajajo spretnosti, kot so kreativnost, kritično mišljenje, sposobnost reševanja težav, sodelovanje, povezovanje, tekmovalnost, zmožnost dela v timu, socialne in emocionalne veščine. V prispevku bom prikazala pouk matematike na prostem. Učenci 2. razreda se na različnih lokacijah okrog šole (igrala, peskovnik, stopnišče do šolskega vrta, dvorišče z okrasnimi gredami, gozd ob šolskem igrišču) preizkušajo v različnih matematičnih nalogah (orientacija, naravna števila, preštevanje, razvrščanje, problemske naloge, merske naloge, geometrija itd). Ob tem se razvijata tudi njihova sposobnost za timsko delo (sodelovanje) in zelo pomembno uporabno znanje. Pouk na prostem je lahko zabaven, zdrav, poceni, uspešen na področju osebnega in socialnega razvoja, pri doseganju še drugih ciljev ter v skladu s trajnostnim razvojem.

Vsi, ki se ukvarjamo z vzgojo in izobraževanjem, vemo, da aktivnosti na prostem pomembno prispevajo k zdravemu razvoju osebnosti. Strokovnjaki poročajo, da ima danes vedno več otrok duševne težave in da so pretežki. Morda je ozaveščanje tega še toliko pomembnejše prav v času, ko sta računalnik in mobilni telefon za učence najbolj privlačni stvari na svetu. Da bi jim omogočili kakovosten pouk, je nujno treba organizirati tudi pouk na prostem. Za doseganje ciljev v učilnici na prostem je mora učitelj skrbno načrtovati. Ker imam sedemindvajset živahnih učencev, sem v organizacijo in izvedbo takšnega pouka povabila tutorje iz 9. razreda. Z učenkami sem se večkrat srečala in skupaj smo načrtovale in pripravile dejavnosti. Izvedene učne ure na prostem so fotografirale in posnele, saj želijo, da se ta način pouka predstavi preostalim učiteljem, ki bi tudi njih odvedli v učilnico na prostem. Učenci so na vprašanje, kje imajo raje pouk, v učilnici ali na prostem, odgovorili, da na prostem, ker so na svežem zraku, lažje in bolje dihaajo, zunaj je več prostora, so v naravi, zunaj je naravni material, lahko se gibljejo, je bolj zabavno, svetlo, se igrajo, pišejo na mapi in ker je lepo zunaj. Tudi delo v manjših skupinah jim ugaja, ker ni gneče, se ne prepirajo, se lažje dogovorijo, pogovarjajo, je manj glasno. Osem učenek tutorik iz 9. razreda se je odločilo, da se preizkusijo v vlogi tutorja mlajšim učencem. Pred izvajanjem pouka na prostem so razmišljale, ali jih bodo učenci ubogali, ali se bodo med seboj prepirali, jih bodo lahko krotile, in bilo jih je strah

da bi prišlo do nesreče. Po izvedenih urah so bile navdušene, saj so jih učenci ubogali in so sodelovali ter upoštevali njihova navodila. Opazile so, da se učenci med seboj zelo razlikujejo. Eni so bolj glasni, drugi le kratek čas ohranjajo pozornost, nekateri bolj sodelujejo kot drugi, vendar znajo sodelovati in so tekmovalni. Nad delom z mlajšimi učenci so bile zelo navdušene in želijo si še več takih srečanj. Takšna oblika pouka je zame velik izziv. Začela sem s kratkimi dejavnostmi. Učence navajam na skupinsko delo, delo v dvojicah, zato so skupine vedno naključne, heterogene. Izmisлити si morajo domišljjsko ime za skupino – urijo domišljijo in se učijo dogovarjanja. Ko delajo v skupinah in rešujejo določene naloge, jih spodbujam, da si pomagajo. Pri učencih je opazna razvojna razlika. Nekateri so še močno egocentrični in težko sodelujejo z naključnimi sošolci. Vendar je takih malo in tudi ti se hitro učijo ter spreminjajo svoje obnašanje. Vsi se zelo veselijo takšnega dela na prostem in so zelo motivirani.

**Ključne besede:** pouk na prostem, tutorstvo

### **Abstract**

Nowadays, skills such as creativity, critical thinking, problem-solving competence, cooperation, integration, competitiveness, teamwork ability, social and emotional skills are becoming more and more important. In this article I will demonstrate Mathematics lessons outdoors. At various locations around the school (playground equipment with a sandpit, staircase to the school garden, courtyard with decorative beds, forest by the school playground), pupils perform various mathematical tasks (orientation, natural numbers, counting, classifying, problem-solving tasks, measurement tasks, geometry, etc.). At the same time, they build up teamwork and cooperation, develop nerve cells, and train very important useful (functional) skills. Tutor students from the 9th grade assisted in these activities.

**Keywords:** outdoor lessons, tutoring

### **Viri**

1. Andreas Schleicher iz OECD, Delo, 6. 6. 2015,
2. Merljak S., Skribe – Dimec, D.: Raznovrstnost pristopov in razvijanje naravoslovnega mišljenja, Pouk na prostem [www.delo.si/sobotna/ucenci-vedo-veliko-ampak-tega-znanja-ne-znajo-uporabiti-da-bi-razsirili-svoja-obzorja.html](http://www.delo.si/sobotna/ucenci-vedo-veliko-ampak-tega-znanja-ne-znajo-uporabiti-da-bi-razsirili-svoja-obzorja.html) (4. 9. 2016) [http://pefprints.pef.uni-lj.si/2577/1/Skribe\\_Pouk\\_na\\_prostem.pdf](http://pefprints.pef.uni-lj.si/2577/1/Skribe_Pouk_na_prostem.pdf) (28. 8. 2016).

# IGRAJMO SE S KOCKAMI

## Let's Play with Cubes

Mojca Vogrin Pivljakovič

[mojcavogrin01@gmail.com](mailto:mojcavogrin01@gmail.com)

OŠ Voličina

### Razširjeni povzetek

S kakšnim pristopom, procesom, metodo, strategijo ... učenci v današnjem času pridobijo, nadgradijo in poglobijo največ? Zagotovo je v ospredju konstruktivni tip projektnega učnega dela, pri katerem je poudarek na procesu, izdelku, uporabnosti in integraciji učnih vsebin. Učencem je omogočeno učenje iz lastnih izkušenj in so osrednji izvajalci dejavnosti. Učitelj je spodbujevalec in usmerjevalec. V prispevku predstavljam projektno delo v 5. razredu, ki smo ga z učenci pripravili kot eno izmed dejavnosti v okviru razvojnega načrta šole. Skupaj smo se odločili, da bomo izdelali igračo, ki nam bo lahko koristila pri pouku. Učencem se je zdelo zelo pomembno, da jo bodo izdelali sami. Ob dejstvu, da učenci v 5. razredu pri družbi opredelijo naravne enote in lego Slovenije, pri matematiki pa spoznavajo geometrijska telesa in mreže teles, se mi je je zdelo smiselno povezati te učne vsebine, ki so pomembne za to obdobje. Da so učenci zares začutili in pridobili uporabno znanje, jih je bilo treba aktivno vključiti že v uvodno fazo razmišljanja in kasneje tudi v praktično izdelavo izdelka. Projekt je bil razdeljen na tri dele. V prvem so razvijali idejo, v drugem so uporabili znanje matematike (geometrijska telesa) in družbe (naravne enote Slovenije), v tretjem delu pa so estetsko izdelali izdelek (kocke iz kartona in embalažo iz lepenke), sestavili didaktično igračo in dokazali njeno funkcionalnost.

Pri oblikovanju osnovnih geometrijskih pojmov sta igrala pomembno vlogo procesa pridobivanje izkušenj in oblikovanje le-teh v smiselne strukture. Ugotovili so, da če vse mejne ploskve razgrnejo v ravnino, dobijo mrežo, ter da obstaja več načinov razporeditev ploskev v mreži. Ob dodatnem usmerjanju so predlagali, da bi lahko izdelali več kock, ki bi jih oblepili z deli fotografij in spravili v varno embalažo. Porodilo se nam je novo vprašanje: Kakšna naj bo embalaža in kakšne naj bodo mere (kvader), da bomo lahko vanjo spravili 12 kock z robom 5 cm? Učenci so predlagali različne možnosti, vendar se je večini zdelo najbolje, da postavijo 4 kocke v 3 vrste. Nekateri so razmišljali, da bi lahko postavili 6 kock v 2 vrsti, 2 kocki v 6 vrst ali celo 12 kock v eno vrsto. Presenečena sem bila, da je eden izmed njih razmišljal tudi o debelini kartona, ki bi jo bilo treba upoštevati. Medtem ko so nekateri risali mreže in razmišljali o razporeditvi ploskev v mreži kvadra, so drugi iskali primerne fotografije naravnih enot, zemljevidov in značilnosti Slovenije. Ugotovili so, da vsaka skupina potrebuje

šest različnih fotografij. Vsako so razrezali na 12 kvadratov in jih prilepili na ploskve kock. Igra se je lahko začela. Z obračanjem so lahko sestavili šest smiselni celot. Zmagala je skupina, ki je prva pravilno sestavila sliko. Vsi so bili so zelo ponosni, saj so sami izdelali koristno igračo in so njeno funkcionalnost lahko predstavili tudi drugim učencem na šoli. V preteklih letih sem poučevala omenjene vsebine na tradicionalen način, vendar ugotavljam, da so učenci s projektnim delom pridobili kakovostno in trajno znanje tako pri matematiki kot pri družbi. Povezovali so znanje znotraj matematike in tudi širše (interdisciplinarno), postavljali ključna raziskovalna vprašanja, kritično razmišljali o potrebnih podatkih, prav tako pa so razvijali socialne veščine in natančnost.

**Ključne besede:** kocka, medpredmetno povezovanje, didaktična igrača

### **Abstract**

To make the pupils really feel and gain useful knowledge, it is important to engage them in the early design stage, and later on in the practical making of the product. The project was divided into three parts. In the first part, the pupils developed the idea; in the second part, they used their knowledge from Maths (net of a cube, cuboid) and Social Studies (natural units of Slovenia). In the third part, they made an aesthetic product (cardboard cubes, corrugated board packaging) and with this proved the functionality of the toy.

**Keywords:** cuboid, cross-curricular integration, didactic toy

### **Viri**

1. Bezjak, J. (2004): Projektno učno delo pri pouku tehnike kot uspešna oblika in metoda sodobne inženirske pedagogike. Diplomsko delo. Univerza v Mariboru.
2. Bognar, L. (1987): Igra pri pouku na začetku šolanja, Državna založba Slovenije.
3. Budnar, M., Kerin, M. (2011): Program osnovna šola. Učni načrt. Družba. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.
4. Žakelj, A. (2011): Program osnovna šola. Učni načrt. Matematika. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.
5. Cotič, M. (2004): Učbenik: Svet matematičnih čudes 5, Ljubljana, DZS.

# OD MREŽE KVADRA DO GLEDALIŠČA

## From the Net of a Rectangular Solid to a Theatre

Petra Munda

[petramunda11@gmail.com](mailto:petramunda11@gmail.com)

OŠ Voličina

### Razširjeni povzetek

V svojem prispevku predstavljam projektno delo v 5. razredu kot primer medpredmetnega povezovanja matematike, tehnike, slovenščine in likovne umetnosti. Učenci so v okviru rednega pouka in pri podaljšanem bivanju izdelali leseno namizno gledališče. V medpredmetnem povezovanju se niso uresničili le cilji matematike in tehnike, temveč tudi cilji sodobne šole, ki teži k povečanju kakovosti in trajnosti pridobljenega znanja. K sodelovanju sem povabila učiteljico tehnike in tehnologije, ki poučuje v oddelku podaljšanega bivanja in vodi krožek obdelava lesa. Pri načrtovanju dela sva upoštevali smernice Demingovega kroga kakovosti ali PDCA-kroga. Skupaj sva določili cilje, metode in oblike dela ter se dogovorili za časovno in prostorsko izvedbo. Ker sva izhajali iz geometrije, sva začetek projekta načrtovali aprila, ko pri matematiki obravnavamo mrežo kvadra. V prvi del projekta, ki je potekal v matični učilnici, so bili vključeni vsi učenci. Razdeljeni so bili v heterogene skupine, znotraj katerih so delali v dvojicah, določenih glede na sposobnosti in spretnosti. Najprej smo ponovili geometrijsko znanje. Opisali so dane modele kvadra in ugotovili, da sta nasprotni mejni ploskvi skladni. Sledilo je merjenje dolžine robov. Skladne robove so oblepili z lepilnim trakom enake barve. Po ogledu so prišli do spoznanja, da so robovi kvadra treh različnih dolžin in da so njegovi enako dolgi robovi med seboj vzporedni. Sledilo je opazovanje škatlic, ki so imele obliko kvadra, in na njih označili skladne mejne ploskve, ki so jih v nadaljevanju obrisali na barvasti papir (tri različne barve). Obrise so nato izrezali in z njimi oblepili škatlico. Oblepljene škatlice so poskušali »odpreti« in razgrniti na klop. Pri rezanju so bili nekateri zbegani, saj niso bili prepričani, vzdolž katerih robov bo treba kvadre razrezati. Dogovorili smo se, da nobene mejne ploskve ne bomo odrezali, vsaka se bo držala ene izmed preostalih mejnih ploskev vzdolž celega roba. Razgrnjene mreže kvadre smo si ogledali in spoznali nov pojem – mreža kvadra. V nadaljevanju sem novopridobljena spoznanja povezala z gledališčem. Kako bi si torej naredili načrt, katera ploskev bi nam služila za prednji del gledališča, ki je obrnjen k občinstvu, in katera za zadnji del – tisti, ki ga moramo odstraniti, če želimo vstaviti lutke. Nastali so zanimivi načrti različnih mrež z vrisanim pravokotnikom na »sprednji« mejni ploskvi. Ker smo gledališče iz kartona v razredu že imeli, nam je služilo kot prototip izdelka. Učenci so si lažje predstavljali tudi mere izdelka, kar je bila njihova naslednja naloga. V drugi del projekta, v tehnično fazo, pa so bili vključeni le učenci, ki v okviru podaljšanega

bivanja obiskujejo krožek obdelava lesa. Načrtovano je bilo 6 ur praktičnega dela v tehnični učilnici, ki sva ga s kolegico skupaj izvedli kot tri blokure v obsegu treh tednov. Večjih težav ni bilo, saj so znanje o uporabi orodij in strojev učenci usvojili že pri urah podaljšanega bivanja. Pri končni podobi je piko na i prispevala še likovna umetnost, kjer smo iskali najboljšo rešitev za dekorativno zaveso. Po končanem delu sva s kolegico preverili potek dejavnosti in uresničitev zadanih ciljev. V prihodnje bi take vrste projekt raje izvajali v okviru dni medgeneracijskega sodelovanja. Pri učencih sem opazila tudi več težav s količinskimi predstavami, zato sem temu namenila več pozornosti. Evalvacijo smo pri razredni uri naredili še z učenci, ki so bili ponosni na končni izdelek ter so povedali, da so se zavedali, da je znanje matematike »lahko« zelo koristno in življenjsko. Všeč jim je bila tudi izbira dvojic. Ob koncu smo ugotovili, da smo zadovoljni vsi, najprej učenci, obe s kolegico pa tudi kolegice v vrtcu in starši, ki so bili priča kratki lutkovni dramatizaciji.

**Ključne besede:** mreža kvadra, medpredmetno povezovanje, leseno gledališče

### **Abstract**

In this article I will present project work in the 5th grade, which was prepared within the framework of the school's development plan. With the desire to develop different skills, we came up with the idea for a class project called "Do It Yourself". We made our own wooden theatre. By implementing our common idea we surpassed the boundaries of individual subjects (Mathematics, Engineering, Slovenian Language, Art, etc.) and fully solved problem-solving tasks. This new and interesting project made our everyday classes richer and fuller.

**Keywords:** net of a rectangular solid, cross-curricular integration, wooden theatre

### **Viri**

1. Bevc, V. (2008): Medpredmetno načrtovanje in fleksibilni predmetnik. Zavod RS za šolstvo: Ljubljana.
2. Florjančič, F. (2005): Tehniški dnevi od 6. do 9. razreda v devetletni osnovni šoli. Zavod RS za šolstvo: Ljubljana.
3. Bezjak, J. (2003): Projektno učno delo pri pouku tehnike kot uspešna oblika in metoda sodobne inženirske pedagogike. Zavod RS za šolstvo: Ljubljana.
4. Poznanovič Jezeršek, M. (2011): Program osnovna šola. Učni načrt. Slovenščina. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.
5. Žakelj, A. (2011): Program osnovna šola. Učni načrt. Matematika. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.
6. Cotič, M. (2004): Učbenik: Svet matematičnih čudes 5. Ljubljana, DZS.
7. Cotič, M. (2003): Priročnik za učitelje za pouk matematike. Ljubljana, DZS.



# MATEMATIČNI SPREHOD ČETRTOŠOLCEV

## Mathematical Walk of Fourth Graders

Monika Bedök

[monikabedok@gmail.com](mailto:monikabedok@gmail.com)

OŠ Beltinci

### Razširjeni povzetek

Matematika kot eden temeljnih predmetov se večini učencev zdi zahtevna in abstraktna, saj pogosto ne vidijo njene uporabnosti in vpetosti v vsakdanje okolje. Vendar pa že ob samem pogledu na okolico, v kateri bivamo, lahko opazimo simetrije, geometrijske like in telesa, količine, vzorce, zaporedja itd. Z matematiko se vsakodnevno srečujemo v trgovini (nakupovanje, cene blaga itd.), obrti, industriji, arhitekturi idr. Matematični sprehod, ki ga predstavljam v prispevku, lahko prav zaradi vključevanja vsakdanjih in življenjskih situacij izpostavimo kot primerno in učinkovito sodobno obliko poučevanja matematike. Na takem sprehodu lahko učenci opazujejo matematiko tudi z estetskega vidika. Kosi Ulbl (2008) navaja, da lahko lepoto matematike občudujemo v različnih vzorcih, oblikah, simetrijah, redu, natančnosti. Tako uresničimo enega globalnih ciljev poučevanja matematike: doživljanje matematike kot prijetne izkušnje.

Učno okolje, v našem primeru je to pouk zunaj učilnice (SchoolOutside-SOS), ima ključno vlogo. Biti mora takšno, da učence podpira in izboljšuje njihovo učenje. Vzpodbuditi jih mora, da postanejo raziskovalci, jih dejansko potisni v aktivno vlogo, kjer morajo opazovati, odkrivati, primerjati, preizkušati, sklepati, spremljati, meriti, izračunati, predvidevati odgovor ali samo doživljati naravo, okolje kot tako. Pouk zunaj učilnice je pravzaprav neposredna vključenost oziroma povezanost z naravo, okoljem. Cotič idr. (2004) tudi trdijo, da se najbolj učinkovito učimo, če poleg vida, sluha in govora vključimo tudi gibalno aktivnost. Gibanje je vir zadovoljstva in sprostitve, posredno vpliva na celotno sposobnost učenja, ker deluje na telesna čutila in na temeljne sposobnosti, kot so spomin, zaznavanje, pozornost, orientacija v prostoru in času, asociativno mišljenje in sposobnost reševanja problemov, povzema Kavčič (2005) ameriško psihologinjo M. Frostig. V prispevku predstavljam primer matematičnega sprehoda za 4. razred po naselju Beltinci. Delovni listi, ki so vodilo matematičnega sprehoda, so pripravljeni v skladu z učnimi cilji matematike za 4. razred. Z izbranimi nalogami želim prikazati učencem, kje lahko vse uporabimo matematiko v vsakdanjem življenju in v domačem okolju ter kako. Ilovár (2012) trdi, da učenci lažje usvojijo abstraktna znanja, če jih povežejo s konkretnimi primeri iz svojega življenja. Tudi sama menim, da je pomembno, da učenci dobijo občutek, da je matematika pravzaprav povsod okrog nas, in da lahko svoja matematična znanja uporabijo pri reševanju najrazličnejših

vsakdanjih problemov, ob tem pa razvijajo osnovno matematično kompetenco, kar vključuje sposobnost uporabe matematičnega razmišljanja za reševanje različnih matematičnih problemov in problemov iz vsakdanjega življenja. Lipovec (2010) navaja, da se na matematičnem sprehodu razvija 9 generičnih in 11 matematičnih kompetenc, in sicer: razvoj matematičnega mišljenja; oblikovanje matematičnih pojmov, struktur, veščin in procesov; povezovanje znanja znotraj matematike in tudi širše; uporaba različnih matematičnih postopkov in tehnologij; spoznavanje uporabnosti matematike v vsakdanjem življenju; spoznavanje matematike kot procesa; razvijanje kreativnosti, ustvarjalnosti in natančnosti; razvijanje zaupanja v lastne (matematične) sposobnosti; razvijanje odgovornosti in pozitivnega odnosa do dela in matematike; spoznavanje pomena matematike kot univerzalnega jezika; sprejemanje in doživljanje matematike kot kulturne vrednote. Ob koncu prispevka predstavljam ugotovitve ob evalvaciji učne ure in podajam izhodišča za morebitno nadgradnjo pri načrtovanju matematičnega sprehoda. Z vnašanjem sprememb v pouk bomo prispevali k boljšemu znanju, večji samostojnosti in spretnosti učencev ter ne nazadnje prek gibanja tudi k boljšemu zdravju.

**Ključne besede:** matematika, učno okolje, matematični sprehod

### **Abstract**

Through the 'mathematical walk' I would like to show a different and more interesting way of teaching Mathematics in the fourth grade. Lessons taught outside the classroom – i.e. the mathematical walk – could be a form of experiential learning and cross-curricular integration for pupils. The mathematical aspect of the walk will be presented in the worksheets, which have been prepared in accordance with the learning objectives of fourth-grade Mathematics. After studying the teaching material, I have reached the conclusion that the walk also develops generic and mathematical skills. At the end of the paper, I will present my findings following the evaluation of the lesson and provide starting points for a potential upgrade of the planning of mathematical walks.

**Keywords:** Mathematics, learning environment, mathematical walk

### **Viri**

1. Adam, A. J. (2013): Matematični sprehodi v naravo. Ljubljana: Društvo matematikov, fizikov in astronomov.
2. Cotič, M., Zorc, J., Kozlovič Smotlak, D. (2004): Celosten pristop pri zgodnjem poučevanju – vloga gibalnih aktivnosti pri pouku matematike. Pedagoška obzorja, 2 (2004), str. 32–34.

3. Ilovar, T. (2012): Matematika za življenje. V: 1. mednarodna konferenca o učenju in poučevanju matematike KUMP 2012. zbornik prispevkov. Pridobljeno, 10. 9. 2016 s: <http://www.zrss.si/digitalnaknjiznica/KUPM%202012%20-%20Zbornik%20prispevkov/#/330/>.
4. Kavčič, R. A. idr. (2005): Učenje z gibanjem pri matematiki : priročnik gibalnih aktivnosti za učenje in poučevanje matematike v 2. razredu devetletke. Ljubljana: Bravo, društvo za pomoč otrokom in mladostnikom s specifičnimi učnimi težavami.
5. Kosi Ulbl, I. (2008): Matematični sprehod – model nekonvencionalnega pouka matematike. Pedagoška obzorja, 23 (2), str. 78–89.
6. Lipovec, A. (2010): Matematični potep. V: Projekt: razvoj naravoslovnih kompetenc. Pridobljeno, 9. 9. 2016 s [http://kompetence.uni-mb.si/S1.16-S1.18\\_DidakticnaGradiva\\_S4.pdf](http://kompetence.uni-mb.si/S1.16-S1.18_DidakticnaGradiva_S4.pdf).
7. Žakelj, A. idr. (2011): Program osnovna šola. Učni načrt. Matematika. Pridobljeno, 10. 9. 2016 s [http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni\\_UN/UN\\_matematika.pdf](http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_matematika.pdf). Lipovec

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]