






Biste li povjerovali da je temelj klasičnog baleta matematika? Plesači baleta poznati su po izrazitoj fleksibilnosti i gracioznosti. No, znate li da tijekom izvedbe svjesno ili nesvjesno koriste matematiku? Umjetnost i matematika su povezani i više nego što mislimo. Sklad, simetrija, harmonija, proporcija ... unose red u misli i prostor, i tvore ono što nazivamo osjećaj ljepote.

### Brojevi u baletu

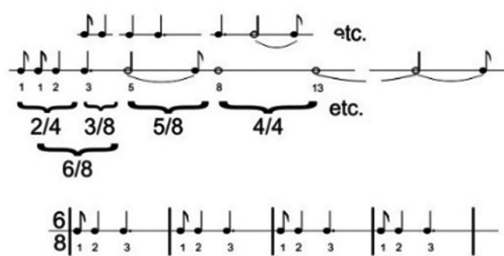
|                |   |
|----------------|---|
| 1              |  |
| $\frac{1}{2}$  |  |
| $\frac{1}{4}$  |  |
| $\frac{1}{8}$  |  |
| $\frac{1}{16}$ |  |

Slika 1. Razlomci u glazbi

Matematiku najčešće povezujemo s brojevima. Brojevi se u baletu nalaze u broju koraka plesnih pokreta. Plesači u baletu neprestano broje korake od 1 do 8 kako bi pratili ritam glazbe. Matematiku pronalazimo već u plesnim koracima. Svaki pokret u baletu započinje brojem 1. Neparni brojevi prate naglašene tonove u glazbi, dok oni parni prate naglašene. Svaki korak uvijek završava parnim brojem. U pokretu pirouetté plesač kreće s korakom 1, na koraku 2 izvodi okret, a koracima 3 i 4 vraća se u početni položaj. Budući da plesnim pokretima plesači prate glazbu, potrebno im je znanje svira li osmina, polovina, četvrtina ili cijela nota. Tu uočavamo razlomke. U nastavi matematike osnovne i srednje škole se kod uvođenja pojma razlomaka te razvijanja predodžbe o brojevima i uporabi osnovnih svojstava i međusobnih veza računskih operacija može primijeniti zapis u notama. Notni zapis povezuje slikovni prikaz razlomka s njegovim brojevnim zapisom i obratno.

Baletne koreografije prate skladbene kompozicije u kojima često pronalazimo Fibonaccijeve brojeve. Fibonaccijevi su brojevi: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13... Definirani su kao niz  $F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$ ,  $F_1 = 1, F_2 = 1$ . Omjer dvaju uzastopnih članova Fibinaccijeva niza daje dobru aproksimaciju „božanskog omjera” 1.618. Najjasniji prikaz Fibonaccijevog niza vidljiv je u skalama (ljestvicama). Vjeruje se da je Mozart koristio Fibonaccijev niz za skladanje u brojnim svojim djelima,

Fibonacci numbers  
1, 1, 2, 3, 5, 8, 13      Let  $\bullet = 1$

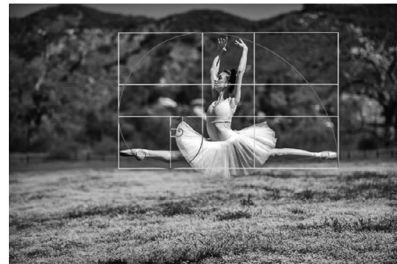


Slika 2. Fibonaccijevi brojevi u glazbi



što čujemo po savršenosti i skladu same glazbe, bez znanja o točnim brojkama i omjerima u obliku i formi.

Zlatni rez najugodniji je ljudskom oku. Plešući na taktove kompozicija s Fibonaccijevim brojevima, plesači formiraju zlatne spirale.



Slika 3. Prikaz balerina u pokretu zlatne spirale

## Geometrija i balet

U baletu je geometrija najprepoznatljivija grana matematike.

Baletni plesni pokreti kombinacija su oblika, točaka, kutova i linija. U koreografskim formacijama baleta pronalazimo ravne, paralelne i dijagonalne linije te kružnice.



Slika 4. Formacija balerina po uzorku ravne linije



Slika 5. Formacija plesača po uzorku paralelnih linija





Slika 6. Formacija plesača po uzorku dijagonalnih linija



Slika 7. Formacija plesača po uzorku kruga



Slika 8. Formacija plesača po uzorku koncentričnih kružnica

### Geometrijski likovi i balet

Baletna izvedba zahtijeva različite oblike tijela u kojima možemo primijetiti geometrijske likove: trokut, pravokutnik, kvadrat i krug.



Slika 9. Položaj tijela plesača u obliku pravokutnika



Slika 10. Položaj tijela plesača u obliku trokuta



Slika 11. Položaj tijela plesača u obliku kruga



## Kutovi u baletu

Baletnu umjetnost karakteriziraju elegancija i vizualni doživljaj plesača. Osim sluha, ritmičnosti i muzikalnosti, plesaču je potrebna i vrlo razvijena stabilnost i fleksibilnost tijela. Ono što je zanimljivo u baletnim tehnikama su brojni sitni detalji koji čine savršenstvo. Svaka tehnika ima svoje zakonitosti. Plesači baleta se tijekom plesa moraju koncentrirati na kutove stopala, nogu, ruku i tijela kako bi pravilno izveli pokrete. Svaki pokret tijela izvodi se pod određenim kutom i zato je poznavanje mjera kutova u baletu od izuzetne važnosti.



Slika 12. Arabesqué – forma u baletu gdje je kut nogu plesača  $90^\circ$



Slika 13. Grand Jeté – forma u baletu gdje je kut nogu plesača  $180^\circ$



Slika 14. Passé – forma u baletu gdje je kut nogu plesača  $45^\circ$

## Preslikavanja prostora

U pokretima pojedinca ili skupine prilikom izvođenja plesne koreografije možemo uočiti preslikavanja u prostoru kao što su translacija, simetrija, rotacija i refleksija. Translacija je u geometriji preslikavanje u ravnini ili prostoru koja točke ravnine translata u istom smjeru i za istu udaljenost. U baletu translaciju možemo uočiti u povezanim koracima u kojima se plesač nakon izvođenja vraća u početni položaj. Simetrija je preslikavanje u ravnini ili prostoru u odnosu na os, točku ili ravninu. Simetriju u baletu možemo uočiti u pokretima pojedinca ili skupine.



Slika 15. Simetričnost koreografske formacije





Refleksija je zrcalna simetrija, preslikavanje u ravnini ili prostoru u odnosu na os, točku ili ravninu koji su suprotne orijentacije.

*Slika 16. Refleksija u položaju tijela balerine*

Osim simetrija, u baletu je česta primjena i antisimetrije. Antisimetrija služi kao metoda odvratanja fokusa gledatelja sa scene.



*Slika 17. Antisimetričnost u položaju tijela balerine*

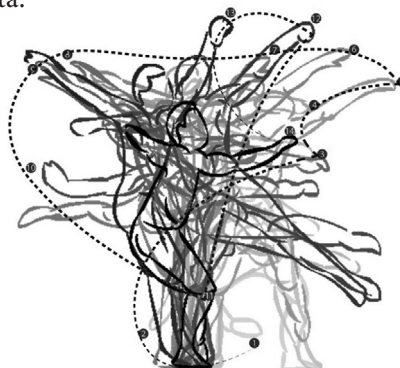


*Slika 18. Pirouetté*

U okretima plesača najizraženija je rotacija. Rotacija je preslikavanje ravnine ili prostora u kojem se objekt rotira oko osi ili centra za određeni kut. Rotacija plesača je najčešće za  $360^\circ$  i taj pokret naziva se pirouetté. Pirouetté je vrtnja plesača na jednoj nozi. Plesači se vrte u smjeru kazaljke na satu ili obrnuto od smjera kazaljke sata. Česti su okreti i od  $180^\circ$  te ponekad i od  $45^\circ$ .

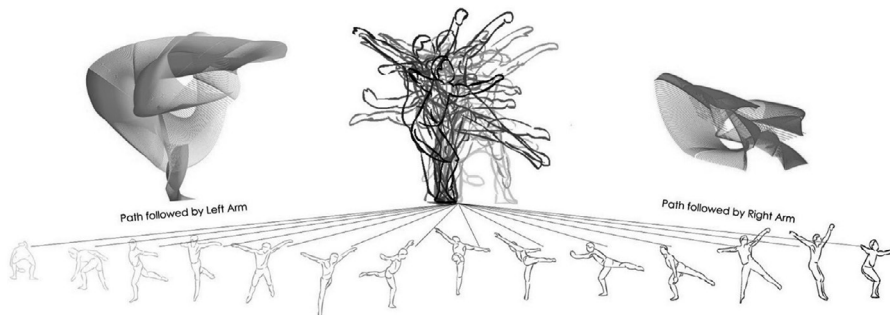
### **Kombinacija plesnih pokreta**

Prilikom izvođenja baletnih koreografija plesači izvode kombinacije baletnih plesnih pokreta.



*Slika 19. Grafički prikaz kombiniranih pokreta plesača baleta*





Slika 20. Grafički prikaz pokreta plesača baleta koji prati lijevu i desnu ruku

## Primjena u nastavi matematike

Zadatci i problemi u nastavi matematike većinom se prikazuju učenicima na način koji je njima lako razumljiv i predočiv. Budući da su geometrija i balet povezani neraskidivim vezama, tehnike baleta možemo primijeniti u nastavi matematike. Učenike podijelimo u skupine prema geometrijskom liku (trokut, kvadrat, pravokutnik i krug). Svaka skupina izvodi razne položaje tijela na temelju formacija u baletu koji odgovaraju određenom geometrijskom liku. Učenici sudjeluju u raspravi i navode definicije i svojstva geometrijskih likova. Opisana aktivnost može se primijeniti i za određivanje mjera kutova (šiljasti, pravi, ispruženi i tupi kut). Učenici dijelovima tijela prikazuju veličine kutova. To su samo neki od načina na koje znanja o baletu možemo primijeniti u nastavi matematike. Primjenom znanja i vještine plesa možemo pomoći učenicima da lakše razumiju i shvate apstraktne matematičke koncepte.

## Literatura:

1. E. Adžaga (2013./2014.): *Fibonaccijev niz u glazbi*, Matka br. 88, str. 254-255.
2. K. Gibson (2019.): *The Mathematical Modelin of Ballet*, Mathematics Senior Capstone Papers. 6, <https://digitalcommons.latech.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1005&context=mathematics-senior-capstone-papers>.
3. K. Schaffer (2011.): *Mathematics and Ballet Barre*, <http://archive.bridgesmathart.org/2012/bridges2012-529.pdf>.
4. C. von Renesse (2016.): *Discovering the Art of Mathematics Dance*, <https://www.artofmathematics.org/books/dance>.

