



Transformacijos

Kas tai? Ką su jomis veikti?

Vytautas Miežys

elicejus.lt

2024-01-04



Kodėl nusprendžiau parengti pranešimą šia tema?

- Rengiu turinį Elicėjaus platformai, recenzuoju kelis vadovėlius, tad tenka iš anksto pasidomėti, kas moksleivių laukia.
- Mano transformacijos tyrinėjant transformacijas:
 - Pyktis
 - Susitaikymas
 - Pasidalijimas

Planas

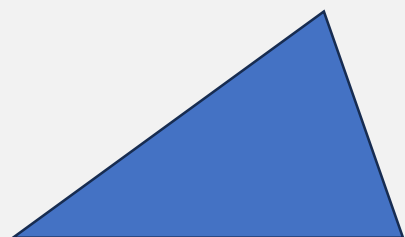
- Kodėl transformacijos atsirado programoje?
- 1-4 kl.
- 5-6 kl.:
 - Figūrų lygumas: postūmio, posūkio ir atspindžio transformacija
 - Figūrų panašumas: didumo keitimo transformacija
 - Ką tiksliai reiškia transformacija?
 - Transformacijos ir simetrija
- 7 kl.: transformacijos koordinačių plokštumoje
- 8 kl.. Vektoriai
- 11 kl. funkcijos grafiko transformacijos

Prieš pradedant

- Aš nesu programų autorius
- Spėliojimai

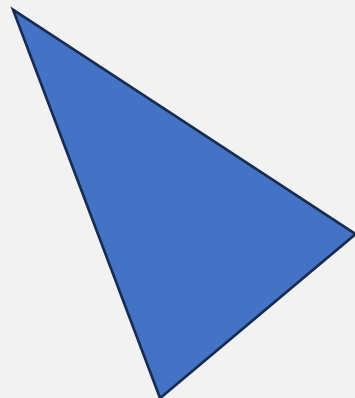
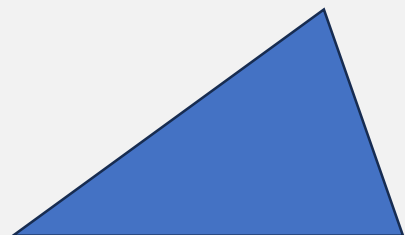
Kodėl transformacijos atsirado BP?

Ar lygios šios figūros?



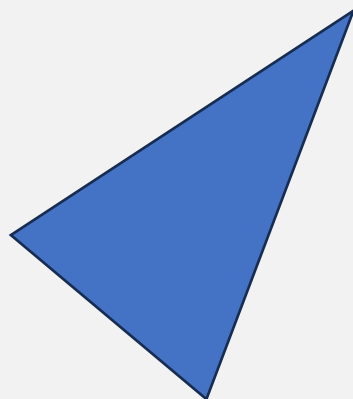
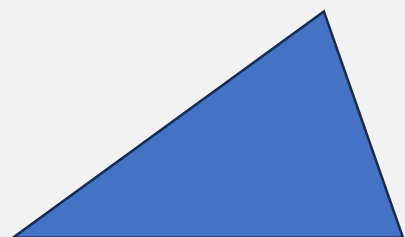
Kodėl transformacijos atsirado BP?

Ar lygios šios figūros?



Kodėl transformacijos atsirado BP?

Ar lygios šios figūros?



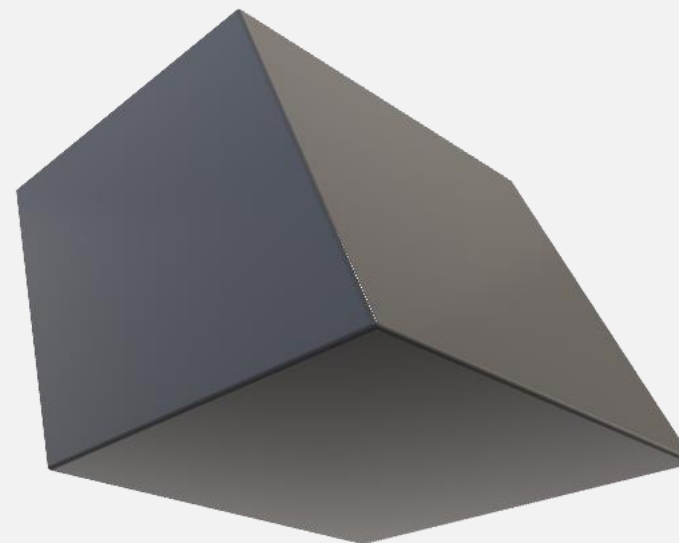
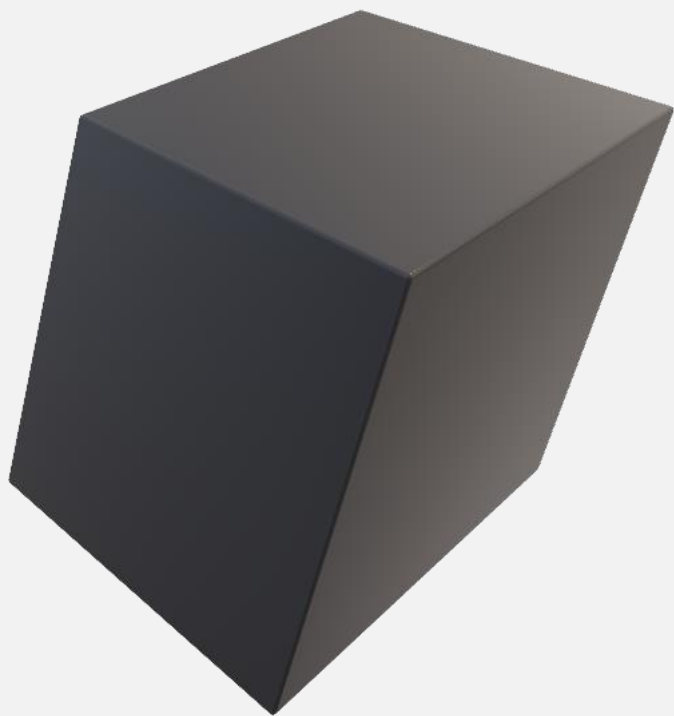
Kodėl transformacijos atsirado BP?

Ar lygios šios figūros?



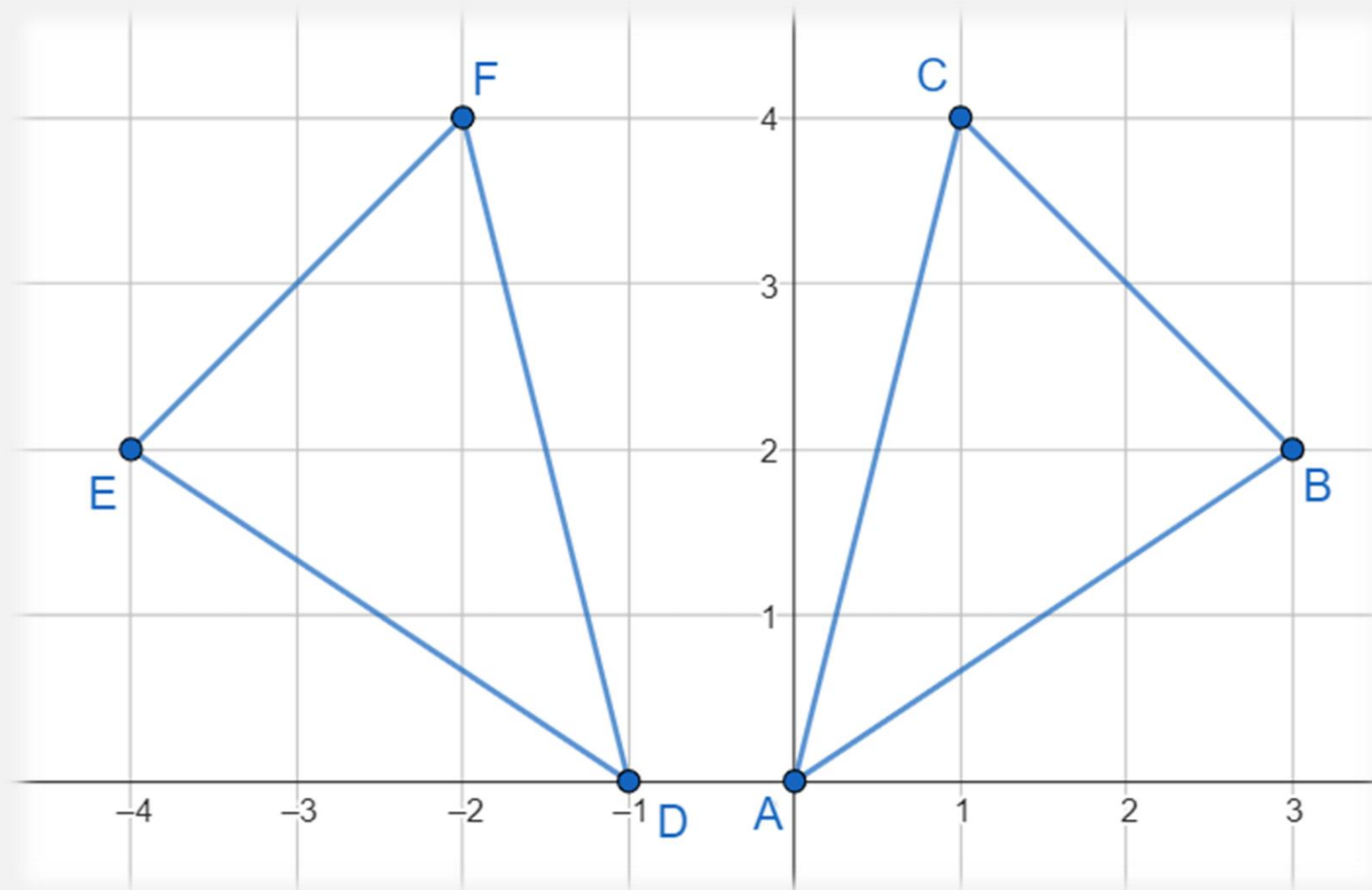
Kodėl transformacijos atsirado BP?

Ar lygios šios figūros?



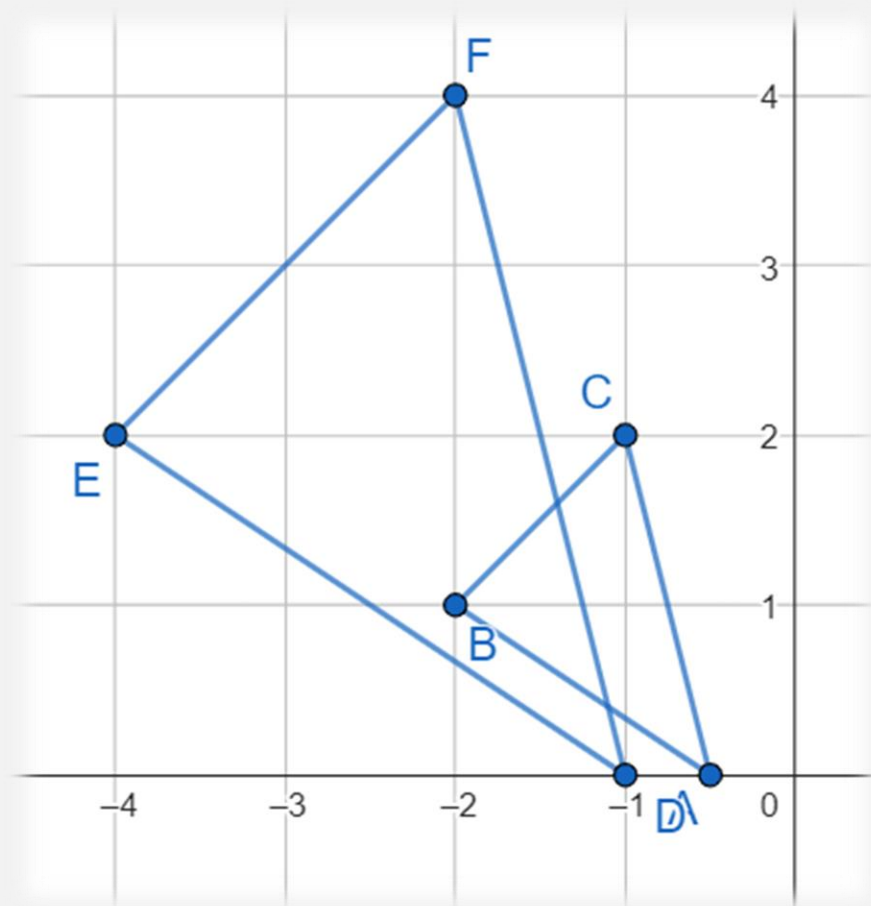
Kodēl transformācijos atsirādo BP?

Ar lygū
trikampāi
 $\triangle ABC$ ir $\triangle DEF$?



Kodēl transformācijas atsirado BP?

Ar PANAŠŪS trikampiai $\triangle ABC$
ir $\triangle DEF$?

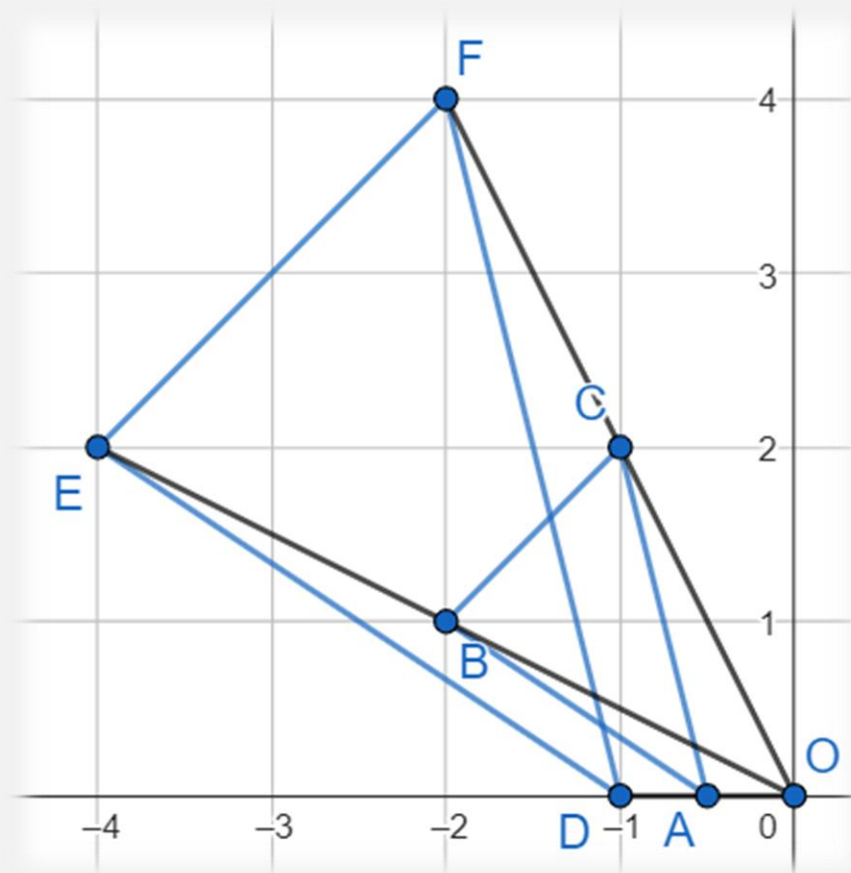


Kodėl transformacijos atsirado BP?

Ar PANAŠŪS trikampiai $\triangle ABC$
ir $\triangle DEF$?

Sprendimas:

Taip, jei trikampį $\triangle ABC$
padidinsime 2 kartus taško
(0, 0) atžvilgiu, gausime
trikampį $\triangle DEF$.



Kodėl transformacijos atsirado BP?

Labai natūralus būdas kalbėti apie figūrų lygumą ir panašumą.

Kodėl transformacijos egzistuoja matematikoje?

- Geometrinėmis transformacijomis paremta tiesinė algebra (vektoriai ir matricos) (svarbi šaka matematikos taikymuose)
- Matematikoje simetrijos samprata remiasi transformacijomis. Daug svarbių matematinių rezultatų (įskaitant algebrinių) remiasi tam tikra objekto simetrija, kurią matematikai pastebi.

Kodėl transformacijos egzistuoja matematikoje?

- Tai patogus būdas apibrėžti lygias ir panašias figūras.
- Geometrinėmis transformacijomis paremta tiesinė algebra (vektoriai ir matricos) (svarbi šaka matematikos taikymuose)
- Matematikoje simetrijos samprata remiasi transformacijomis. Daug svarbių matematinių rezultatų (įskaitant algebrinių) remiasi tam tikra objekto **simetrija**, kurią matematikai pastebi.

Kuo čia dėtos transformacijos?

Transformacijos BP trumpai

- 1-4 kl. postūmio, posūkio atpažinimas
- 5 kl.: simetrija tiesės atžvilgiu (atspindys), centrinė simetrija, posūkis, postūmis (lygiagretusis postūmis)
- 6 kl. panašumas, trikampių lygumas
- 7 kl. transformacijos koordinačių plokštumoje
- 8 kl. vektoriai
- 11 kl. funkcijos grafiko transformacijos

Transformacijos BP: 5-6 kl.

citatos su iškarpymais

5 kl. Transformacijos. Apibrėžiamos transformacijos: simetrija tiesės atžvilgiu (atspindys), centrinė simetrija, posūkis, postūmis (lygiagretusis postūmis). (...) mokomasi užbaigti braižyti figūrą, kad ji būtų simetriška, atkurti simetrišką figūrą (...)

6 kl. Transformacijos. (...) aptariama, kaip galima padidinti ar sumažinti objekto vaizdą. (...)

Braižymas. (...) mokomasi atidėti atkarpai lygią atkarpą, nubraižyti kampui lygų kampą, trikampiui lygų trikampį. (...) Apibendrinant pavienius lygių trikampių brėžimo atvejus, suformuluojama taisyklė apie trikampio egzistavimą, suformuluojami trikampių lygumo požymiai (...).

Plokščiosios figūros. Apibrėžiama, kokios figūros matematikoje vadinamos panašiosiomis. (...) Suformuluojami trikampių panašumo požymiai.

Transformācijas BP: 5-6 kl.

mano interpretacija

BP: 5 kl. *Transformācijas.* Apibbrēžiamos transformācijas: simetrija tiesēs atžvilgiu (atspindys), centrīnē simetrija, posūkis, postūmis (lygiagretusis postūmis). (...) mokomasi užbaigti braižyti figūrā, kad ji būtu simetriška, atkurti simetriškā figūrā (...)

Transformacijos BP: 5-6 kl.

mano interpretacija

BP: 5 kl. Transformacijos. Apibrėžiamos transformacijos: simetrija tiesės atžvilgiu (atspindys), centrinė simetrija, posūkis, postūmis (lygiagretusis postūmis). (...) mokomasi užbaigti braižyti figūrą, kad ji būtų simetriška, atkurti simetrišką figūrą (...)

Interpretuoju:

Kokias figūras laikome lygiomis? Tokias, kurias galime sutapatinti atlikę tam tikras transformacijas: postūmį, posūkį ir atspindį. Atspindį dar galima vadinti simetrija tiesės atžvilgiu; Centrinė simetrija – specialus posūkio atvejis.

Transformacijos BP: 5-6 kl.

mano interpretacija

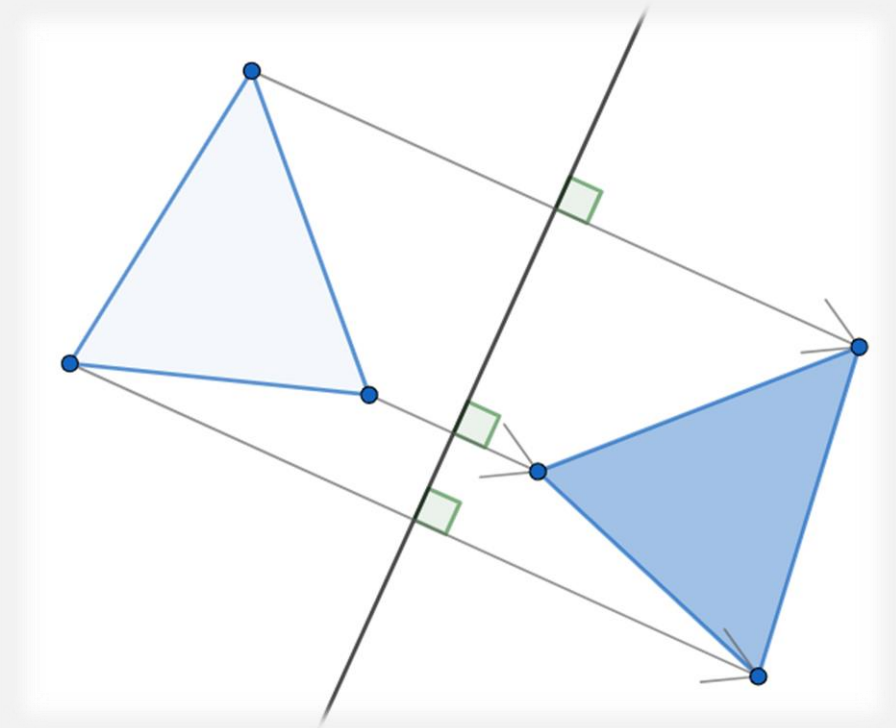
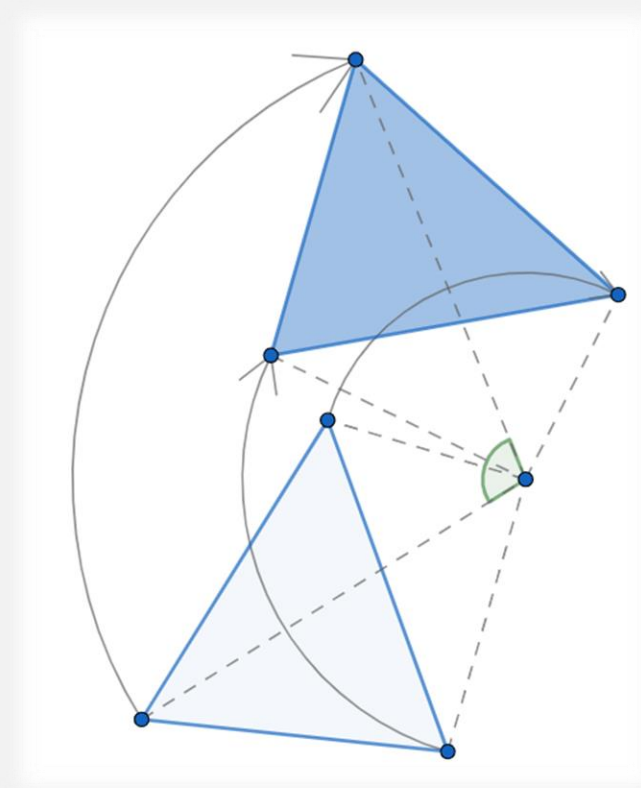
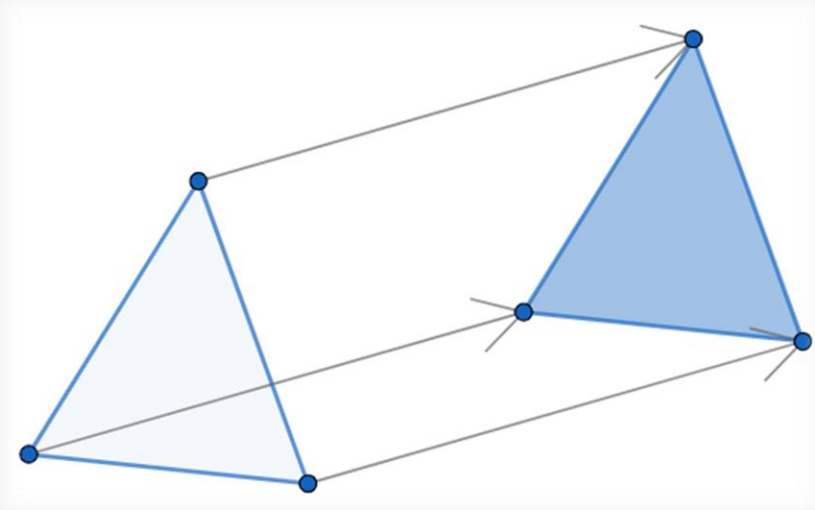
6 kl. Transformacijos. (...) aptariama, kaip galima padidinti ar sumažinti objekto vaizdą. (...) *Braižymas.* (...) mokomasi atidėti atkarpai lygią atkarpą, nubraižyti kampui lygų kampą, trikampiui lygų trikampį. (...) Apibendrinant pavienius lygių trikampių brėžimo atvejus, suformuluojama taisyklė apie trikampio egzistavimą, suformuluojami trikampių lygumo požymiai (...). *Plokščiosios figūros.* Apibrėžiama, kokios figūros matematikoje vadinamos panašiosiomis. (...) Suformuluojami trikampių panašumo požymiai.

Interpretuoju:

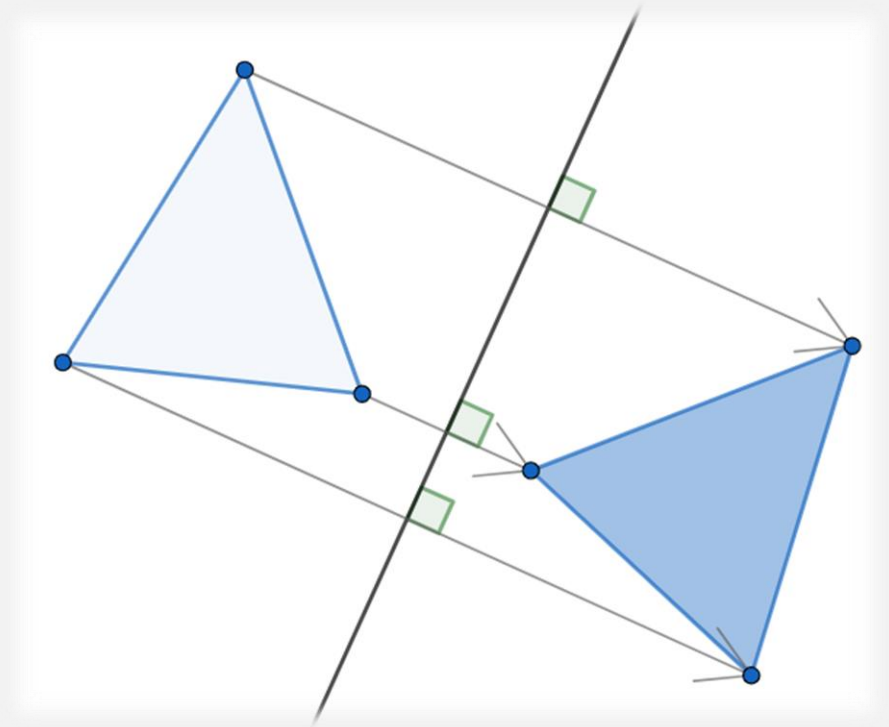
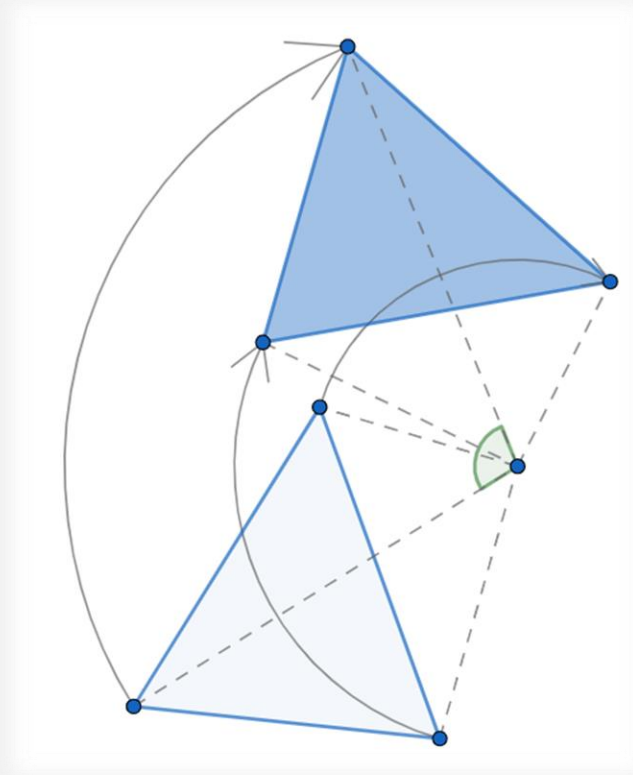
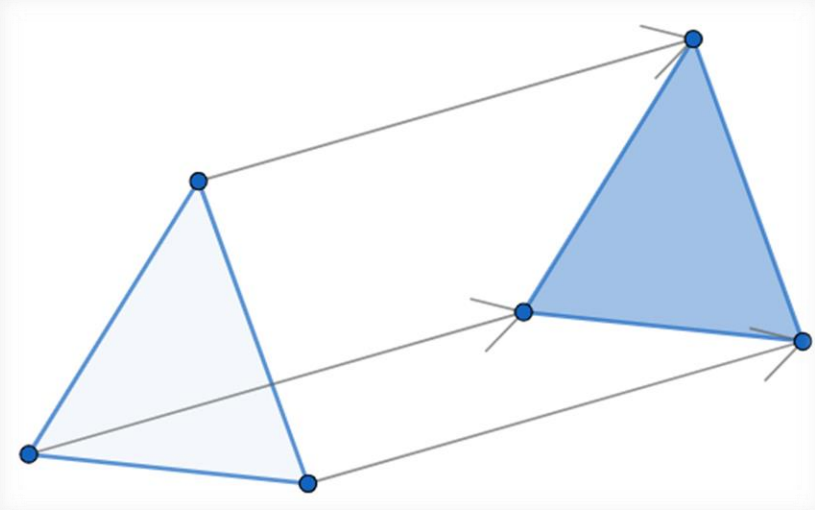
Trikampių lygumas: turim trikampį A , konstruojam A' , reikia pagrįsti, kad A' galiu transformuoti ir gausiu A .

Panašumas: Kokias figūras laikome panašiosiomis? Tokias, kurias padidinę ar sumažinę gauname lygias figūras. Vadinasi, reikia apibrėžti didinimo / mažinimo transformaciją.

Postūmis, posūkis, atspindys



Postūmis, posūkis, atspindys



Apibendrinančios sąvokos: kietoji transformacija; judesys; izometrija.

Didinimas ir mažinimas

???

Kas yra transformacija?

- Kodėl šis klausimas svarbus?
 - Kai atlieki transformaciją ar buvusi figūra dingsta ir atsiranda tik nauja?
 - Kaip jas vadinti?
 - Ar yra įprastas būdas žymėti gautą figūrą?
 - Ar galima sakyti transformuok figūrą? Gal reikia sakyti nubraižyk transformuotą figūrą?

Transformācija – tai ...

- Iš VLE: **transformācija** (lot. *transformatio* – pasikeitimas), aibēs abipusis vienareikšmis atvaizdavimas ģ jā pačią (bijekcija).

Transformacija – tai ...

- Iš VLE: **transformācija** (lot. *transformatio* – pasikeitimas), aibės abipusis vienareikšmis atvaizdavimas į ją pačią (bijekcija).

Vadinasi, transformacija yra funkcija.

Transformacija – tai ...

- Iš VLE: **transformācija** (lot. *transformatio* – pasikeitimas), aibės abipusis vienareikšmis atvaizdavimas į ją pačią (bijekcija).

Vadinasi, transformacija yra funkcija.

Be to bijekcija, vadinasi, kiekvienai transformacijai privalo egzistuoti atvirkštinė transformacija.

Transformacija – tai ...

- Iš VLE: **transformācija** (lot. *transformatio* – pasikeitimas), aibės abipusis vienareikšmis atvaizdavimas į ją pačią (bijekcija).

Vadinasi, transformacija yra funkcija.

Be to bijekcija, vadinasi, kiekvienai transformacijai privalo egzistuoti atvirkštinė transformacija.

Apibrėžimo ir reikšmių sritis: plokštuma.

Pavyzdžiui postūmis yra (neišsigąskit)

Pavyzdžiui postūmis yra (neišsigąskit)

$$P: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$$

Pavyzdžiui postūmis yra (neišsigąskit)

$$P: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$$

$$P((x, y)) =$$

Pavyzdžiui postūmis yra (neišsigąskit)

$$P: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$$

$$P((x, y)) = (x + a, y + b),$$

Pavyzdžiui postūmis yra (neišsigąskit)

$$P: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$$

$$P((x, y)) = (x + a, y + b),$$

čia $a, b \in \mathbb{R}, (x, y) \in \mathbb{R}^2$.

Pavyzdžiui postūmis yra (neišsigąskit)

$$P: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$$

$$P((x, y)) = (x + a, y + b),$$

čia $a, b \in \mathbb{R}, (x, y) \in \mathbb{R}^2$.

Panašiai daugyba iš dviejų yra funkcija

$$D: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$$

$$D(x) = 2x,$$

čia, $x \in \mathbb{R}$.

Pavyzdžiui postūmis yra (neišsigąskit)

$$P: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$$

$$P((x, y)) = (x + a, y + b),$$

čia $a, b \in \mathbb{R}, (x, y) \in \mathbb{R}^2$.

Paprasciau postūmio funkciją užrašyti taip:

$$(x, y) \mapsto (x + a, y + b)$$

Panašiai daugyba iš dviejų yra funkcija

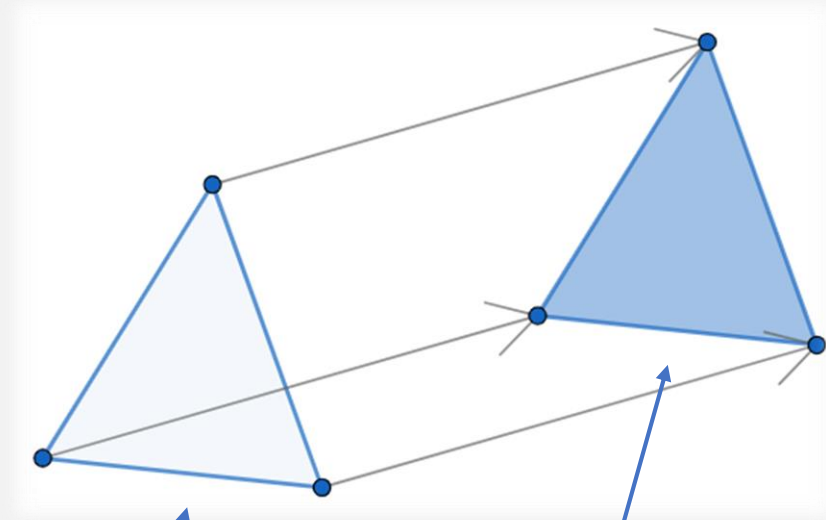
$$D: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$$

$$D(x) = 2x,$$

čia, $x \in \mathbb{R}$.

Tai ką mes darome transformuodami figūrą?

- Pritaikome transformaciją (funkciją) kiekvienam geometrinės figūros taškui.
- Panašiai galime galvoti apie tai, kaip atlikdami veiksmą $3 + 5$ skaičiui 3 pritaikome funkciją $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, $f(x) = x + 5$.
- Funkcijos argumentas 3; 8 yra funkcijos reikšmė.



Argumentas?

Reikšmė?

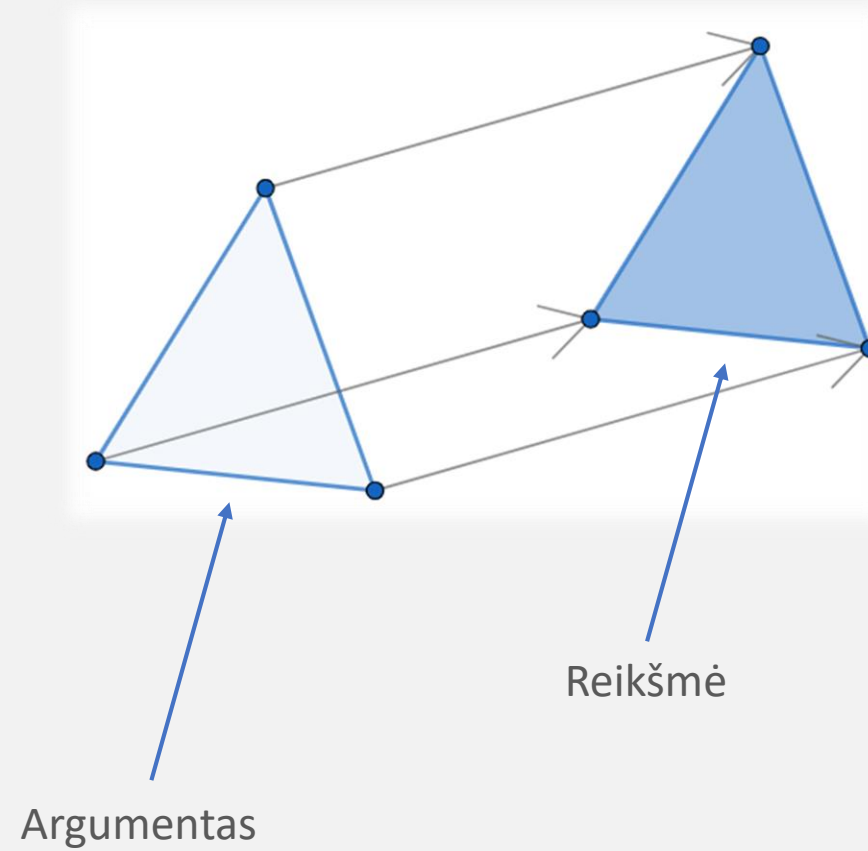
Pavyzdžiui

- Kokį skaičių gauname, kai atliekame veiksmą $3+5$? 8

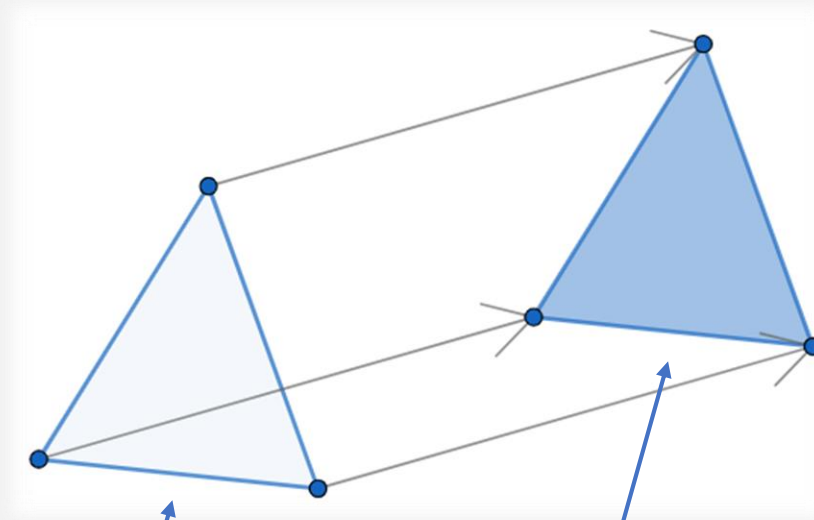
Pavyzdžiui

- Kokį skaičių gauname, kai atliekame veiksmą $3+5$? 8
- Nubraižyk figūrą, kurią gausi transformavęs ...
 - Taigi šiuo atveju svarbi tik transformuota figūra, pradinės gali nebūti.

Terminai vietoje argumento ir reikšmės



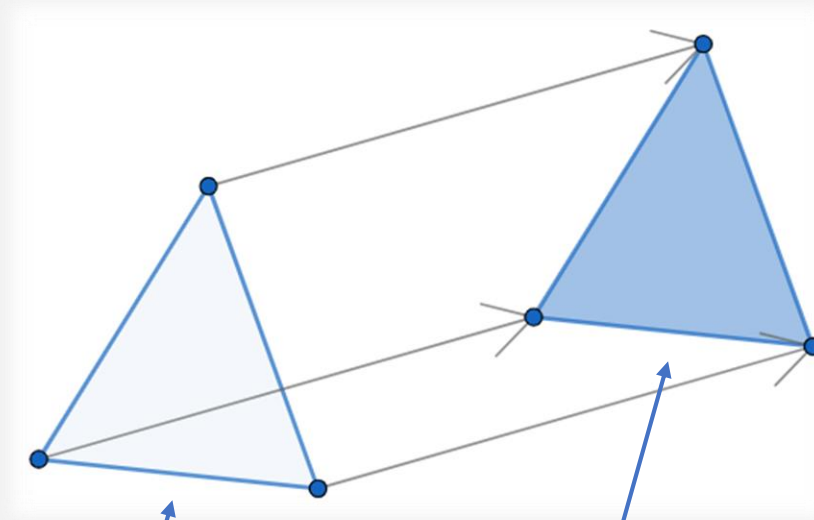
Terminai vietoje argumento ir reikšmės



Pradinė figūra

Transformuota (gauta) figūra

Terminai vietoje argumento ir reikšmės



Pradinė figūra /
Pirmavaizdis

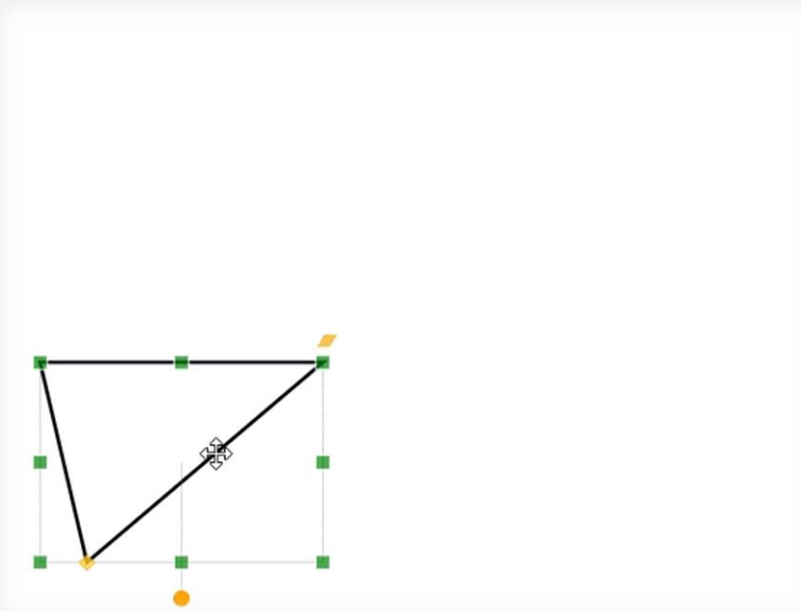
Transformuota (gauta) figūra /
Vaizdas

Transformacija = Atvaizdis (funkcija)

Tai kaip su didinimu / mažinimu?

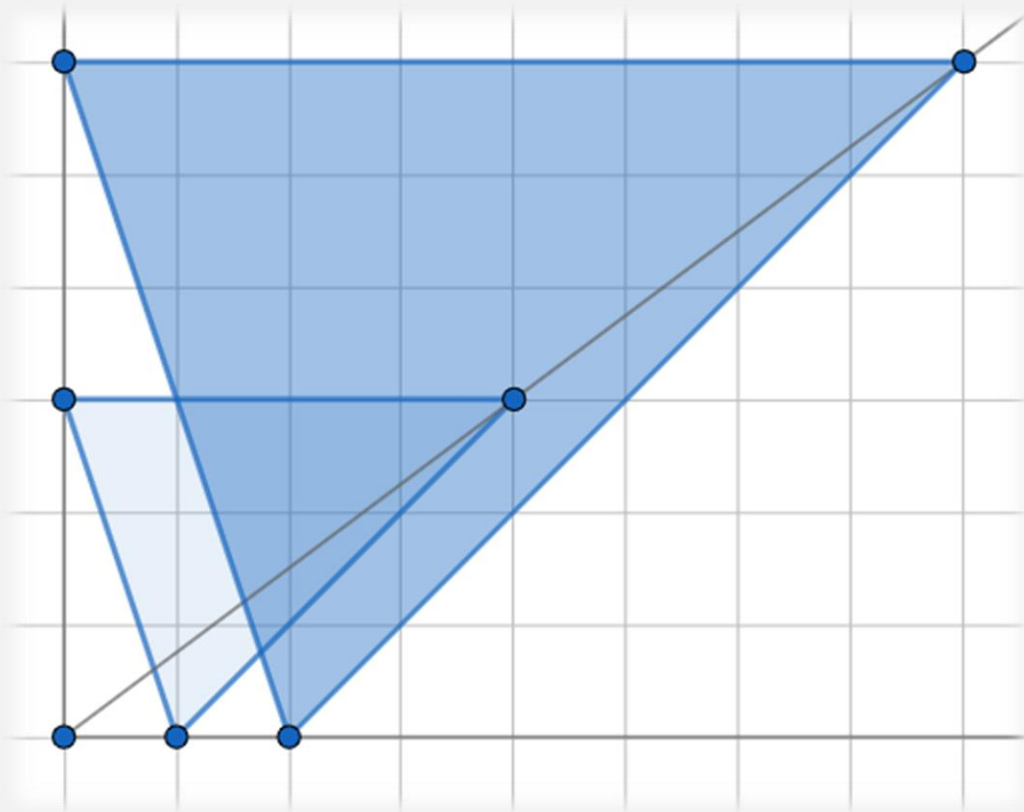
Tai kaip su didinimu / mažinimu?

Manau, prasminga būtų remtis moksleivių intuicija keičiant paveikslėlių didumą:

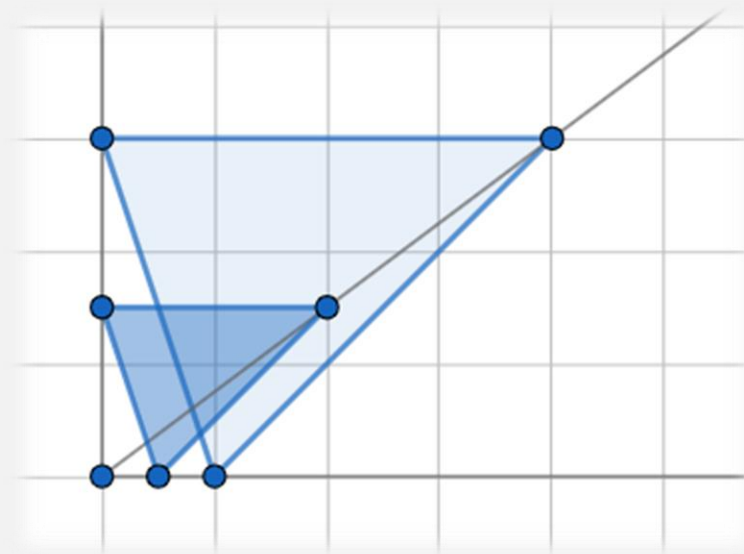


Jų intuiciją galima būtų patikslinti

Didinimas



Mažinimas



Tai kas čia per transformacija?

- Matematikoje ši transformacija vadinama *homotetija* (sen. gr. *homo* – vienodas, *thesis* – padėtas, padėtis).
- Mokykloje ją galima būtų vadinti (???):
 - Homotetija
 - Panašumo transformacija (Matematikoje įprasta panašumo transformacija vadinti homotetijos ir judesio kompoziciją, taigi problematiška...)
 - Mastelio keitimo transformacija
 - Didinimo / mažinimo transformacija
 - Didumo keitimo transformacija

Taigi apibendrinant 5-6 klases

1. Lygių figūrų samprata per judesį (postūmis + posūkis + atspindys)
2. Didumo keitimo transformacija (homotetija, didinimo / mažinimo transformacija ??)
3. Panašumo samprata per didumo keitimą + judesį
4. Trikampių lygumo ir panašumo požymiai išvedami remiantis lygių ir panašių figūrų samprata per transformacijas

Taigi apibendrinant 5-6 klases

1. Lygių figūrų samprata per judesį (postūmis + posūkis + atspindys)
2. Didumo keitimo transformacija (homotetija, didinimo / mažinimo transformacija ??)
3. Panašumo samprata per didumo keitimą + judesį
4. Trikampių lygumo ir panašumo požymiai išvedami remiantis lygių ir panašių figūrų samprata per transformacijas

Tai kaip su simetrija?

Kas yra simetrija mokykloje?

- IR transformacija, IR objekto savybė
- Yra apibrėžtos dvi atskiros simetrijos, jos tarsi ištirpsta likusioje programoje.

VLE

Kas yra simetrija mokykloje?

- IR transformacija, IR objekto savybė
- Yra apibrėžtos dvi atskiros simetrijos, jos tarsi ištirpsta likusioje programoje.
- Pagal [VLE](#): **simètriija** (gr. *symmetria* – atitikimas), matematikos objekto arba matematinės struktūros (lauko, žiedo, topologinės erdvės ir t. t.) invariantiškumas izometrijų atžvilgiu.

Kas yra simetrija mokykloje?

- IR transformacija, IR objekto savybė
- Yra apibrėžtos dvi atskiros simetrijos, jos tarsi ištirpsta likusioje programoje.
- Pagal [VLE](#): **simètrija** (gr. *symmetria* – atitikimas), matematikos objekto arba matematinės struktūros (lauko, žiedo, topologinės erdvės ir t. t.) invariantiškumas izometrijų atžvilgiu.
- VLE paprasčiau: simetrija – objekto savybė išlikti nepakitusiu po tam tikro judesio.
- Mano siūlymas (ateičiai): atsisakyti simetrijos termino vartojimo transformacijų kontekste ir apie simetriją kalbėti kaip apie objekto savybę.

Kas yra simetrija mokykloje?

- IR transformacija, IR objekto savybė
- Yra apibrėžtos dvi atskiros simetrijos, jos tarsi ištirpsta likusioje programoje.
- Pagal [VLE](#): **simètrija** (gr. *symmetria* – atitikimas), matematikos objekto arba matematinės struktūros (lauko, žiedo, topologinės erdvės ir t. t.) invariantiškumas izometrijų atžvilgiu.
- VLE paprasčiau: simetrija – objekto savybė išlikti nepakitusiu po tam tikro judesio.
- Mano siūlymas (ateičiai): atsisakyti simetrijos termino vartojimo transformacijų kontekste ir apie simetriją kalbėti kaip apie objekto savybę.
- Klausimas: kokia geometrinė figūra turi postūmio simetriją?



7 kl.: transformacijos koordinačių plokštumoje

7 kl.: transformacijos koordinačių plokštumoje

- *Transformacijos.* Mokomasi pagrįsti koordinačių plokštumoje pavaizduotų figūrų lygumą, nurodant transformacijų seką, kaip iš vienos figūros buvo gauta kita. Taip pat mokomasi šią seką apibūdinti, nurodant pradinės ir gautos figūros koordinates (pavyzdžiui, $(x; y)$, $(x + 2; y + 2)$, ...).

7 kl.: transformacijos koordinačių plokštumoje

- *Transformacijos.* Mokomasi pagrįsti koordinačių plokštumoje pavaizduotų figūrų lygumą, nurodant transformacijų seką, kaip iš vienos figūros buvo gauta kita. **Taip pat mokomasi šią seką apibūdinti, nurodant pradinės ir gautos figūros koordinates (pavyzdžiui, $(x; y)$, $(x + 2; y + 2)$, ...).**

Pradinės ir gautos figūros koordinačių seka

- BP: $(x, y), (x+2, y+2), \dots$
- Atrodo, paprasčiau būti negali.

Pradinės ir gautos figūros koordinačių seka

- BP: $(x, y), (x+2, y+2), \dots$
- Atrodo, paprasčiau būti negali.
- Posūkio transformacija aplink $(0, 0)$ kampų α prieš l.r.:

Pradinės ir gautos figūros koordinačių seka

- BP: $(x, y), (x+2, y+2), \dots$
- Atrodo, paprasčiau būti negali.
- Posūkio transformacija aplink $(0, 0)$ kampų α prieš l.r.:

$(x, y) \mapsto (x', y')$, čia

$$x' = x \cos \alpha - y \sin \alpha,$$

$$y' = x \sin \alpha + y \cos \alpha.$$

Septintokams pats tas :)

Visgi, panašu teks susidurti su šiomis transformacijomis:

- Postūmis
 - $(x, y) \mapsto (x + a, y + b)$

Visgi, panašu teks susidurti su šiomis transformacijomis:

- Postūmis
 - $(x, y) \mapsto (x + a, y + b)$
- Posūkis
 - Prieš l.r. aplink $(0,0)$ stačiuoju kampu: $(x, y) \mapsto$
 - Pagal l.r. aplink $(0,0)$ stačiuoju kampu: $(x, y) \mapsto$
 - Aplink $(0,0)$ ištiestiniu kampu: $(x, y) \mapsto$

Visgi, panašu teks susidurti su šiomis transformacijomis:

- Postūmis

- $(x, y) \mapsto (x + a, y + b)$

- Posūkis

- Prieš l.r. aplink $(0,0)$ stačiuoju kampu: $(x, y) \mapsto (-y, x)$

- Pagal l.r. aplink $(0,0)$ stačiuoju kampu: $(x, y) \mapsto (y, -x)$

- Aplink $(0,0)$ ištiestiniu kampu: $(x, y) \mapsto (-x, -y)$

Visgi, panašu teks susidurti su šiomis transformacijomis:

- Postūmis

- $(x, y) \mapsto (x + a, y + b)$

- Posūkis

- Prieš l.r. aplink $(0,0)$ stačiuoju kampu: $(x, y) \mapsto (-y, x)$

- Pagal l.r. aplink $(0,0)$ stačiuoju kampu: $(x, y) \mapsto (y, -x)$

- Aplink $(0,0)$ ištiestiniu kampu: $(x, y) \mapsto (-x, -y)$

- Atspindys

- OX atžvilgiu: $(x, y) \mapsto (x, -y)$

- OY atžvilgiu: $(x, y) \mapsto (-x, y)$

Pavyzdiniai uždaviniai (spėju)

(iš elicejus.lt)

Taškui $L(b; c)$ viena po kitos buvo atliktos dvi transformacijos. Čia b ir c yra kažkurie sveikieji skaičiai. Nurodyk taško koordinates po kiekvienos transformacijos.

Nr.	Transformacija	Koordinatės po transformacijos
1	Postūmis dešinėn per 4 vnt. ir žemyn per 2 vnt.	<input type="text"/>
2	Posūkis stačiuoju kampu aplink koordinatinių pradžios tašką pagal laikrodžio rodyklę.	<input type="text"/>

Dar vienas

8 kl.: vektoriai

8 kl.: vektoriai

- *Transformacijos.* Apibrėžiama vektorių (kryptinės atkarpos) sąvoka. Mokomasi atpažinti lygius, priešinguosius vektorius, rasti vektorių sumą, skirtumą, padauginti vektorius iš skaičiaus. Šie apibrėžimai taikomi, sprendžiant paprastus geometrinius uždavinius (plačiau vektorių sąvoka taikoma fizikos pamokose).

8 kl.: vektoriai

- *Transformacijos.* Apibrėžiama vektoriaus (kryptinės atkarpos) sąvoka. Mokomasi atpažinti lygius, priešinguosius vektorius, rasti vektorių sumą, skirtumą, padauginti vektorių iš skaičiaus. Šie apibrėžimai taikomi, sprendžiant paprastus geometrinius uždavinius (plačiau vektoriaus sąvoka taikoma fizikos pamokose).
- *Mano pasiūlymas:* vektorių apibrėžti kaip arba glaudžiai susieti su postūmio transformacija.

11 kl.: Funkcijos grafiko transformacijos

- Funkcijos grafikas yra geometrinė figūra.
- Moksleiviai 7-oje klasėje bus mokęsi transformuoti geometrinės figūras koordinačių plokštumoje.
- Taigi reikėtų nagrinėjant funkcijos grafiko transformacijas reikėtų šią temą sieti su anksčiau išmokta medžiaga.

11 kl. pavyzdys: Horizontalus grafiko postūmis (1)

- 7-oje kl. moksleiviai išmoksta, jog transformacija $(x, y) \mapsto (x + 1, y)$ yra postūmis dešinėn per 1 vnt.
- Funkcijos $y = x^2$ grafikui pritaikę transformaciją $(x, y) \mapsto (x + 1, y)$ gauname funkcijos $y = (x - 1)^2$ grafiką. Keista.

11 kl. pavyzdys: Horizontalus grafiko postūmis (2)

- Uždavinys: Funkcijos $f(x) = x^2$ grafikui pritaikius transformaciją $(x, y) \mapsto (x + 1, y)$ gaunamas funkcijos $y = g(x)$ grafikas. Raskite $g(x)$ išraišką.

11 kl. pavyzdys: Horizontalus grafiko postūmis (2)

- Uždavinys: Funkcijos $f(x) = x^2$ grafikui pritaikius transformaciją $(x, y) \mapsto (x + 1, y)$ gaunamas funkcijos $y = g(x)$ grafikas. Raskite $g(x)$ išraišką.
- Sprendimas:
 - Tegul taškas $A(x_0, y_0)$ priklauso funkcijos f grafikui. Taigi $A(x_0, y_0) = A(x_0, x_0^2)$. Jam atlikę nurodytą transformaciją gauname tašką $A'(x_0 + 1, x_0^2)$. Laikykime taško A' abscisę $x_0 + 1$ funkcijos g argumentu ir pažymėkime $x_1 = x_0 + 1$. Tada $x_0 = x_1 - 1$, ir tuomet $x_0^2 = (x_1 - 1)^2$, taigi $A'(x_0 + 1, x_0^2) = A'(x_1, (x_1 - 1)^2)$. Vadinasi, $g(x) = (x - 1)^2$.

11 kl. pavyzdys: Horizontalus grafiko postūmis (2)

- Uždavinys: Funkcijos $f(x) = x^2$ grafikui pritaikius transformaciją $(x, y) \mapsto (x + 1, y)$ gaunamas funkcijos $y = g(x)$ grafikas. Raskite $g(x)$ išraišką.
- Sprendimas:
 - Tegul taškas $A(x_0, y_0)$ priklauso funkcijos f grafikui. Taigi $A(x_0, y_0) = A(x_0, x_0^2)$. Jam atlikę nurodytą transformaciją gauname tašką $A'(x_0 + 1, x_0^2)$. Laikykime taško A' abscisę $x_0 + 1$ funkcijos g argumentu ir pažymėkime $x_1 = x_0 + 1$. Tada $x_0 = x_1 - 1$, ir tuomet $x_0^2 = (x_1 - 1)^2$, taigi $A'(x_0 + 1, x_0^2) = A'(x_1, (x_1 - 1)^2)$. Vadinasi, $g(x) = (x - 1)^2$.
- Žinoma, gali būti ir kitokių būdų šias mintis sieti.

Taigi

- Transformacija yra funkcija
- Lygių figūrų samprata paremta judesiu
- Panašių figūrų samprata paremta didumo keitimo + judesiu
- Simetrija – objekto savybė išlikti nepakitusia po judesio (*siūlymas ateičiai*)
- Vektoriai „atsispiria“ nuo postūmio
- Funkcijų grafikų transformacijų sąsajos su ankstesnėmis transformacijomis
- Ateities tyrinėjimams: transformacijų naudojimas sprendžiant uždavinius, įrodinėjant teiginius

Šaltiniai

- Bendrosios programos: <https://www.emokykla.lt/bendrosios-programos/visos-bendrosios-programos>
- Posūkis (Rimas Norvaiša): <https://www.vle.lt/straipsnis/posukis/>
- Simetrija (Rimas Norvaiša): <https://www.vle.lt/straipsnis/simetrija-3/>
- Atvaizdis: <https://www.vle.lt/straipsnis/atvaizdis/>
- Judesys (Petras Vaškas): <https://www.vle.lt/straipsnis/judesys/>
- Panašumas (Rimas Norvaiša): <https://www.vle.lt/straipsnis/panasumas/>
- Homotetija (Aivaras Novikas): <https://mif.vu.lt/matematikos-olimpiados/wp-content/uploads/2021/01/14-KNYGA.pdf> (žr. IV skyrių)
- Transformacijos (Vaiva Grabauskienė): <https://portalcris.vdu.lt/server/api/core/bitstreams/27ffb0a3-2330-45bb-9f19-fe0a3be71c12/content>





Tikiuosi, pravers, sėkmės!

Vytautas Miežys

elicejus.lt

2024-01-04

