


Učno gradivo

Veliko poskusov obstaja v zvezi s funkcijskimi zvezami (glej literaturo → Beckmann 2006). Izbiramo jih lahko na različne načine glede na razred in stopnjo sposobnosti dijakov. Naslednji poskusi so lahko enostavno izvedeni v dnevni šolski rutini v matematičnih učilnicah. Torej ne potrebujemo fizikalnih učilnic ali učilnic z obširno zbirko in dostopi do zahtevne opreme za poskuse. Zato enostavno¹ izberemo gradivo in korelacije. Predlogi se ne omejijo le na eno vrsto funkcije (npr. linearna funkcija), saj bi radi, da funkcijske zveze niso očitne in jih je treba raziskati (glej literaturo → Beckmann 2006a). Nekdo iz učne skupine lahko najde ustrezno funkcijsko odvisnost. Najbolj pomembni sta ustna in tekstualna analiza spremembe in medsebojne odvisnosti opazovanih količin.

Potek

Uvod	Učitelj predstavi delo. Možne snovi: merjenje napak, risanje najbolj prilegajoče se premice itd. → Literatura
Delo na postaji	Poskusi so razvrščeni po postajah. Učenci naj delajo samostojno (na primer z uporabo delovnih listov). 
Skupna razprava	Vsaka skupina predstavi rezultate dela na eni postaji.

Poskusi (glej naslednje strani)


¹ Tukaj omenjeni primeri poskusov predstavljajo možen izbor. Deloma so citirani v (Beckmann 2006), kjer lahko najdemo številne predloge.

ScienceMath-projekt: Funkcijske zveze 1

Ideja: Astrid Beckmann, University of Education

Schwäbisch Gmünd, Nemčija

Prva postaja:**Poskus *Električen avto***


Spremenljivki	Razdalja in čas	
Odvisnost	Sorazmerna	
Gradivo	avtomobilček , merilni trak (dolg najmanj dva metra), štoparice	
Delo	Merjenje časa, ki ga avto potrebuje za določene razdalje.	
Interdisciplinarno ozadje	Avto se premika naravnost naprej s konstantno hitrostjo. To premo enakomerno gibanje ima sledečo lastnost: v enakem času so opravljene enake razdalje, kar pomeni, da sta razdalja s in čas t v razmerju: $s/t = \text{konstanta}$. Konstantna vrednost predstavlja nespremenljivo količino, in sicer hitrost v . Merska enota za hitrost je m/s (meter na sekundo).	
Povezava z realnostjo	Vožnja z avtom.	

ScienceMath-projekt: Funkcijske zveze 1

Ideja: Astrid Beckmann, University of Education

Schwäbisch Gmünd, Nemčija

Druga postaja:**Poskus *Kapljanje***

Spremenljivke	Volumen in število kapljic	
Odvisnost	Sorazmerna	
Gradivo	Trinožnik z nastavkom za ločitveni lijak, merilni valj z milimetrsko skalo, voda	
Delo	Ločitveni lijak napolnimo z vodo. Nato odpremo ventil, tako da voda počasi kaplja v merilni valj, ki je pod lijakom. Štejemo kapljice. Volumen vode merimo s pomočjo merilnega valja.	
Sorazmernostni faktor	Kvocijent volumna in števila kapljic je konstanten. Konstanta je volumen ene kapljice.	
Interdisciplinarno ozadje	<p>S kapljanjem vode iz ločitvenega lijaka se povečuje volumen vode v merilnem valju. Če pustimo vodo kapljati tako, da ima vsaka kapljica enak volumen, se volumen vode spreminja sorazmerno s številom kapljic.</p> <p>$V \sim n$ (V = volumen vode v merilnem valju, n = število kapljic) oziroma $V/n = \text{konst.}$</p> <p>Konstanta je volumen ene kapljice.</p> <p>Upoštevanje termina »kapljica«: V splošnem je kapljica tvorba kapljevine, ki se zaradi površinske napetosti oblikuje v obliko krogle. Beseda kapljica je privzeta iz pojavnosti »kapljanje«, ki je posledica najmanjšega zračnega upora. V poskusu termin kapljica pomeni količino vode, ki pada dol.</p>	
Povezava z realnostjo	Poraba vode, ki je posledica kapljanja iz pipe, zaloga vode na zemlji.	

ScienceMath-projekt: Funkcijske zveze 1

Ideja: Astrid Beckmann, University of Education

Schwäbisch Gmünd, Nemčija

Tretja postaja**Poskus *Prosti pad***


Spremenljivke	Pot in čas
Odvisnost	Kvadratna
Gradivo	Žogica (npr. teniška), merilni trak, štoparice, šolsko stopnišče, kjer lahko spustimo žogico in izmerimo pot, ki jo opravi. 
Delo	Najprej označimo različne položaje, od koder bomo spustili žogico. S trakom izmerimo njihovo oddaljenost od tal. Nato spustimo žogico iz označnih položajev in izmerimo posamezne čase padanja.
Interdisciplinarno ozadje	Na Zemlji se padajoče telo giblje enakomerno pospešeno s pospeškom $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (zemeljski pospešek v Srednji Evropi – zračni upor zanemarimo). To enakomerno pospešeno gibanje ima naslednjo lastnost: $s \sim t^2$ oziroma $s/t^2 = \text{konst.}$ Konstanta je enaka polovici zemeljskega pospeška g . Velja: $s = 1/2gt^2$ (globina padanja). <u>Informacija:</u> Kvocien s/t v tem primeru ni konstanten. S časom namreč narašča. Enak je polovici dejanske hitrosti žogice v času t . Omenjeni kvocien je povprečna hitrost. Ko hitrost narašča od vrednosti 0 naprej, je povprečna hitrost enaka polovici hitrosti od koncu nekega časovnega intervala.
Povezava z realnostjo	Stolpi v zabaviških parkih, nemenjeni prostemu padu. Padajoče reči v vsakdanjem življenju.

ScienceMath-projekt: Funkcijske zveze 1

Ideja: Astrid Beckmann, University of Education

Schwäbisch Gmünd, Nemčija

Četrta postaja
Poskus Valj


Spremenljivke	Polmer in prostornina valja	
Odvisnost	Kvadratna	
Gradivo	Valjaste kovinske posode ali cevi enakih višin in različnih polmerov osnovnih ploskev, ravnilo za merjenje polmerov, pesek za napolnitev valjev (najbolje je ptičji pesek), merilni vrč, če je potrebno lijak ali celo varovalna podloga.	
Delo	Kovinske posode oziroma valje napolnimo s peskom. Z merilnim vrčem izmerimo prostornino v odvisnosti od polmera osnovne ploske valja.	
Interdisciplinarno ozadje	Prostornino valja izračunamo tako, da pomnožimo ploščino osnovne ploskve valja z višino valja h . Osnovna ploskev valja je krog. Ploščina kroga je: $S = \pi r^2$, pri čemer je r polmer kroga in $\pi = 3,14159$. Od tod sledi formula za prostornino valja: $V = \pi r^2 h$. Ker je h konstanta, velja: $V \sim r^2$ oziroma $V/r^2 = \text{konst.}$	
Povezava z realnostjo	Valjasta oblika je pripravna oblika za shranjevanje hrane, zdravil, dopolnila k prehrani itd.	

ScienceMath-projekt: Funkcijske zveze 1

Ideja: Astrid Beckmann, University of Education

Schwäbisch Gmünd, Nemčija

Peta postaja**Poskus Krogla**


Spremenljivke	Polmer (krogel) in prostornina (izpodrinjene tekočine)	
Odvisnost	Kubična	
Gradivo	Merilni vrč, napolnjen z vodo, raznovrstne krogle različnih polmerov, šestilo	
Delo	Merilni vrč napolnimo z vodo in izmerimo prostornino vode. S šestilom izmerimo polmere krogel. Krogle potopimo drugo za drugo v vodo in izmerimo nove prostornine. Prostornina izpodrinjene tekočine je izračunana kot razlika in je odvisna od polmera potopljenih krogel.	
Interdisciplinarno ozadje	Vsaka krogla, ki je v celoti potopljena, izpodrine tekočino, katere prostornina je enaka prostornini krogle. Prostornino krogle izračunamo takole: $V = \frac{4}{3} \pi r^3$ (V = prostornina, r = polmer krogle).	
Povezava z realnostjo	Izpodrinjanje vode zaradi potopljenih predmetov, npr. pri kopanju (Arhimed v banji), zgodba o Žabjem Kralju.	

ScienceMath-projekt: Funkcijske zveze 1

Ideja: Astrid Beckmann, University of Education

Schwäbisch Gmünd, Nemčija

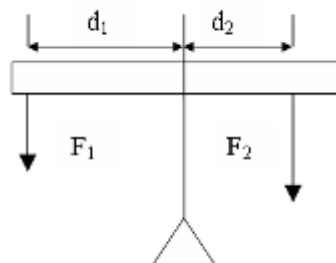
Šesta postaja**Poskus *navor* 2**

Spremenljivke	Sila in ročica	
Odvisnost	Sorazmerna in obratno sorazmerna	
Gradivo	Stojalo z rotacijsko palico (dolžine 0,5 m), merilec sile (največ 10 N), masna utež (na primer kamen težak 100 g)	
Delo	Merilec sile namestimo na določeno mesto na rotacijski palici in njegovega položaja ne spreminjamo (ročica sile je torej ves čas enaka). Masno utež damo na različna mesta na rotacijski palici (torej spreminjamo ročico uteži, ki predstavlja razdaljo med mestom, kjer je obešena utež, in osjo rotacije). Sila, ki drži palico v ravnovesju, je odvisna od ročice uteži.	
Interdisciplinarno ozadje	<i>Glej naslednjo stran.</i>	

ScienceMath-projekt: Funkcijske zveze 1

Ideja: Astrid Beckmann, University of Education

Schwäbisch Gmünd, Nemčija



Predstavljajmo si prečko z rotacijsko osjo. Na obeh straneh rotacijske osi lahko deluje sila. Razdaljo d_1 med rotacijsko osjo in silo F_1 imenujemo ročica (glej sliko).

Opomba: ko imamo na eni strani masno utež, na drugi pa silo, lahko govorimo o ročici uteži in ročici sile.

Prečka je točno v ravnovesju, ko sta produkta sile in ročice na obeh straneh rotacijske osi enaka.

$F_1 d_1 = F_2 d_2$ (oziroma sila krat ročica sile = teža uteži krat ročica uteži).

Iz pogoja ravnovesja lahko sklepamo naslednjo funkcijsko zvezo:

Sorazmernost med silo in ročico uteži $F_1 / d_2 = \text{konst.}$ (teža uteži in ročica sile sta konstantni).

Nesorazmernost med silo in ročico sile $F_1 d_1 = \text{konst.}$.

Utež konstantne teže F_2 damo na določeno razdaljo d_2 od rotacijske osi.

Povezava z realnostjo

Gugalnica na igrišču, vzvod pri žerjavu, kleščice, kolo itd.

Prenos težkih predmetov (popotnikova torba in pohodniška palica).

(Poskus navor 2)


ScienceMath-projekt: **Funkcijske zveze 1**

Ideja: Astrid Beckmann, University of Education

Schwäbisch Gmünd, Nemčija

Sedma postaja

Poskus *Tunel*

Spremenljivke	Razdalja luči in osvetljenost	
Odvisnost	Obratno kvadratična (glej <i>interdisciplinarno ozadje</i>).	
Gradivo	Merilna naprava za merjenje osvetlitve (merilec luksa), kartonaste cevi različnih dolžin in istih premerov, okno z dnevno svetlobo (mesto okna je mesto z virom svetlobe)	
Delo	Eno stran kartonaste cevi tesno pritismo k okenski šipi. Na drugo stran cevi namestimo senzor merilca luksa, ki prikaže jakost osvetlitve.	
Interdisciplinarno ozadje	<p><i>Glej naslednjo stran.</i></p> <p>Vir svetlobe (sonce, luč itd.) oddaja svetlobo določene intenzitete. Sprejemnik (oko, fotodioda itd.) »občuti«</p>	

ScienceMath-projekt: Funkcijske zveze 1

Ideja: Astrid Beckmann, University of Education

Schwäbisch Gmünd, Nemčija

	<p>določeno svetlost. Merilec luksa meri osvetlitev v luksih. Omenjeni merilci »občutijo« svetlobo podobno kot človeško oko. Ne merijo energije svetlobe, ampak, kako svetla se zdi svetloba očesu. Svetlobe z enako energijo in različnih barv niso enako svetle.</p> <p>Mera je bila odkrita s pomočjo silicijevih diod, ki so povezane v zaporni smeri. Svetloba povzroči električni tok, katerega jakost je merilo za osvetlitev. Osvetljenost oziroma intenziteta svetlobe je razmerje med svetlobnim tokom na ploskvi in ploščino ploskve. 680 luksov pomeni osvetljenost 1 m² ploskve z rumeno-zeleno svetlobo (ene valovne dolžine 550 nm) moči 1 vata. 0,1 luks pomeni rdečo svetlobo (750 nm) pod enakimi pogoji.</p> <p>Primeri intenzitet svetlobe:</p> <ul style="list-style-type: none">- sončen poletni dan: okoli 100000 luksov- oblačen poletni dan: okoli 20000 luksov- meglen zimski dan: okoli 3000 luksov- dobra cestna luč: okoli 40 luksov- noč s polno luno: okoli 0,25 luksov. <p>Dobra osvetlitev pomaga k izogibanju nesreč. Za delo pravila zahtevajo 100 do 250 luksov, za natančno delo pa 1000 luksov.</p> <p>Osvetljenost oziroma intenziteta svetlobe je odvisna tudi od oddaljenosti vira svetlobe. Intenziteta pada s kvadratom razdalje.</p>
Povezava z realnostjo	Vožnja skozi tunel (brez vidnega konca), oddaljenost od luči (cestna luč, namizna luč itd.).

(Poskus tunel)

ScienceMath-projekt: Funkcijske zveze 1

Ideja: Astrid Beckmann, University of Education
Schwäbisch Gmünd, Nemčija

Delovni listi in spodbude

Raziskovanje funkcijskih zvez in hipotez naj bi spodbudili primeri iz vsakdanjega življenja, ki naj bi vodili k interdisciplinarnemu ozadju in pogovoru o tem.

Pred začetkom poskusa naj bi se učenci vprašali:

- Kaj bi se lahko spremenilo?
- Katere količine se spremenijo, če se spremenijo določene količine?
- Kakšno zvezo domnevamo?

Načeloma je pri v vsakem poskusu splošna naloga.

Opiši zvezo med količino ... in količino

Preveri: Ali zveza potrjuje tvojo domnevo?

Opiši posebne značilnosti zveze.

Posveti se:

- spodbudam iz vsakdanjega življenja
- delovnemu listu (npr. za poskus *Električen avto*)
- splošnemu delovnemu listu za izpolnjevanje

Spodbude

Spodbuda

Električen avto



Predstavljaš si, da sediš v tem avtomobilu.
Avtomobil

1. spelje pri semaforju.
2. gre okoli ovinka.
3. pelje naravnost po dolgi avtocesti.

Opiši različna gibanja avtomobila.

Pogovori se o tem v skupini.

Spodbuda

Kapljica

Gotovo si že kdaj videl kapljanje iz pipe.
Mogoče v kuhinji ali kopalnici.

Ali meniš, da je pomembno zapiranje pipe
ali njeno popravilo?

Oceni število kapljic na uro in na dan.
Koliko litrov odteče?

Ali obstaja zveza med številom kapljic in
volumnom odtečene vode?

Pogovori se o vseh vprašanjih v skupini.



Spodbuda

Prosti pad

V zabaviščnih parkih ali na sejmih lahko
najdemo posebno atrakcijo, kot je stolp,
namenjen prostemu padu. Gre za okoli 50
metrov visok ozek stolp, izdelan iz
kovinskih palic. Ljudi najprej pripelje do
vrha, nato pa jih spusti navzdol. Imaš
izkušnje s tem? Kaj si čutil?

Globina padanja je lahko različna pri
različnih stolpih. Kakšna bi bila razlika med
dolгим in kratkim padcem?

*Pogovori se o tem v skupini. Poišči veliko
razlik.*



Spodbuda

Valji

Zdravila in dopolnila k prehrani kot npr. vitamine itd. prodajajo v obliki tablet, tekočine ali kot prašek. Zdravila v prašku in ostala hrana so pogosto pakirana v valjastih pločevinkah. Zakaj so valjaste pločevinke tako uporabne?

Razpravljaljaj o tem v skupini.

Vzemimo primer, da imamo dve valjasti pločevinki istih višin in osnovnih ploskev z različnimi polmeri. Kakšni sta njuni prostornini v primeru, ko je polmer osnovne ploskve ene pločevinke dvakrat večji od druge?

Pogovori se o tem v skupini in označi:

- prostornina se ne spremeni
- prostornina je 1,5 krat večja
- prostornina se podvoji
- prostornina je štirikrat večja



Spodbuda

Krogla

Ali poznaš zgodbo o Arhimedu (287-212 pr. n. št.) pri kopanju v banji?

Kaj se je zgodilo?

Ali lahko kaj poveš o prostornini izpodrinjene tekočine?

Ali je razlika, če se gre kopat lažji ali težji človek?

Razpravljaljaj o tem v skupini.



vir: Tamara Schuh 1C2, www.lgh.lu

Na mizi je merilni vrč, ki ga lahko napolniš z vodo in krogle z različnimi polmeri.

Razmisli:

- Katera krogla bo izpodrinila največ vode?
- Poglej kroglo in domnevaj:
Ali bo krogla z dvakrat večjim polmerom izpodrinila dvakrat večjo prostornino vode?

Razpravljaljaj o tem v skupini.



Spodbuda

navor 2

Včasih najdemo na igriščih gugalnice. Gotovo si se že kdaj gugal. Mogoče si (skupaj s prijateljem) poskušal uravnovesiti gugalnico. Zamisli si, da sta s tabo ob gugalnici dva prijatelja. Jaka je težji od Aleša. Domnevaj: Kdo mora sedeti bližje osi gugalnice za doseg ravnovesja?



Razpravlaj o tem v skupini.

V poskusu zgradimo enostavno gugalnico. Merilec sile lahko pritrdiš tako, da je navor v ravnovesju.

Domnevaj:

Ali potrebuješ bližje osi vrtenja večjo ali manjšo silo?

Razpravlaj o tem v skupini.

Spodbuda

Tunel

Predstavlja si, da greš v tunel in ne vidiš konca. Kako se pri tem spremeni osvetlitev (intenziteta svetlobe)?



Razpravlaj o tem v skupini.

4. Preuči tabelo. Ali obstajajo kakšne zveze? Katere?

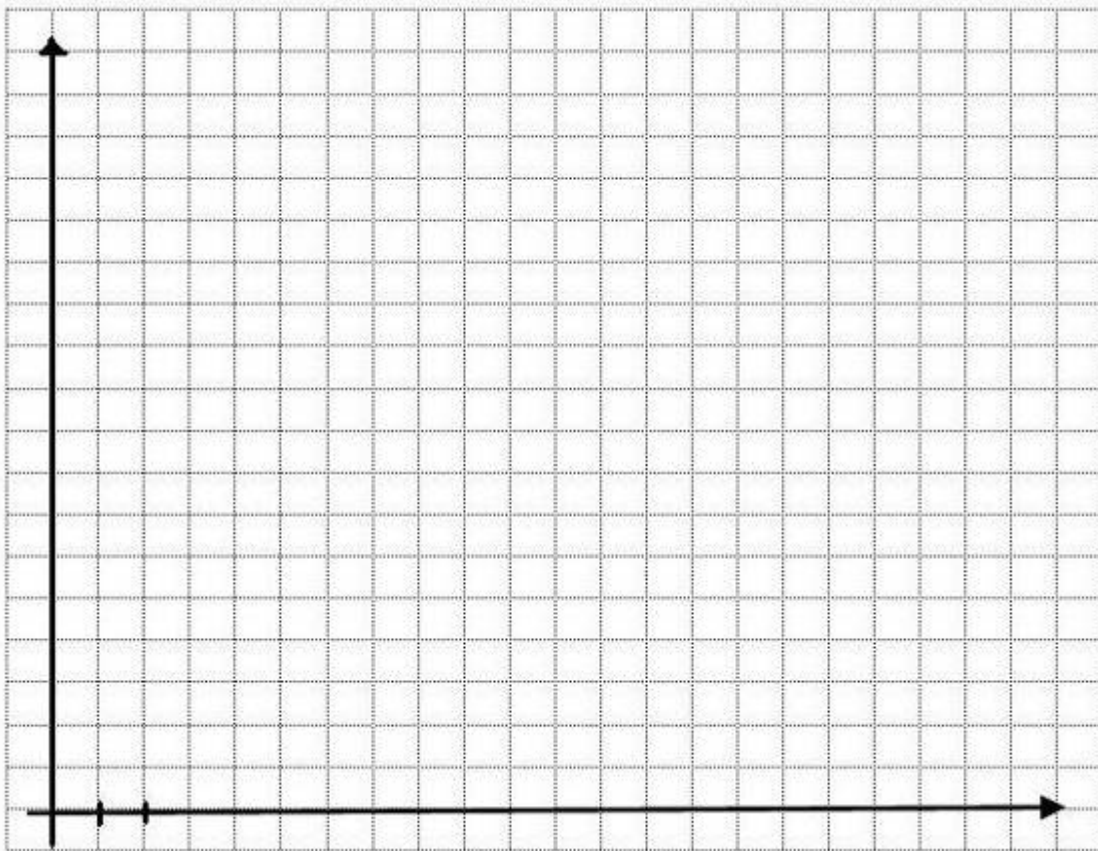
Zapiši vse, kar si ugotovil.

5. Vnesi vrednosti iz tabele v koordinatni sistem.

Označi osi:

x os naj predstavlja čas.

y os naj predstavlja razdaljo.



6. Preuči graf.

Opiši ga.

Opiši odvisnost od vrednosti količin.

7. Preuči graf.

a) Zapiši, kolikšen je čas vožnje avta pri poteh dolžin 130 cm, 180 cm in 260 cm. Vrednosti zapiši v tabelo. Primerjaj.

b) Označi v grafu z debelo črto spremembo med 60 cm in 120 cm. Nato označi z debelo črto posledično spremembo na y osi.

c) Nato vzemi drugo barvo in označi spremembo med 30 cm in 90 cm in omenjeno spremembo na y osi.

d) Primerjaj spremembi pri b) in c). Opiši razliko.

8. Sedaj ponovno poglej graf. Kolikšno razdaljo prevozi avto v 6 sekundah?

Kolikšno razdaljo prevozi v 60 sekundah (1 minuta)?

Kolikšno razdaljo prevozi v eni uri?

Primerjaj: Ali je hitrejši od pešca?

9. Dokumentiraj rezultate te postaje jasno urejene na plakatu.

Delovni list

Oprema

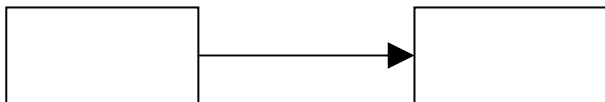
Na mizi lahko vidiš

Delo

1. Izmeri

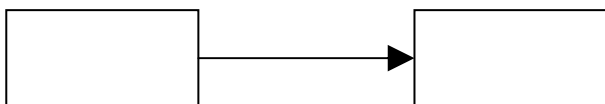
in izmeri _____

Izpolni:



2. Izmeri še

Kateri pripada? Izpolni:



3. Zapiši medsebojne količine v tabelo.

Najprej zapiši odvisne količine v prvi stolpec (z enoto).

4. Preuči tabelo. Ali obstajajo kakšne zveze? Katere?

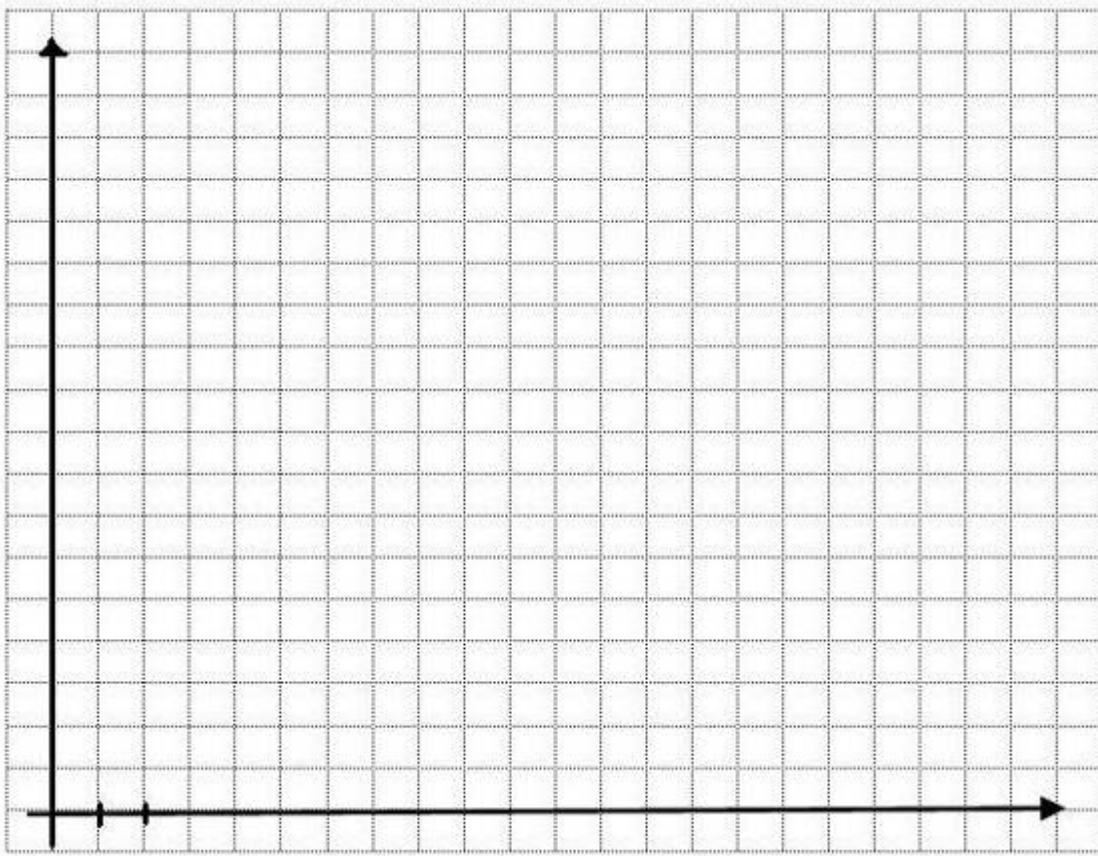
Zapiši vse, kar si ugotovil.

5. Vnesi vrednosti iz tabele v koordinatni sistem.

Označi osi:

x os naj predstavlja količino, ki si jo spremenil.

y os naj predstavlja količino, ki se je zaradi omenjene spremembe spremenila.



6. Preuči graf.

Opiši graf.

Opiši odvisnost od vrednosti količin.

7. Preuči graf.

a) Zapiši, katera količina (x os) ustreza (y os)?

Vrednosti zapiši v tabelo. Primerjaj.

b) Označi v grafu z debelo črto spremembo med in na x osi. Nato označi z debelo črto posledično spremembo na y osi.

c) Nato vzemi drugo barvo in označi spremembo med in na x osi ter posledično spremembo na y osi.

d) Primerjaj spremembi pri b) in c). Opiši razliko.

8. Dokumentiraj rezultate te postaje jasno urejene na plakatu.