# Matematika Splošna gimnazija

ZAPISKI

11. september 2025

Pred vami so zapiski za predmet Matematika v splošnem gimnazijskem izobraževanju. Sproti bodo nastajali od šolskega leta 2024/2025 naprej. V besedilu so mogoče prisotne še kake napake. Če kakšno opazite, mi javite.

# Kazalo

1	Osn	nove logike
	1.1	Izjave
		1.1.1 Enostavne in sestavjene izjave
	1.2	Logične operacije
		1.2.1 Negacija
		1.2.2 Konjunkcija
		1.2.3 Disjunkcija
		1.2.4 Komutativnost konjunkcije in disjunkcije
		1.2.5 Asociativnost konjunkcije in disjunkcije
		1.2.6 Distributivnost zakona za konjunkcijo in disjunkcijo
		1.2.7 De Morganova zakona
		1.2.8 Implikacija
		1.2.9 Ekvivalenca
		1.2.10 Vrstni red operacij
		1.2.11 Tavtologija in protislovje
		1.2.12 Kvantifikatorja
	1.3	Pomen izjav v matematiki
<b>2</b>	Osn	nove teorije množic 7
	2.1	Množice
	2.2	Moč množice
	2.3	Podmnožice
	2.4	Operacije z množicami
		2.4.1 Komplement množice
		2.4.2 Unija množic
		2.4.3 Presek množic
		2.4.4 Lastnosti operacij unije in preseka
		2.4.5 Razlika množic
		2.4.6 Kartezični produkt množic
3		ravna in cela števila 13
	3.1	Naravna števila
	3.2	Operacije v množici $\mathbb{N}$
		3.2.1 Seštevanje
		3.2.2 Množenje
		3.2.3 Odštevanje
		3.2.4 Vrstni red operacij
	3.3	Osnovni računski zakoni
	3.4	Cela Števila
	3.5	Operacije v množici $\mathbb Z$
		3.5.1 Seštevanie

vi Kazalo

		3.5.2 Odštevanje
		3.5.3 Množenje
	3.6	Osnovni računski zakoni v $\mathbb Z$
	3.7	Urejenost naravnih in celih števil
		3.7.1 Linearna urejenost
		3.7.2 Lastnosti relacij $\leqslant$ in <
4	Pote	ence in izrazi
	4.1	Potence z naravnim eksponentom
	4.2	Pravila za računanje s potencami
	4.3	Večkratniki
	4.4	Algebrski izrazi
	4.5	Računanje z algebrskimi izrazi
		4.5.1 Seštevanje in izpostavljanje izrazov
		4.5.2 Množenje izrazov
	4.6	Potenciranje izrazov
	4.7	Razstavljanje izrazov
5	•	ivost 35
	5.1	Relacija deljivosti
	5.2	Kriteriji deljivosti
	5.3	Osnovni izrek o deljenju
	5.4	Praštevila in sestavljena števila
	5.5	Osnovni izrek aritmetike
	5.6	Največji skupni delitelj in najmanjši skupni večkratnik
6	Rac	ionalna števila 43
	6.1	Ulomki in racionalna števila
	6.2	Razširjanje in krajšanje ulomkov
	6.3	Seštevanje in odštevanje ulomkov
	6.4	Množenje ulomkov
	6.5	Deljenje ulomkov
	6.6	Urejenost racionalnih števil
	6.7	Potence s celimi eksponenti
	6.8	Decimalni zapis
7	Don	lna števila 55
'	7.1	Realna števila
	$7.1 \\ 7.2$	Kvadratni koren
	7.2	Kubični koren
	7.3	Interval
	1.4	7.4.1 Vrste intervalov
	7.5	Reševanje enačb
	7.6	Reševanje neenačb
	7.0 - 7.7	Reševanje sistemov enačb
	1.1	7.7.1 Sistem dveh linearnih enačb z dvema neznankama
		7.7.2 Sistem dven iniearnin enačb z dvema neznankama
	7.8	Obravnava enačb in neenačb
	7.8 7.9	Sklepni račun
	7.10	Odstotni račun
		Absolutna vrednost
		Zaokroževanie približki napake
	1 1/	AGUNTUGEVATUE DITUUGNI HADANE

Kazalo vii

8		okotni koordinatni sistem	<b>75</b>
		Pravokotni koordinatni sistem	75
		Razdalja med točkama in razpolovišče daljice	79
	8.3	Ploščina trikotnika	81
9	Funk	ccija	83
	9.1	Preslikava in funkcija	83
	9.2	Definicijsko območje in zaloga vrednosti	84
		Ničla in začetna vrednost funkcije	85
		Graf funkcije	86
		Naraščanje in padanje	86
		Injektivnost in surjektivnost	86
		Predpis linearne funkcije	88
	9.8	Graf linearne funkcije	90
10	Prem	nica	93
	10.1	Enačba premice	93
	10.2	Presečišče premic	96
11	Statis	stika	97
	11.1	Osnovni pojmi statistike	97
		Urejanje in grupiranje podatkov	99
		Mere osredinjenosti	101
		Mere razpršenosti	
	11.5	Grafično prikazovanje podatkov	105
12	Geon	netrija v ravnini	109
		Osnovni geometrijski pojmi	109
		Skladnost in merjenje	
		Vzporednost in pravokotnost	
	12.4	Trikotnik	121
13	Kotn	ne funkcije	125
		Definicija kotnih funkcij v pravokotnem trikotniku	
		Računanje vrednosti kotnih funkcij	
		Zveze med kotnimi funkcijami	
		Razširitev pojma kotne funkcije do polnega kota	
14	Vekt	orji 1	133
15	Poto	nce in koreni	135
10			135
		Potence z racionalnimi eksponenti	
		Iracionalne enačbe	
	10.0	iracioname enacte	190
16	Funk	zcija	139
17	Poter	nčna funkcija	141
18	Kore	enska funkcija	143
19	Kvad	lratna funkcija	145
	19 1 1	Kvadratna funkcija	145

viii	Kazalo
20 Kompleksna števila	147
21 Eksponentna funkcjia	149
22 Logaritemska funkcija	151

<u>x</u> Kazalo

## Poglavje 1

# Osnove logike

## 1.1 Izjave

Matematična izjava je vsaka smiselna poved, za katero lahko določimo resničnost oziroma pravilnost.

Matematična izjava lahko zavzame dve logični vrednosti:

- izjava je **resnična/pravilna**, oznaka **R/P/1/**T;
- izjava je **neresnična/nepravilna**, oznaka  $N/0/\bot$ .

Izjave označujemo z velikimi tiskanimi črkami (A, B, C ...).

#### Naloga 1.1. Ali so naslednje povedi izjave?

- Danes sije sonce.
- Koliko je ura?
- Piramida je geometrijski lik.
- Daj mi jabolko.
- Število 12 deli število 3.
- Število 3 deli število 10.
- Ali si pisal matematični test odlično?
- Matematični test si pisal odlično.
- Ali je 10 dl isto kot 1 l?
- Število 41 je praštevilo.

#### Naloga 1.2. Spodnjim izjavam določite logične vrednosti.

- A: Najvišja gora v Evropi je Mont Blanc.
- B: Število je deljivo s 4 natanko takrat, ko je vsota števk deljiva s 4.
- C: Ostanek pri deljenju s 4 je lahko 1, 2 ali 3.
- D: Mesec februar ima 28 dni.
- E: Vsa praštevila so liha števila.
- F: Število 1 je naravno število.
- G: Praštevil je neskončno mnogo.

#### 1.1.1 Enostavne in sestavjene izjave

Izjave delimo med:

- elementarne/enostavne izjave ne moremo jih razstaviti na bolj enostavne;
- **sestavljene izjave** sestavljene iz elementarnih izjav, ki jih med seboj povezujejo **logične operacije** (imenovane tudi izjavne povezave oziroma logična vezja).

Vrednost sestavljene izjave izračunamo glede na vrednosti elementarnih izjav in izjavnih povezav med njimi.

Pravilnost sestavljenih izjav nazorno prikazujejo resničnostne/pravilnostne tabele.

1. Osnove logike

## 1.2 Logične operacije

#### 1.2.1 Negacija

Negacija izjave A je izjava, ki trdi nasprotno kot izjava A. Oznaka:  $\neg A$ .

 $\neg \mathbf{A}$  **Ni res**, da velja izjava A.

Če je izjava A pravilna, je  $\neg A$  nepravilna in obratno: če je  $\neg A$  pravilna, je A nepravilna. Negacija negacije izjave je potrditev izjave.  $\neg(\neg A) = A$ 

A	$\neg A$
P	N
N	P

Naloga 1.3. Izjavam določite logično vrednost, potem jih zanikajte in določite logično vrednost negacij.

- $A: 5 \cdot 8 = 30$
- B: Število 3 je praštevilo.
- C: Največje dvomestno število je 99.
- D: Število 62 je večratnik števila 4.
- E: Praštevil je neskončno mnogo.
- $F: 7 \le 5$
- G: Naša pisava je cirilica.

#### 1.2.2 Konjunkcija

Konjunkcija izjav A in B nastane tako, da povežemo izjavi A in B z in hkrati.

 $\mathbf{A} \wedge \mathbf{B}$  Velja izjava A in (hkrati) izjava B.

Če sta izjavi A in B pravilni, je pravilna tudi njuna konjunkcija, če je pa ena od izjav nepravilna, je nepravilna tudi njuna konjunkcija.

A	B	$A \wedge B$
P	$\overline{P}$	P
P	N	N
N	P	N
N	N	N

Naloga 1.4. Določite logično vrednost konjunkcijam.

- Število 28 je večratnik števila 3 in večkratnik števila 8.
- Število 7 je praštevilo in je deljivo s številom 1.
- Vsakemu celemu številu lahko pripišemo nasprotno število in obratno celo število.
- Ostanki pri deljenju števila s 3 so lahko 0, 1 ali 2, pri deljenju s 5 pa 0, 1, 2, 3 ali 4.
- Število je deljivo s 3, če je vsota števk deljiva s 3, in je deljivo z 9, če je vsota števk deljiva z 9.

## 1.2.3 Disjunkcija

Disjunkcija izjav A in B nastane s povezavo ali.

 $\mathbf{A} \vee \mathbf{B}$  Velja izjava A ali izjava B (lahko tudi obe hkrati).

Disjunkcija je nepravilna, če sta nepravilni obe izjavi, ki jo sestavljata, v preostalih treh primerih je pravilna.

A	B	$A \lor B$
P	P	P
P	N	P
N	P	P
N	N	N

Naloga 1.5. Določite logično vrednost disjunkcijam.

- Število 24 je večratnik števila 3 ali 8.
- Število 35 ni večratnik števila 7 ali 6.
- Število 5 deli število 16 ali 18.
- Ploščina kvadrata s stranico a je a<sup>2</sup> ali obseg kvadrata je 4a.
- Ni res, da je vsota notranjih kotov trikotnika 160°, ali ni res, da Pitagorov izrek velja v poljubnem trikotniku.

## 1.2.4 Komutativnost konjunkcije in disjunkcije

$$A \wedge B = B \wedge A$$

$$A \lor B = B \lor A$$

#### 1.2.5 Asociativnost konjunkcije in disjunkcije

$$(A \wedge B) \wedge C = A \wedge (B \wedge C)$$

$$(A \lor B) \lor C = A \lor (B \lor C)$$

#### 1.2.6 Distributivnost zakona za konjunkcijo in disjunkcijo

$$(A \lor B) \land C = (A \land C) \lor (B \land C)$$

$$(A \wedge B) \vee C = (A \vee C) \wedge (B \vee C)$$

#### 1.2.7 De Morganova zakona

- negacija konjunkcije je disjunkcija negacij:  $\neg(A \land B) = \neg A \lor \neg B$
- negacija disjunkcije je konjunkcija negacij:  $\neg(A \lor B) = \neg A \land \neg B$

Naloga 1.6. Katere od spodnjih izjav so pravilne in katere nepravilne?

- $(3 \cdot 4 = 12) \land (12 : 4 = 3)$
- $(a^3 \cdot a^5 = a^{15}) \vee (a^3 \cdot a^5 = a^8)$
- $(3|30) \wedge (3|26)$
- $(3|30) \vee (3|26)$
- $(2^3 = 9) \lor (3^2 = 9)$
- $((-2)^2 = 4) \land \neg (-2^2 = 4)$

4 1. Osnove logike

#### 1.2.8 Implikacija

Implikacija izjavA in B je sestavljena izjava, ki jo lahko beremo na različne načine.

 $\mathbf{A} \Rightarrow \mathbf{B}$  Če velja izjava A, **potem** velja izjava B. / **Iz** A **sledi** B.

Izjava A je **pogoj** ali **privzetek**, izjava B pa (**logična**) **posledica** izjave A.

Implikacija je nepravilna, ko je izjava A pravilna, izjava B pa nepravilna, v preostalih treh primerih je pravilna.

A	B	$A \Rightarrow B$
P	P	P
P	N	N
N	P	P
N	N	P

Naloga 1.7. Določite, ali so izjave pravilne.

- Če je število deljivo s 100, je deljivo tudi s 4.
- Če je štirikotnik pravokotnik, se diagonali razpolavljata.
- Če je štirikotnik kvadrat, se diagonali sekata pod pravim kotom.
- Če sta števili 2 in 3 lihi števili, potem je produkt teh dveh števil sodo število.
- Če je število 18 deljivo z 9, potem je deljivo s 3.
- Če je 7 večkratnik števila 7, potem 7 deli število 43.
- Če je število deljivo s 4, potem je deljivo z 2.

#### 1.2.9 Ekvivalenca

Ekvivalenca izjavi A in B poveže s če in samo če oziroma natanko tedaj, ko.

 $\mathbf{A} \Leftrightarrow \mathbf{B}$  Izjava A velja, **če in samo če** velja izjava B./ Izjava A velja **natanko tedaj, ko** velja izjava B.

Ekvivalenca dveh izjav je pravilna, če imata obe izjavi enako vrednost (ali sta obe pravilni ali obe nepravilni), in nepravilna, če imata izjavi različno vrednost.

Ekvivalentni/enakovredni izjavi pomenita eno in isto, lahko ju nadomestimo drugo z drugo.

A	В	$A \Leftrightarrow B$
P	$\overline{P}$	P
P	N	N
N	P	N
N	$\overline{N}$	P

Naloga 1.8. Določite, ali so naslednje izjave pravilne.

- Število je deljivo z 12 natanko takrat, ko je deljivo s 3 in 4 hkrati.
- Število je deljivo s 24 natanko takrat, ko je deljivo s 4 in 6 hkrati.
- Število je praštevilo natanko takrat, ko ima natanko dva delitelja.
- Štirikotnik je kvadrat natanko tedaj, ko se diagonali sekata pod pravim kotom.
- Število je sodo natanko tedaj, ko je deljivo z 2.

#### 1.2.10 Vrstni red operacij

Kadar so izjave povezane z več izjavnimi povezavami, pri določanju logične vrednosti upoštevamo oklepaje in naslednji **vrstni red** oziroma **prioriteto izjavnih povezav**:

- 1. negacija,
- 2. konjunkcija,
- 3. disjunkcija,
- 4. implikacija,
- 5. ekvivalenca.

Če moramo zapored izvesti več enakih izjavnih povezav, velja pravilo združevanja od leve proti desni.

Naloga 1.9. V sestavljeni izjavi zapišite oklepaje, ki bodo predstavljali vrstni red operacij. Nato tvorite pravilnostno tabelo za sestavljeno izjavo glede na različne logične vrednosti elementarnih izjav.

- $A \lor B \Leftrightarrow \neg A \Rightarrow \neg B$
- $A \lor \neg A \Rightarrow \neg B \land (\neg A \Rightarrow B)$
- $A \Rightarrow B \Leftrightarrow \neg B \Rightarrow \neg A$
- $A \land \neg B \Leftrightarrow A \Rightarrow B$
- $C \Rightarrow A \lor \neg B \Leftrightarrow \neg A \land C$
- $\neg A \lor \neg B \Leftrightarrow B \land (C \Leftrightarrow \neg A)$

#### 1.2.11 Tavtologija in protislovje

Tavtologija ali logično pravilna izjava je sestavljena izjava, ki je pri vseh naborih vrednosti elementarnih izjav, iz katerih je sestavjena, pravilna.

Protislovje je sestavljena izjava, ki ni nikoli pravilna.

#### 1.2.12 Kvantifikatorja

- ∀ (beri 'vsak') izjava velja za vsak element dane množice
- ∃ (beri 'obstaja' ali 'eksistira') izjava je pravilna za vsaj en element dane množice

## 1.3 Pomen izjav v matematiki

**Aksiomi** so najpreprostejše izjave, ki so očitno pravilne in zato njihove pravilnosti ni treba dokazovati.

**Izreki** ali **teoremi** so izjave, ki so pravilne, vendar pa njihova pravilnost ni očitna. Pravilnost izreka (teorema) moramo potrditi z dokazom, ki temelji na aksiomih in na preprostejših že prej dokazanih izrekih.

**Definicije** so izjave, s katerimi uvajamo nove pojme. Najpreprostejših pojmov v matematiki ne opisujemo z definicijami (to so pojmi kot npr.: število, premica ipd.); vsak nadaljnji pojem pa moramo definirati, zato da se nedvoumno ve, o čem govorimo.

6 1. Osnove logike

## Poglavje 2

# Osnove teorije množic

#### 2.1 Množice

Množica je skupek elementov, ki imajo neko skupno lastnost.

Množica je določena, če:

- lahko naštejemo vse njene elemente ali
- poznamo pravilo/skupno lastnost, ki pove, kateri elementi so v množici.

Označujemo jih z velikimi črkami  $(A, B, C \dots \text{ ali } A, B, C \dots)$ .

Univerzalna množica ali univerzum ( $\mathcal{U}$ ) je množica vseh elementov, ki v danem primeru nastopajo oziroma jih opazujemo.

Element množice je objekt v množici.

Označujemo jih z malimi črkami (a, b, c...).

Elemente množice zapisujemo v zavitem oklepaju (npr.  $\mathcal{A} = \{a, b, c\}$ ).

Element je lahko vsebovan v množici (npr.  $a \in \mathcal{A}$ ) ali pa v množici ni vsebovan (npr.  $d \notin \mathcal{A}$ ).

**Prazna množica**  $(\emptyset, \{\})$  je množica, ki ne vsebuje nobenega elementa.

#### 2.2 Moč množice

Število elementov v množici predstavlja **moč množice**. Oznaka:  $\mathbf{m}(\mathcal{A})$  ali  $|\mathcal{A}|$ . Množica je lahko:

- končna množica vsebuje končno mnogo elementov:  $\mathbf{m}(\mathcal{A}) = \mathbf{n}$ ;
- neskončna množica vsebuje neskončno mnogo elementov:  $\mathbf{m}(\mathcal{A}) = \infty$ .

Če ima množica toliko elementov, kot jih ima množica naravnih števil, je ta števno neskončna. Njeno moč pišemo kot:  $m(A) = \aleph_0$ .

Za množici, ki imata isto moč, rečemo, da sta ekvipolentni oziroma ekvipotentni.

Naloga 2.1. Naštejte elemente množice in zapišite njeno moč, če je  $\mathcal{U} = \mathbb{N}$ .

- $\mathcal{A} = \{x; x \mid 24\}$
- $\mathcal{B} = \{x; 3 < x \le 7\}$
- $\mathcal{C} = \{x; x = 4k \land k \in \mathbb{N} \land k \leq 5\}$
- $\mathcal{D} = \{x; x = 3k + 2 \land k \in \mathbb{N} \land (4 < k \le 8)\}$

Naloga 2.2. Naj bo  $\mathcal{U} = \mathbb{N}$ . Zapišite množico z naštevanjem elementov. Določite še njeno moč.

- Množica vseh deliteljev števila 18.
- Množica praštevil, ki so manjša od 20.
- Množica večkratnikov števila 5, ki so večji od 50 in manjši ali enaki 70.

Naloga 2.3. Zapišite množico s simboli.

- Množica vseh sodih naravnih števil.
- Množica vseh naravnih števil, ki dajo pri deljenju s 7 ostanek 5.

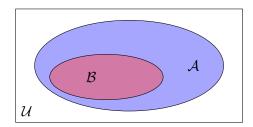
Naloga 2.4. Podane so množice tako, da so našteti njihovi elementi. Množice zapišite s simboli.

- $\mathcal{A} = \{1, 2, 3, 6\}$
- $\mathcal{B} = \{6, 12, 18, 24, 30\}$
- $C = \{10, 12, 14, 16, 18, 20\}$
- $\mathcal{D} = \{2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024\}$
- $\mathcal{E} = \{1, 4, 9, 16, 25, 36, 49\}$

## 2.3 Podmnožice

Množica  $\mathcal{B}$  je **podmnožica** množice  $\mathcal{A}$ , če za vsak element iz  $\mathcal{B}$  velja, da je tudi element množice  $\mathcal{A}$ .

$$\mathcal{B} \subseteq \mathcal{A} \Leftrightarrow \forall x \in \mathcal{B} \Rightarrow x \in \mathcal{A}$$



- $\forall \mathcal{A} : \mathcal{A} \subseteq \mathcal{A}$  Vsaka množica je podmnožica same sebe.
- $\forall \mathcal{A} : \emptyset \subseteq \mathcal{A}$  Prazna množica je podmnožica vsake množice.

Moč podmnožice  $\mathcal{B}$  množice  $\mathcal{A}$  je manjša ali enaka moči množice  $\mathcal{A}$ :

$$\mathcal{B} \subseteq \mathcal{A} \Rightarrow m(\mathcal{B}) \leqslant m(\mathcal{A})$$

Množici  $\mathcal{A}$  in  $\mathcal{B}$  sta **enaki**, če imata iste elemente; sta druga drugi podmnožici.

$$\mathcal{A} = \mathcal{B} \Leftrightarrow (\mathcal{A} \subseteq \mathcal{B}) \land (\mathcal{B} \subseteq \mathcal{A})$$

Podmnožica  $\mathcal{B}$  množice  $\mathcal{A}$ , ki ni enaka množici  $\mathcal{A}$ , je **prava podmnožica** množice  $\mathcal{A}$ .

**Potenčna množica** množice  $\mathcal{A}$  je množica vseh podmnožic množice  $\mathcal{A}$ . Oznaka:  $\mathcal{P}\mathcal{A}$  /  $\mathcal{P}(\mathcal{A})$ .

$$\mathcal{P}\mathcal{A} = \{\mathcal{X}; \mathcal{X} \subseteq \mathcal{A}\}$$

$$m(\mathcal{P}\mathcal{A}) = 2^{m(\mathcal{A})}$$

Potenčna množica ni nikoli prazna – vsebuje vsaj prazno množico.

Naloga 2.5. Dana je množica  $A = \{2, 4, 6, 8, 10\}$ . Zapišite njeno potenčno množico. Kakšna je njena moč?

Naloga 2.6. Dana je množica  $A = \{a, b, c, d\}$ . Zapiište njeno potenčno množico. Kakšna je njena moč?

## 2.4 Operacije z množicami

#### 2.4.1 Komplement množice

Komplement množice  $\mathcal{A}$  (glede na izbrani univerzum  $\mathcal{U}$ ) je množica vseh elementov, ki so v množici  $\mathcal{U}$  in niso v množici  $\mathcal{A}$ .

Oznaka:  $\mathcal{A}^{\complement} / \mathcal{A}'$ .

$$\mathcal{A}^{\complement} = \{x; x \in \mathcal{U} \land x \notin \mathcal{A}\}$$



$$\left(\mathcal{A}^{\complement}
ight)^{\complement}=\mathcal{A}$$

**Naloga 2.7.** Naj bo univerzalna množica  $\mathcal{U} = \{x; x \in \mathbb{N} \land x \leq 20\}$ . Zapišite komplementarno množico danih množic. Kakšna je njena mmoč?

- $\mathcal{A} = \{x; x = 3k \land k \in \mathbb{N}\}$
- $\mathcal{B} = \{x; x \in \mathbb{N} \land x \mid 20\}$
- $\mathcal{C} = \{x; x = 2k \lor x = 3k \land k \in \mathbb{N}\}$

#### 2.4.2 Unija množic

**Unija** množic<br/>i $\mathcal A$ in  $\mathcal B$ je množica vseh elementov, ki pripadajo množici<br/>  $\mathcal A$ ali množici  $\mathcal B.$  Oznaka:<br/>  $\mathcal A\cup\mathcal B.$ 

$$\mathcal{A} \cup \mathcal{B} = \{x; x \in \mathcal{A} \lor x \in \mathcal{B}\}$$





$$\mathcal{A}\cup\mathcal{A}^\complement=\mathcal{U}$$

$$\mathcal{A} \cup \emptyset = \mathcal{A}$$

$$A \cup U = U$$

**Naloga 2.8.** Dani sta množici  $\mathcal{A}$  in  $\mathcal{B}$ . Zapišite množico  $\mathcal{A} \cup \mathcal{B}$ . Določite še njeno moč.

- $\mathcal{A} = \{1, 2, 3, 4, 5\}$  in  $\mathcal{B} = \{3, 4, 5, 6, 7\}$
- $\mathcal{A} = \{4, 8, 12, 16, 20\}$  in  $\mathcal{B} = \{3, 6, 9, 12, 15, 18\}$
- $\mathcal{A} = \{x; x \in \mathbb{N} \land x \mid 18\} \text{ in } \mathcal{B} = \{x; x \in \mathbb{N} \land x \mid 21\}$
- $\mathcal{A} = \{5, 10, 15, 20, \dots\}$  in  $\mathcal{B} = \{10, 20, 30, 40, 50, \dots\}$
- $\mathcal{A} = \{x; x = 6k \land k \in \mathbb{N} \land k \leq 4\}$  in  $\mathcal{B} = \{x; x \in \mathbb{N} \land x \mid 12\}$

#### 2.4.3 Presek množic

**Presek** množic $\mathcal{A}$  in  $\mathcal{B}$  je množica vseh elementov, ki hkrati pripadajo množici  $\mathcal{A}$  in množici  $\mathcal{B}.$  Oznaka:  $\mathcal{A} \cap \mathcal{B}.$ 

$$\mathcal{A} \cap \mathcal{B} = \{x; x \in \mathcal{A} \land x \in \mathcal{B}\}$$





$$\mathcal{A} \cap \mathcal{A}^{\complement} = \emptyset$$

$$A \cap \emptyset = \emptyset$$

$$A \cap \mathcal{U} = A$$

Naloga 2.9. Dani sta množici A in B. Zapišite množico  $A \cap B$ . Določite še njeno moč.

- $\mathcal{A} = \{1, 2, 3, 4, 5\}$  in  $\mathcal{B} = \{3, 4, 5, 6, 7\}$
- $\mathcal{A} = \{4, 8, 12, 16, 20\}$  in  $\mathcal{B} = \{3, 6, 9, 12, 15, 18\}$
- $\mathcal{A} = \{x; x \in \mathbb{N} \land x \mid 18\} \text{ in } \mathcal{B} = \{x; x \in \mathbb{N} \land x \mid 21\}$
- $\mathcal{A} = \{5, 10, 15, 20, \dots\}$  in  $\mathcal{B} = \{10, 20, 30, 40, 50, \dots\}$
- $\mathcal{A} = \{x; x = 6k \land k \in \mathbb{N} \land k \leq 4\} \text{ in } \mathcal{B} = \{x; x \in \mathbb{N} \land x \mid 12\}$

Za množici  $\mathcal{A}$  in  $\mathcal{B}$  velja:

$$m(\mathcal{A} \cup \mathcal{B}) = m(\mathcal{A}) + m(\mathcal{B}) - m(\mathcal{A} \cap \mathcal{B})$$

Množici, katerih presek je prazna množica, sta disjunktni množici.

$$\mathcal{A} \cap \mathcal{B} = \emptyset \Rightarrow m(\mathcal{A} \cap \mathcal{B}) = 0$$

$$\mathcal{A} \cap \mathcal{B} = \emptyset \Rightarrow m(\mathcal{A} \cup \mathcal{B}) = m(\mathcal{A}) + m(\mathcal{B})$$

#### 2.4.4 Lastnosti operacij unije in preseka

Komutativnost unije in preseka

$$A \cup B = B \cup A$$

$$A \cap B = B \cap A$$

Asociativnost unije in preseka

$$(A \cup B) \cup C = A \cup (B \cup C)$$

$$(A \cap B) \cap C = A \cap (B \cap C)$$

Distributivnostna zakona za unijo in presek

$$(\mathcal{A} \cup \mathcal{B}) \cap \mathcal{C} = (\mathcal{A} \cap \mathcal{C}) \cup (\mathcal{B} \cap \mathcal{C})$$

$$(\mathcal{A} \cap \mathcal{B}) \cup \mathcal{C} = (\mathcal{A} \cup \mathcal{C}) \cap (\mathcal{B} \cup \mathcal{C})$$

#### De Morganova zakona

Komplement preseka dveh množic je enak uniji komplementov obeh množic:

$$(\mathcal{A} \cap \mathcal{B})^{\complement} = \mathcal{A}^{\complement} \cup \mathcal{B}^{\complement}.$$

Komplement unije dveh množic je enak preseku komplementov obeh množic:

$$(\mathcal{A} \cup \mathcal{B})^{\complement} = \mathcal{A}^{\complement} \cap \mathcal{B}^{\complement}.$$

#### 2.4.5 Razlika množic

**Razlika** množic $\mathcal{A}$  in  $\mathcal{B}$  je množica tistih elementov, ki pripadajo množici  $\mathcal{A}$  in hkrati ne pripadajo množici  $\mathcal{B}$ .

Oznaka:  $A \setminus B / A - B$ .

$$\mathcal{A} \backslash \mathcal{B} = \{ x; x \in \mathcal{A} \land x \notin \mathcal{B} \}$$





$$\mathcal{A} \backslash \mathcal{B} = \mathcal{A} \cap \mathcal{B}^{\complement}$$
$$\mathcal{A} \backslash \mathcal{B} \neq \mathcal{B} \backslash \mathcal{A}$$
$$\mathcal{A} \backslash \mathcal{A} = \emptyset$$

Naloga 2.10. Dani sta množici A in B. Zapišite njuno razliko  $A \backslash B$ .

- $\mathcal{A} = \{2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20\}$  in  $\mathcal{B} = \{x; x \in \mathbb{N} \land x > 10\}$
- $\mathcal{A} = \{x; x = 3k \land k \in \mathbb{N} \land k < 7\}$  in  $\mathcal{B} = \{x; x = 6k \land k \in \mathbb{N}\}$
- $\mathcal{A} = \{x; x = 6k \land k \in \mathbb{N} \land k < 4\} \text{ in } \mathcal{B} = \{x; x = 3k \land k \in \mathbb{N}\}$

#### 2.4.6 Kartezični produkt množic

Kartezični produkt (nepraznih) množic  $\mathcal{A}$  in  $\mathcal{B}$  je množica urejenih parov (x, y), pri čemer je  $x \in \mathcal{A}$  in  $y \in \mathcal{B}$ .

Oznaka:  $A \times B$ .

$$\mathcal{A} \times \mathcal{B} = \{(x, y); x \in \mathcal{A} \land y \in \mathcal{B}\}$$
$$x \neq y \Rightarrow (x, y) \neq (y, x)$$
$$\mathcal{A} \neq \mathcal{B} \Rightarrow \mathcal{A} \times \mathcal{B} \neq \mathcal{B} \times \mathcal{A}$$
$$m(\mathcal{A} \times \mathcal{B}) = m(\mathcal{A}) \cdot m(\mathcal{B})$$

Kartezični produkt  $\mathcal{A} \times \mathcal{B}$  za množici  $\mathcal{A} = \{a, b, c, d, e, f\}$  in  $\mathcal{B} = \{1, 2, 3, 4\}$ :



**Naloga 2.11.** Dani sta množici A in B. Zapišite njun kartezični produkt  $A \times B$ . Narišite diagram, ki predstavlja to množico.

- $\mathcal{A} = \{2, 4, 6, 8, 10, 12\}$  in  $\mathcal{B} = \{x; x \in \mathbb{N} \land x < 8\}$
- $\mathcal{A} = \{x; x = 3k \land k \in \mathbb{N} \land k < 7\}$  in  $\mathcal{B} = \{x; x = 6k \land k \in \mathbb{N} \land (5 \leqslant k < 9)\}$
- $A = \{x; x = 6k \land k \in \mathbb{N} \land k < 4\} \text{ in } B = \{x; x = 3k \land k \in \mathbb{N} \land (3 < k < 11)\}$

# Poglavje 3

## Naravna in cela števila

#### 3.1 Naravna števila

Naravna števila so števila s katerimi štejemo.

$$\mathbb{N} = \{1, 2, 3, 4, \ldots\}$$

Množico naravnih števil definirajo **Peanovi aksiomi**:

- 1. Vsako naravno število n ima svojega **naslednika** n+1.
- 2. Število 1 je naravno število, ki ni naslednik nobenega naravnega števila.
- 3. Različni naravni števili imata različna naslednika:  $n+1 \neq m+1; n \neq m$ .
- 4. Ce neka trditev velja z vsakim naravnim številom tudi za njegovega naslednika, velja za vsa naravna števila. (aksiom/princip popolne indukcije)

Naravna števila uredimo po velikosti in predstavimo s točko na številski premici.



Vsako število zapišemo s **številko**. Za zapis številke uporabljamo **števke**. Te so 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Posamezne števke večmestnega števila od desne proti levi predstavljajo: **enice**, **desetice**, **stotice**, **tisočice**, ...

Število, ki je zapisano s črkovnimi oznakami števk označimo s črto nad zapsiom črkovne oznake.

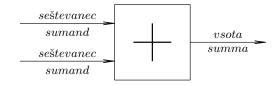
$$\overline{xy} = 10x + y$$
  $\overline{xyz} = 100x + 10y + z$ 

## 3.2 Operacije v množici $\mathbb{N}$

#### 3.2.1 Seštevanje

Poljubnima naravnima številoma x in y priredimo **vsoto**  $\mathbf{x} + \mathbf{y}$ .

Število x oziroma y imenujemo seštevanec ali sumand ali člen. Število x + y pa imenujemo vsota ali summa.

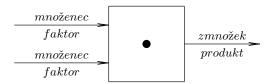


Vsota naravnih števil je naravno število:  $x, y \in \mathbb{N} \Rightarrow x + y \in \mathbb{N}$ .

#### 3.2.2 Množenje

Poljubnima naravnima številoma x in y priredimo **produkt**  $\mathbf{x} \cdot \mathbf{y}$ .

Število x oziroma y imenujemo **množenec** ali **faktor**. Število  $x \cdot y$  pa imenujemo **zmnožek** ali **produkt**.



Produkt naravnih števil je naravno število:  $x, y \in \mathbb{N} \Rightarrow x \cdot y \in \mathbb{N}$ .

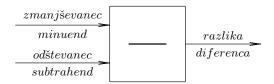
Število 1 je **nevtralni element** za mmnoženje:  $1 \cdot x = x$ .

Seštevanje in množenje sta dvočleni notranji operaciji v množici naravnih števil N.

#### 3.2.3 Odštevanje

Številoma x in y, pri čemer je y večje od x (x > y), priredimo **razliko**  $\mathbf{x} - \mathbf{y}$ .

Število x imenujemo **zmanjševanec** ali **minuend**, število y pa imenujemo **odštevanec** ali **subtrahend**. Številu x - y rečemo **razlika** ali **diferenca**.



Razlika je število, ki ga moramo prišteti številu y, da dobimo število y.

$$(x - y) + y = x$$

Odštevanje ni notranja operacija v množici naravnih števil N.

#### 3.2.4 Vrstni red operacij

Prednost pri računanju imajo **oklepaji** (najprej najbolj notranji), nato sledi **množenje**, na koncu pa imamo še **seštevanje** in **odštevanje**.

Kadar v izrazu nastopajo enakovredne računske operacije, računamo od leve proti desni.

Pri množenju količin, ki so označene s črkovnimi oznakami, piko, ki označuje operacijo množenja ponavadi opustimo.

$$x \cdot y = xy$$

#### 3.3 Osnovni računski zakoni

## Komutativnost seštevanja – zakon o zamenjavi členov

$$x + y = y + x$$

Vsota ni odvisna od vrstnega reda seštevanja.

## Asociativnost seštevanja – zakon o poljubnem združevanju členov

$$(\mathbf{x} + \mathbf{y}) + \mathbf{z} = \mathbf{x} + (\mathbf{y} + \mathbf{z})$$

Vsota več kot dveh sumandov ni odvisna od združevanja po dveh sumandov.

## Komutativnost množenja – zakon o zamenjavi faktorjev

$$\mathbf{x} \cdot \mathbf{y} = \mathbf{y} \cdot \mathbf{x}$$

Produkt ni odvisna od vrstnega reda faktorjev.

## Asociativnost množenja – zakon o poljubnem združevanju faktorjev

$$(\mathbf{x} \cdot \mathbf{y}) \cdot \mathbf{z} = \mathbf{x} \cdot (\mathbf{y} \cdot \mathbf{z})$$

Produkt več kot dveh sumandov ni odvisen od združevanja faktorjev.

#### Distributivnost – zakon o razčlenjevanju

$$\mathbf{x} \cdot \mathbf{z} + \mathbf{y} \cdot \mathbf{z} = (\mathbf{x} + \mathbf{y}) \cdot \mathbf{z}$$

Če to beremo iz desne proti levi, rečemu tudi pravilo izpostavljanja skupnega faktorja.

Naloga 3.1. *Izračunajte*.

- $(1+2\cdot7)+3\cdot(2\cdot2+7)$
- $3 \cdot (2 + 3 \cdot 5) \cdot (2 + 1)$
- $7 + (2 + 6 \cdot 3) + (8 + 4 \cdot 5)$
- $11 \cdot 4 + (12 6) \cdot 5$
- $8+2\cdot(3+7)-15$
- $37 5 \cdot (10 3)$

#### Naloga 3.2. Hitro izračunajte.

- 45 + 37 + 15
- 108 + 46 28
- 5 · 13 · 8
- 4 · 7 · 25
- $(7+3) \cdot 2 \cdot 5$
- $15 \cdot (4+6) \cdot 2$
- $3 \cdot 5 + 7 \cdot 5$
- $8 \cdot 12 + 6 \cdot 8$

#### Naloga 3.3. Zapišite račun glede na besedilo in izračunajte.

- Produktu števil 12 in 27 odštejte razliko števil 19 in 11.
- Vsoti produkta 4 in 12 ter produkta 5 in 16 odštejte 8.
- Vsoto števil 42 in 23 pomnožite z razliko števil 58 in 29.
- Produkt števil 14 in 17 pomnožite z vsoto števil 5 in 16.

## Naloga 3.4. Rešite besedilno nalogo.

- V trgovini kupimo tri litre mleka in štiri čokoladne pudinge v prahu. Če stane liter mleka 95 centov, čokoladni puding v prahu pa 24 centov, koliko moramo plačati?
- Manca bo kuhala rižoto za štiri otroke in šest odraslih. Za otroško porcijo rižote zadošča 45 g riža, za odraslo pa 75 g. Koliko riža mora dati kuhati za rižoto?

3.4 Cela Števila 17

## 3.4 Cela Števila

$$\mathbb{Z} = \{\ldots, -2, -1, 0, 1, 2, 3, \ldots\}$$

Množica celih števil $\mathbb Z$ je definirana kot unija treh množic:

- množica pozitivnih celih števil (Z<sup>+</sup>) − naravna števila N;
- število 0;
- množica negativnih celih števil ( $\mathbb{Z}^-$ ) nasprotna števila vseh naravnih števil.

$$\mathbb{Z} = \mathbb{Z}^- \cup \{0\} \cup \mathbb{Z}^+$$

Nasprotna vrednost števila n je število -n.

## 3.5 Operacije v množici $\mathbb{Z}$

#### 3.5.1 Seštevanje

$$\mathbf{x} + \mathbf{0} = \mathbf{x}; \ \forall x \in \mathbb{Z}$$

Število 0 je **nevtralni element** pri seštevanju.

$$\mathbf{x} + (-\mathbf{x}) = \mathbf{0}; \ \forall x \in \mathbb{Z}$$

Vsota celega števila in njemu nasprotnega števila je enaka 0.

$$-(-\mathbf{x}) = \mathbf{x}; \ \forall x \in \mathbb{Z}$$

Nasprotna vrednost nasprotne vrednosti je enaka prvotni vrednosti.

Vsota dveh pozitivnih števil je pozitivno število, vsota dveh negativnih števil pa je negativno število.

$$-\mathbf{x} + (-\mathbf{y}) = -(\mathbf{x} + \mathbf{y})$$

Vsota nasprotnih vrednosti je enaka nasprotni vrednosti vsote.

Naj bosta x in y naravni števili. Vsota pozitivnega števila x in negativnega števila -y je:

- pozitivno število, če je x > y in
- negativno število, če je x < y.

#### 3.5.2 Odštevanje

Razlika x - y dveh pozitivnih števil x in y je:

- pozitivno število, če je x > y in
- negativno število, če je x < y.

Razlika dveh negativnih števil (-x) - (-y) je:

- pozitvno število, če je x < y in
- negativno število, če je x > y.

Razlika pozitivnega števila x in negativnega števila -y je pozitvno število.

Odštevanje v množici  $\mathbb{Z}$  je prištevanje nasprotne vrednosti.

$$\mathbf{x} - \mathbf{y} = \mathbf{x} + (-\mathbf{y})$$

#### 3.5.3 Množenje

$$1 \cdot \mathbf{x} = \mathbf{x}; \ \forall x \in \mathbb{Z}$$

Število 1 je **nevtralni element** za množenje.

$$(-1) \cdot \mathbf{x} = -\mathbf{x}; \ \forall x \in \mathbb{Z}$$

Pri množenju celega števila x z - 1 dobimo nasprotno število -x.

$$\mathbf{0} \cdot \mathbf{x} = \mathbf{0}; \ \forall x \in \mathbb{Z}$$

Rezultat množenja števila s številom 0 je enak 0.

$$(-\mathbf{x})(-\mathbf{y}) = \mathbf{x}\mathbf{y}$$

Produkt sodo mnogo negativnih števil je pozitivno število.

$$-\mathbf{x} \cdot \mathbf{y} = -(\mathbf{x}\mathbf{y})$$

$$\mathbf{x}(-\mathbf{y}) = -(\mathbf{x}\mathbf{y})$$

Produkt pozitivnega in negativnega števila je negativno število.

$$(-\mathbf{x})(-\mathbf{y}) = \mathbf{x}\mathbf{y}$$

Produkt liho mnogo negativnih faktorjev je negativno število.

Seštevanje, odštevanje in množenje so v množici Z dvočlene notranje operacije.

## 3.6 Osnovni računski zakoni v $\mathbb{Z}$

#### Komutativnost seštevanja

$$x + y = y + x$$

Vsota ni odvisna od vrstnega reda seštevanja.

#### Asociativnost seštevanja

$$(\mathbf{x} + \mathbf{y}) + \mathbf{z} = \mathbf{x} + (\mathbf{y} + \mathbf{z})$$

Vsota več kot dveh sumandov ni odvisna od združevanja po dveh sumandov.

#### Komutativnost množenja

$$\mathbf{x} \cdot \mathbf{y} = \mathbf{y} \cdot \mathbf{x}$$

Produkt ni odvisna od vrstnega reda faktorjev.

#### Asociativnost množenja

$$(\mathbf{x} \cdot \mathbf{y}) \cdot \mathbf{z} = \mathbf{x} \cdot (\mathbf{y} \cdot \mathbf{z})$$

Produkt več kot dveh sumandov ni odvisen od združevanja faktorjev.

## Distributivnost seštevanja in množenja ter odštevanja in množenja

$$\mathbf{x} \cdot \mathbf{z} + \mathbf{y} \cdot \mathbf{z} = (\mathbf{x} + \mathbf{y}) \cdot \mathbf{z}$$

$$\mathbf{x} \cdot \mathbf{z} - \mathbf{y} \cdot \mathbf{z} = (\mathbf{x} - \mathbf{y}) \cdot \mathbf{z}$$

Če to beremo iz desne proti levi, rečemu tudi pravilo izpostavljanja skupnega faktorja.

#### Naloga 3.5. Izračunajte.

- 17 13 2 + 10
- 50 + 11 32 14
- $3 + ((5 + 2(7 9)) \cdot 2 1)$
- $(2-5(6-10))\cdot(5-2(7-5))$
- 9(11-3)+7(10-15)
- $8 + 9(11 18) 2 \cdot 5$

#### Naloga 3.6. Spretno izračunajte.

- $7 \cdot 8 12 \cdot 8$
- $5 \cdot 18 + 9 \cdot 5 5 \cdot 2$
- $8 \cdot (4-9) \cdot 2$
- $5 \cdot 3 \cdot (12 8)$
- $(15-6)(12-3\cdot 4)$

#### Naloga 3.7. Rešite besedilne naloge.

- V hotelu imajo na voljo osemnajst enoposteljnih, štiriintrideset dvoposteljnih in petindevetdeset triposteljnih sob. Koliko ljudi lahko še prespi v hotelu, če je v njem že sto triinštirideset gostov?
- Pohod na bližnji hrib traja tri ure. Koliko minut moramo še hoditi, če smo na poti že 145 minut?
- S Ptuja in iz Postojne (razdalja med njima je približno 190 km) sočasno odpeljeta dva motorista drug proti drugemu. En vozi povprečno 40 km/h, drugi pa 5 km/h manj. Kolikšna bo razdalja med njima po dveh urah vožnje?

#### Naloga 3.8. Zapišite enačbe in jih poenostavite.

- Razlika petkratnka a in b je enaka trikratniku vsote štirikratnika a in petkratnika b.
- Vsota x in dvakratnika y je enaka razliki petkratnika x in dvanajstkratnika y.

## 3.7 Urejenost naravnih in celih števil

Številska množica je **urejena**, kadar lahko po velikosti primerjamo njena poljubna elementa. Pri urejanju števil uporabljamo naslednje znake:

<	manjše / manj
>	večje / več
≤	manjše ali enako / največ
>	večje ali enako / vsaj, najmanj
_	enako

Za poljubni števili  $x, y \in \mathbb{Z}$  velja natanko ena izmed naslednjih možnosti: x > y, x < y ali x = y.

Slika števila x leži na številski premici desno od slike števila y:

$$x > y \Leftrightarrow x - y > 0$$

Slika števila x leži na številski premici levo od slike števila y:

$$x < y \Leftrightarrow x - y < 0$$

Slika števila x sovpada s sliko števila y:

$$x = y \Leftrightarrow x - y = 0$$

Velja pa tudi:

$$x \leqslant y \Leftrightarrow x - y \leqslant 0$$

$$x \geqslant y \Leftrightarrow x - y \geqslant 0$$

#### Pozitivna in negativna števila

V množici  $\mathbb Z$  so pozitivna tista števila, ki so večja od števila 0 in njihove slike ležijo desno od izhodišča, negativna pa tista števila, ki so manjša od števila 0 in njihove slike ležijo levo od izhodišča.

Vsako pozitivno celo število (vsako naravno število) je večje od katerega koli negativnega celega števila.

#### 3.7.1 Linearna urejenost

Z relacijo biti manjši ali enak je množica  $\mathbb{Z}$  linearno urejena, to pomeni, da veljajo naslednje lastnosti: refleksivnost, antisimetričnost, tranzitivnost, stroga sovisnost.

#### Refleksivnost

$$\forall x \in \mathbb{Z}: x \leqslant x$$

#### Antisimetričnost

$$\forall x,y \in \mathbb{Z}: x \leqslant y \land y \leqslant x \Rightarrow x = y$$

**Tranzitivnost** 

$$\forall x, y, z \in \mathbb{Z} : x \leq y \land y \leq z \Rightarrow x \leq z$$

Stroga sovisnost

$$\forall x, y \in \mathbb{Z} : x \leq y \lor y \leq x$$

## 3.7.2 Lastnosti relacij $\leq$ in <

Monotonost vsote

$$x < y \Rightarrow x + z < y + z$$
  $x \leqslant y \Rightarrow x + z \leqslant y + z$ 

Če na obeh straneh neenakosti prištejemo isto število, se neenakost ohrani.

$$x < y \land z > 0 \Rightarrow x \cdot z < y \cdot z$$
  $x \leqslant y \land z > 0 \Rightarrow x \cdot z \leqslant y \cdot z$ 

Pri množenju neenakosti z negativnim številom se znak neenakosti ohrani.

$$x < y \land z < 0 \Rightarrow x \cdot z > y \cdot z$$
  $x \le y \land z < 0 \Rightarrow x \cdot z \ge y \cdot z$ 

Pri množenju neenakosti z negativnim številom se znak neenakosti obrne.

Obravnavane lastnosti veljajo tudi za relaciji ≥ in >.

**Naloga 3.9.** Uredite števila 3, -2, 5, -1, 0, -7, 6, -6 po velikosti in jih predstavite na številski premici.

Naloga 3.10. Uredite števila 104, -27, 35, -107, 36, -26, 25, -28, 81 po velikosti.

Naloga 3.11. Gladina Mrtvega morja leži v depresiji na −423 m nadmorske višine, njegova največja globina pa je 378 m. Kolikšna je najmanjša nadmorska višina dna Mrtvega morja?

**Naloga 3.12.** Za katera cela števila x ima izraz 3x - 5(x + 2) večjo ali enako vrednost od izraza 4 - (12 + x)?

# Poglavje 4

# Potence in izrazi

## 4.1 Potence z naravnim eksponentom

Potenca  $\mathbf{x^n}$  z osnovo/bazo x in eksponentom/stopnjo  $n \in \mathbb{N}$ , je produkt n faktorjev enakih x

$$\mathbf{x^n} = \underbrace{x \cdot x \cdot \dots \cdot x}_{\text{n faktorjev}}$$

## 4.2 Pravila za računanje s potencami

Dve potenci z isto osnovo zmnožimo tako, da osnovo ohranimo, eksponenta pa seštejemo.

$$x^n \cdot x^m = \underbrace{(x \cdot x \cdot \dots \cdot x)}_{\text{n faktorjev}} \cdot \underbrace{(x \cdot x \cdot \dots \cdot x)}_{\text{m faktorjev}} = x^{n+m}$$

Potenco potenciramo tako, da osnovo ohranimo, ekponenta pa zmnožimo.

$$(x^n)^m = \underbrace{(x \cdot x \cdot \dots \cdot x)}_{\text{n faktorjev}} \cdot \underbrace{(x \cdot x \cdot \dots \cdot x)}_{\text{n faktorjev}} \cdot \dots \cdot \underbrace{(x \cdot x \cdot \dots \cdot x)}_{\text{n faktorjev}} = x^{n \cdot m}$$

Produkt dveh ali več števil potenciramo tako, da potenciramo posamezne faktorje in jih potem zmnožimo.

$$(xy)^n = \underbrace{(xy \cdot xy \cdot \dots \cdot xy)}_{\text{n faktorjev}} = \underbrace{(x \cdot x \cdot \dots \cdot x)}_{\text{n faktorjev}} \cdot \underbrace{(y \cdot y \cdot \dots \cdot y)}_{\text{n faktorjev}} = x^n y^n$$

Za naravne eksponente velja še:

$$(-x)^{2n} = x^{2n}$$
$$(-x)^{2n+1} = -x^{2n+1}$$

$$(-1)^n = \begin{cases} 1; & n = 2k \\ -1; & n = 2k - 1 \end{cases}; k \in \mathbb{N}$$

Naloga 4.1. Števila  $-3^2$ ,  $(-4)^2$ ,  $-2^4$ ,  $(-1)^{2024}$ ,  $(-2)^3$  in  $(-3)^2$  uredite po velikosti od najmanjšega do največjega.

4. Potence in izrazi

Naloga 4.2. Poiščite podatke in jih zapišite na dva načina: s potenco in številom brez potence.

- Razdalja med Zemljo in Soncem
- $\bullet \quad Zemljina\ masa$
- Masa Sonca
- Število zvezd v naši Galaksiji

#### Naloga 4.3. Izračunajte.

- $(-3)^2 + 2^4$
- $(5-3)^3+(-3)^2$
- $(2^2 + 1)^2 + (-3)^3 + (-2)^4$
- $(-1)^{2024} + ((-2)^5 + 5^2 (7-3^2)^3)^2$
- $-1^{2n-1} + (-1)^{2n-1}$

#### Naloga 4.4. Poenostavite izraz.

- $2^7 \cdot 2^3$
- $a^3 \cdot a^{12} \cdot a^5$
- $(2z)^3$
- $(m^2 \cdot m^4)^3$
- $a^3 + 2a^3 6a^3$
- $x^2 \cdot x^4 + (-2x^3)^2 2(-x)^6$

#### Naloga 4.5. Izračunajte, rezultat zapišite s potenco.

- $2 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^2 \cdot 5 \cdot 10^6$
- $(10^3)^2 \cdot 5 \cdot 10^4 \cdot 2 \cdot 10^3$
- $(-2)^3 \cdot 2^7$
- $-2^3 \cdot (-2)^4 \cdot 2^3$
- $2^3 \cdot (-3)^2 \cdot 6^4 \cdot 3$
- $(-3)^3 \cdot (-7)^2 \cdot 21^7 \cdot 7$

#### Naloga 4.6. Poenostavite.

- $2^3 \cdot 3^4 \cdot (2^4 \cdot 3^2)^5$
- $(5^2 \cdot 7)^3 \cdot 5^2 \cdot 7^3$
- $(-2^3 \cdot 3^5)^4 \cdot 2^6 \cdot 3^5$
- $(-4)^2 \cdot (-7)^{13} \cdot (-28)^5 \cdot (-7^2)^3$
- $-6^2 \cdot (-3)^2 \cdot 8^5 \cdot (-3^2)^3$

#### Naloga 4.7. Poenostavite.

- $a^3 \cdot b^2 \cdot a^7 \cdot b^3 \cdot b^5$
- $4x^4 \cdot (2x^3)^2$
- $(k^3 \cdot 2h^5)^2$
- $(x^2y^4)^2 \cdot (x^3y)^3$
- $(a^2b^5)^3(ab^3)^2$
- $x^2y^3(x^3y^6)^2$

#### Naloga 4.8. Poenostavite.

- $2^3 \cdot x^2 \cdot 3^2 \cdot (-x)^6$
- $(-a^3b)^4(-a^2b^5a^3)^3$
- $(2s^2 \cdot (-s^2)^5)^5$
- $(-2(z^4)^2(-2z)^3z^5)^3$
- $(-3ab^2)^3(-a^4b^2(a^3)^5)^2(ab^3)^2$
- $(xy^2z)^3(x^3(-y^2)^5(-z))^3(x^2y^3(-z^2)^3)$

#### Naloga 4.9. Odpravite oklepaje in poenostavite, če je mogoče.

•  $a^n \cdot a^{n+2} \cdot (-a)^3$ 

• 
$$(-x^n)^4 \cdot x^2$$

$$\bullet \quad a^n \cdot (a^2 - a^3 + 2)$$

• 
$$(x^2 + 3x^n - 5) \cdot x^{n+1}$$

#### Naloga 4.10. Poenostavite.

• 
$$(2s(q^2)^2)^2 - 3(s^4q)q^7$$

• 
$$(2s(g^2)^2)^2 - 3(s^4g)g^7$$
  
•  $(-4x^2xy^3)^2 + (xy)^5(-2^3xy)$ 

• 
$$a^2(a^3-b^2)-a^5+(-a)^2b^2$$

• 
$$(p^2(q^3)^2)^2 - 2p^4q^{12} + 7(-p^3p)(q^4)^3 - (-2)^3(pq^3)^4$$

## Naloga 4.11. Poenostavite.

• 
$$5a^{n+1} + 4a^{n+1} - 6a^{n+1}$$

• 
$$3x^{n+2} + 5x^n \cdot x^2 + 2x \cdot x^{n+1}$$

• 
$$3^{5x} \cdot 9^x - 3^{7x} + 27^x \cdot 9^{2x}$$

• 
$$4^{2y} + 3 \cdot (2^y)^4 - 5 \cdot 8^y \cdot 2^y$$

• 
$$5^p \cdot 125^p \cdot 25^p + 2(5^p)^6 - 4 \cdot 25^{3p}$$

26 4. Potence in izrazi

#### 4.3 Večkratniki

Večkratnik ali tudi k-kratnik števila x je vsota k enakih sumandov x:

$$k \cdot x = \underbrace{x + x + \ldots + x}_{k \text{ sumandov}}.$$

Vse večkratnike števila x dobimo tako, da število x zapored pomnožimo z vsemi celimi števili:

$$\{\ldots, -5x, -4x, -3x, -2x, -x, 0, x, 2x, 3x, 4x, 5x, \ldots\} = \{kx; k, x \in \mathbb{Z}\} = x\mathbb{Z}.$$

Število  $\mathbf{k}$  je **koeficient** števila oziroma spremenljivke x.

## 4.4 Algebrski izrazi

Algebrski izraz ali izraz je smiseln zapis sestavljen iz:

- števil,
- spremenljivk/parametrov, ki predstavljajo števila in jih označujemo s črkami,
- oznak računskih operacij in funkcij, ki jih povezujejo,
- oklepajev, ki določajo vrstni red računanja.

Če v izraz namesto spremenljivk vstavimo konkretna števila in izračunamo rezultat, dobimo **vrednost izraza** (pri dani izbiri spremenljivk).

Dva matematična izraza sta **enakovredna**, če imata pri katerikoli izbiri spremenljivk vedno enako vrednost.

## 4.5 Računanje z algebrskimi izrazi

Pri poenostavljanju izrazov veljajo vsi računski zakoni, ki veljajo za računanje s števili.

Komutativnost seštevanja

$$\mathbf{x} + \mathbf{y} = \mathbf{y} + \mathbf{x}$$

Asociativnost seštevanja

$$(\mathbf{x} + \mathbf{y}) + \mathbf{z} = \mathbf{x} + (\mathbf{y} + \mathbf{z})$$

Komutativnost množenja

$$x \cdot y = y \cdot x$$

Asociativnost množenja

$$(\mathbf{x} \cdot \mathbf{v}) \cdot \mathbf{z} = \mathbf{x} \cdot (\mathbf{v} \cdot \mathbf{z})$$

Distributivnost seštevanja in množenja

$$(x+y) \cdot z = \mathbf{x} \cdot \mathbf{z} + \mathbf{y} \cdot \mathbf{z}$$

Če v distributivnostnem zakonu zamenjamo levo in desno stran, dobimo pravilo o **izpostavlja**nju skupnega faktorja: xz + yz = (x + y)z.

## 4.5.1 Seštevanje in izpostavljanje izrazov

Med seboj lahko seštevamo samo člene, ki se razlikujejo kvečjemu v koeficientu. To naredimo tako, da seštejemo koeficienta.

$$mx^{2} + ny + kx^{2} + ly = mx^{2} + kx^{2} + ny + ly = (m + k)x^{2} + (n + l)y$$

## 4.5.2 Množenje izrazov

Dva izraza zmnožimo tako, da vsak člen prvega izraza zmnožimo z vsakim členom drugega izraza. Potem pa seštejemo podobne člene.

$$(x+y)(z+w) = xz + xw + yz + yw$$

Naloga 4.12. Poenostavite.

- 3a + 2b a + 7b
- $2a^2b ab^2 + 3a^2b$
- $5a^4 (2a)^4 + (-3a^2)^2 3(a^2)^2$
- $3(a-2(a+b))-2(b-a(-2)^2)$

Naloga 4.13. Zapišite izraz.

- Kvadrat razlike števil x in y.
- Razlika kvadratov števil x in y.
- Razlika petkratnika m in kvadrata števila 3.
- Kub razlike sedemkratnika števila x in trikratnika števila y.

Naloga 4.14. Izpostavite skupni faktor.

- $3x + 12y^2$
- $m^3 + 8mp$
- $22a^3 33ab$
- $kr^2 rk^2$
- $4u^2v^3 6uv^2$
- $12a^2b 8(ab)^2 (2ab)^4$

Naloga 4.15. Izpostavite skupni faktor.

- 3x(x+1) + 5(x+1)
- (a-1)(a+1) + (a-1)
- 4(m-1)-(1-m)(a+b)
- 3(c-2) + 5c(2-x)
- (-y+x)3a-(y-x)b

Naloga 4.16. Izpostavite skupni faktor.

- $5^{11} 5^{10} + 5^9$
- $2 \cdot 3^8 + 5 \cdot 3^6$
- $4 \cdot 5^{10} 10 \cdot 5^8 8 \cdot 5^9$
- $7^5 7^6 + 7 \cdot 7^4$

Naloga 4.17. Izpostavite skupni faktor.

- $3^n 2 \cdot 3^{n+1} + 3^{n+2}$
- $2^{k+2} 2^k$
- $5 \cdot 3^m + 2 \cdot 3^{m+1}$
- $2^{n-3} + 3 \cdot 2^{n-2} 2^{n-1}$
- $3 \cdot 5^{n+1} 5^{n+2} + 4 \cdot 5^{n+3}$
- $7^n + 2 \cdot 7^{n-1} 3 \cdot 7^{n+1}$

28 4. Potence in izrazi

Naloga 4.18. Izpostavite skupni faktor in izračunajte.

• 
$$2^{2n} + 4^n + (2^n)^2$$

• 
$$5^{2n+1} - 25^n + 3 \cdot 5^{2n-1}$$

• 
$$5 \cdot 2^{3n} - 3 \cdot 8^{n-1}$$

• 
$$49^n - 2 \cdot 7^{2n-1}$$

Naloga 4.19. Izpostavite skupni faktor.

• 
$$4a^n + 6a^{n+1}$$

• 
$$b^n + b^{n+1} - 2b^{n-1}$$

• 
$$a^{n-3} + 5a^n$$

• 
$$3x^{n+1} - 15x^n + 18x^{n-1}$$

#### Naloga 4.20. Zmnožite.

• 
$$(x-3)(x+2)$$

• 
$$(2m+3)(5m-1)$$

• 
$$(1-a)(1+a)$$

• 
$$(x-3y)(2x+y)$$

• 
$$(m-2k)(3m-k)$$

#### Naloga 4.21. Zmnožite.

• 
$$(a+b-1)(a-b)$$

• 
$$(2x+y)(3x-4y+5)$$

• 
$$(m+2n-k)(m+2n+k)$$

#### Naloga 4.22. Zmnožite.

• 
$$(x^2-3)(x^3+2)$$

• 
$$(3x^2 - y)(5y^4 - 7x^3)$$

• 
$$(u^3-1)(u^3+1)$$

• 
$$(a^5b^2-4b)(3a^7+2a^2b)$$

• 
$$(a-b)(a^2+ab+b^2)$$

• 
$$(z+w)(z^2-zw+w^2)$$

#### Naloga 4.23. Poenostavite.

• 
$$(2x-y)(3+y) + (y-4)(y+4) - 2xy + 3(y-2x+5)$$

• 
$$(x-y)(x+y) - (x^2 + xy + y^2)(x-y) - (1-x)x^2 + (-y)y^2$$

• 
$$2ab + (a - 3b^2)(a + 3b^2) + 2^3(-b^2)^2 - (a - b)(b - a) - 2a^3$$

#### 4.6 Potenciranje izrazov

#### Kvadrat vsote in razlike binoma

$$(x + y)^{2} = x^{2} + 2xy + y^{2}$$
$$(x - y)^{2} = x^{2} - 2xy + y^{2}$$

#### Kub vsote in razlike binoma

$$(x+y)^3 = x^3 + 3x^2y + 3xy^2 + y^3$$
$$(x-y)^3 = x^3 - 3x^2y + 3xy^2 - y^3$$

#### Kvadrat trinoma

$$(x + y + z)^2 = x^2 + y^2 + z^2 + 2xy + 2xz + 2yz$$

## Naloga 4.24. Kvadrirajte.

- $(x+3)^2$
- $(y + 2x)^2$
- $(2a + 3b)^2$
- $(x-3y)^2$
- $(1-a^2)^2$
- $(2x^2y^3 z^5)^2$

#### Naloga 4.25. Kvadrirajte.

- $(-a-b)^2$
- $(-2x^5 + y)^2$
- $(a^{n+1} + b^n)^2$
- $(a+b-3)^2$
- $(z + 2x^3 1)^2$
- $(2x^5 3m^6 + 2m^n)^2$

#### Naloga 4.26. Kubirajte.

- $(x+1)^3$
- $(a-2)^3$
- $(2m+3)^3$
- $(-a+2b)^3$
- $(-z 2g)^3$   $(a^4 2b^2)^3$

#### Naloga 4.27. Dopolnite do popolnega kvadrata in ga zapišite.

- $x^2 + 8x + = (x + )^2$

- $x^2 + 12x + \underline{\hspace{0.5cm}} = (x + \underline{\hspace{0.5cm}})^2$   $a^2 10a + \underline{\hspace{0.5cm}} = (a \underline{\hspace{0.5cm}})^2$   $m^2 2m + \underline{\hspace{0.5cm}} = (m \underline{\hspace{0.5cm}})^2$

#### Naloga 4.28. Poenostavite.

- $(2a+5)^2 (a-3)(a+5) a(a+7) 2a^2 a$
- $(x-2y)(x+2y)+4(y^2-3)-(x-4)^2+7(x+4)$
- $(2m+1)(2m-1) (3m^2-4m) 2^4 (m-2)^3 + (2m-3)^2 + m^2m$

30 4. Potence in izrazi

# 4.7 Razstavljanje izrazov

Razstavljanje/razcepljanje/faktorizacija izraza je zapis izraza kot dveh ali več faktorjev.

Izpostavljanje skupnega faktorja

$$xy + xz = x(y+z)$$

$$xy - xz = x(y - z)$$

Pri razstavljanju smo vedno pozorni na to, da razstavimo vse, kar je mogoče.

Razlika kvadratov

$$x^2 - y^2 = (x - y)(x + y)$$

Razlika kubov

$$x^3 - y^3 = (x - y)(x^2 + xy + y^2)$$

Razlika četrtih potenc

$$x^4 - y^4 = (x - y)(x + y)(x^2 + y^2)$$

Razlika n-tih potenc

$$x^{n} - y^{n} = (x - y)(x^{n-1} + x^{n-2}y + x^{n-3}y^{2} + \dots + xy^{n-2} + y^{n-1})$$

#### Vsota kvadratov

Vsote kvadratov  $x^2+y^2$ ne moremo razstaviti v množici  $\mathbb Z$  (oziroma  $\mathbb R).$ 

Vsota kubov

$$x^3 + y^3 = (x + y)(x^2 - xy + y^2)$$

#### Vsota četrtih potenc

Vsote četrtih potenc $x^4 + y^4$  ne moremo razstaviti v množici  $\mathbb Z$  (oziroma  $\mathbb R$ ).

Vsota n-tih potenc

$$x^{n} + y^{n} = (x+y)(x^{n-1} - x^{n-2}y + x^{n-3}y^{2} - \dots - xy^{n-2} + y^{n-1})$$

Trinome, ki sledijo naslednjim oblikam lahko razstavimo.

Za nekatere trinome pa se lahko zgodi, da jih ne moremo razstaviti v množici  $\mathbb{Z}$  (oziroma  $\mathbb{R}$ ).

Tričlenik, ki je kvadrat

$$x^2 + 2xy + y^2 = (x+y)^2$$

## Viétovo pravilo

$$x^{2} + (a + b)x + ab = (x + a)(x + b)$$

#### Ugibanje

$$ax^2 + bx + c = (dx + e)(fx + q)$$

## Razstavljanje štiričlenika – združitev 2 člena + 2 člena

$$xa + xb + ya + yb = x(a + b) + y(a + b) = (a + b)(x + y)$$

## Razstavljanje štiričlenika – združitev 3 členi + 1 člen

$$a + 2ax + x^2 - b^2 = (a + x)^2 - b^2 = (a + x - b)(a + x + b)$$

Naloga 4.29. Razstavite razliko kvadratov.

- $x^2 25$
- $64 y^2$
- $16m^2 81$
- $25a^2 49b^2$
- $121u^2 36v^2$

Naloga 4.30. Razstavite razliko kvadratov.

- $2z^2 8$
- $3b^2 12$
- $48 27h^2$
- $200t^2 8z^2$
- $a^2b 49b$
- $80x^2 45y^2$

Naloga 4.31. Razstavite razliko kvadratov.

- $162s^3 32sc^2$
- $f^4 9q^2$
- $16u^4 81v^4$
- $a^4 16$
- $-18a^2 + 2b^4$

Naloga 4.32. Razstavite razliko kvadratov.

- $(f+3)^2-25$
- (2-r)(2+r)
- $81x^4 (y-2)^2$
- $(x-y)^2 (2x+3y)^2$
- 5(4-k)(4+k)

Naloga 4.33. Razstavite in izračunajte.

- $102^2 2^2$
- $23^2 22^2$
- $999^2 1$

Naloga 4.34. Razstavite vsoto ali razliko kubov.

- $a^2 8b^3$
- $1 + x^3$
- $27m^2 + 8$
- $27 + 64b^3$
- $125x^3 64y^3$   $64a^6 b^3$

Naloga 4.35. Razstavite vsoto ali razliko kubov.

- $a^3b^3 1$
- $8a^3 b^6c^9$
- $m^5 + 27g^3m^2$
- $(a+2)^3 b^3$
- $10^3 (a+b)^3$

Naloga 4.36. Razstavite.

- $m^2 + 14m + 45$
- $a^2 + 9a + 18$
- $x^2 9x + 20$
- $y^2 11y + 24$
- $z^2 13z + 22$
- $x^2 + 5x 24$

Naloga 4.37. Razstavite.

- $m^2 + m 110$
- $u^2 + 9u 22$
- $x^2 5x 24$
- $z^2 3z 28$
- $p^2 4p 45$
- $x^2 18x + 81$

Naloga 4.38. Razstavite.

- $3x^2 + 87x + 300$
- $2y^2 + 18y + 28$
- $2x^2 30x + 108$
- $7a^2 84a + 245$
- $6p^5 72p^4 + 216p^3$
- $2x^2 + 4x 70$

Naloga 4.39. Razstavite.

- $72y 81 + 9y^2$
- $3k^3 + 9k^2 12k$
- $16t 4t^2 + 84$
- $p^3 + 13p^2 + 22p$
- $50b + 125 + 5b^2$
- $-7x^2 + 7x + 42$

Naloga 4.40. Razstavite.

- $x^2 + 16xy + 63y^2$
- $a^2 2aab 35b^2$
- $p^2 + 3pk 10k^2$
- $2z^2 2zu 24u^2$
- $60c^3d^4 + 3c^5 27c^4d^2$

Naloga 4.41. Zapišite izraze kot popolne kvadrate.

- $x^2 + 18x + 81$
- $a^4 + 14a^2 + 29$
- $m^2 10m + 25$
- $100 20b + b^2$
- $u^2 12uv + 36v^2$
- $4y^2 12yz + 9z^2$

#### Naloga 4.42. Razstavite.

- $x^4 13x^2 + 36$
- $b^4 26b^2 + 25$
- $a^4 8a^2 9$
- $n^4 17n^2 + 16$
- $2y^6 + 10y^4 + 8y^2$

## Naloga 4.43. Razstavite.

- $2a^2 + 7a 4$
- $2x^2 + 5x + 3$
- $4m^2 + 10m 24$
- $4p^2 + 29p 24$
- $2f^2 + 9f 5$
- $7b^2 + 23b + 6$

#### Naloga 4.44. Razstavite.

- $5^{2x} 30 \cdot 5^x + 125$
- $3^{2x} + 6 \cdot 3^x 27$
- $16^x 5 \cdot 4^x + 6$
- $4^x 18 \cdot 2^x + 32$

#### Naloga 4.45. Razstavite.

- $a^3 + 3a^2 4a 12$
- $c^3 4c^2 c + 4$
- $x^3 + 5x^2 4x 20$
- $a^2 + ab 2a 2b$
- $a^2 + 3ab + 2a + 6b$
- 2xy + x 4y 2

#### Naloga 4.46. Razstavite.

- $a^2 + 2a + 1 b^2$
- $m^2 6m + 9 k^2$
- $x^2 + 4xy + 4y^2 16$
- $u^2 z^2 8z 16$
- $x^2 y^2 + 14y 49$
- $25 y^2 + 2xy x^2$

#### Naloga 4.47. Razstavite.

- $a^5 b^5$
- $a^4 16$
- $x^4y^4 625$
- $a^5 + 32$
- $x^5 32$
- $81 x^4y^8$

#### Naloga 4.48. Razstavite.

34 4. Potence in izrazi

- $a^4 5a^3 24a^2$
- $3x^3 + 6x^2 27x 54$   $108m^4 3m^2$
- $x^2 29xy + 100y^2$   $u^4 125uv^3$
- $81 9b^2 + 12bc 4c^2$

# Poglavje 5

# Deljivost

# 5.1 Relacija deljivosti

Naravno število m je **delitelj** naravnega števila n (**deljenec**), če obstaja naravno število k (**kvocient**), da velja:

$$n = k \cdot m$$
.

Naravno število m deli naravno število n, ko je število n večkratnik števila m.

$$m \mid n \Leftrightarrow n = k \cdot m; \quad m, n, k \in \mathbb{N}$$

Število m je delitelj samega sebe in vseh svojih večkratnikov.

1 je delitelj vsakega naravnega števila.

Če d deli naravni števili m in n, n > m, potem d deli tudi vsoto in razliko števil m in n.

Pri deljenju poljubnega naravnega števila n z naravnim številom m imamo dve možnosti: n je deljivo z m ali n ni deljivo z m.

Relacija deljivosti je:

1. refleksivna:

$$a \mid a$$
;

2. antisimetrična:

$$a \mid b \wedge b \mid a \Rightarrow a = b;$$

3. tranzitivna:

$$a \mid b \wedge b \mid c \Rightarrow a \mid c.$$

Relacija s temi lastnostmi je relacija **delne urejenosti**, zato relacija deljivosti delno ureja množico N.

Naloga 5.1. Zapišite vse delitelje števil.

- 6
- 16
- 37
- 48
- 120

36 5. Deljivost

## Naloga 5.2. Pokažite, da trditev velja.

- $Izraz x 3 deli izraz x^2 2x 3$ .
- $Izraz x + 2 \ deli \ izraz \ x^3 + x^2 4x 4$ .
- $Izraz x 2 deli izraz x^3 8$ .

#### Naloga 5.3. Pokažite, da trditev velja.

- $19 \mid (3^{21} 3^{20} + 3^{18})$
- $7 \mid (3 \cdot 4^{11} + 4^{12} + 7 \cdot 4^{10})$
- 14 |  $(5 \cdot 3^6 + 2 \cdot 3^8 3 \cdot 3^7)$  25 |  $(7 \cdot 2^{23} 3 \cdot 2^{24} + 3 \cdot 2^{25} 2^{22})$
- $11 \mid (2 \cdot 10^6 + 3 \cdot 10^7 + 10^8)$
- $35 \mid (6^{32} 36^{15})$

#### Naloga 5.4. Pokažite, da trditev velja.

- $3 \mid (2^{2n+1} 5 \cdot 2^{2n} + 9 \cdot 2^{2n-1})$
- $29 \mid (5^{n+3} 2 \cdot 5^{n+1} + 7 \cdot 5^{n+2})$   $10 \mid (3 \cdot 7^{4n-1} 4 \cdot 7^{4n-2} + 7^{4n+1})$
- $10 \mid (9^{3n-1} + 9 \cdot 9^{3n+1} + 9^{3n} 9^{3n+2})$
- $5 \mid (7 \cdot 2^{4n-2} + 3 \cdot 4^{2n} 16^n)$

Naloga 5.5. Pokažite, da je za poljubno naravno število u vrednost izraza

$$(u+7)(7-u) - 3(3-u)(u+5)$$

večkratnik števila 4.

## 5.2 Kriteriji deljivosti

#### Deljivost z 2

Število je deljivo z 2 natanko takrat, ko so enice števila deljive z 2.

#### Deljivost s 3

Število je deljivo s 3 natanko takrat, ko je vsota števk števila deljiva s 3.

#### Deljivost s 4 oziroma 25

Število je deljivo s 4 oziroma 25 natanko takrat, ko je dvomestni konec števila deljiv s 4 oziroma 25.

#### Deljivost s 5

Število je deljivo s 5 natanko takrat, ko so enice števila enake 0 ali 5.

#### Deljivost s 6

Število je deljivo s 6 natanko takrat, ko je deljivo z 2 in s 3 hkrati.

### Deljivost z 8 oziroma s 125

Število je deljivo z 8 oziroma s 125 natanko takrat, ko je trimestni konec števila deljiv z 8 oziroma s 125.

#### Deljivost z 9

Število je deljivo z 9 natanko takrat, ko je vsota števk števila deljiva z 9.

#### Deljivost z 10 oziroma $10^n$

Število je deljivo z 10 natanko takrat, ko so enice števila enake 0.

Število je deljivo z  $10^n$  natanko takrat, ko ima število na zadnjih n mestih števko 0.

#### Deljivost z 11

Število je deljivo z 11 natanko takrat, ko je alternirajoča vsota števk tega števila deljiva z 11.

#### Deljivost s 7

Algoritem za preverjanje deljivosti s 7:

- 1. vzamemo enice danega števila in jih pomnožimo s 5,
- 2. prvotnemu številu brez enic prištejemo dobljeni produkt,
- 3. vzamemo enice dobljene vsote in jih pomnožimo s 5,
- 4. produkt prištejemo prej novo dobljenemu številu ...

Postopek ponavljamo, dokler ne dobimo dvomestnega števila – če je to deljivo s 7, je prvotno število deljivo s 7.

Naloga 5.6. S katerimi od števil 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 so deljiva naslednja števila?

- 84742
- 393948
- 12390

5. Deljivost

• 19401

Naloga 5.7. Določite vse možnosti za števko a, da je število 65833a:

- $deljivo \ s \ 3$ ,
- deljivo s 4,
- deljivo s 5,
- deljivo s 6.

Naloga 5.8. Določite vse možnosti za števko b, da je število  $\overline{65b90b}$ :

- deljivo z 2,
- deljivo s 3,
- deljivo s 6,
- deljivo z 9,
- deljivo z 10.

Naloga 5.9. Določite vse možnosti za števki c in d, da je število  $\overline{115c1d}$  deljivo s 6.

Naloga 5.10. Določite vse možnosti za števki e in f, da je število  $\overline{115e1f}$  deljivo z 8.

Naloga 5.11. Pokažite, da za vsako naravno število n<br/> 12 deli  $n^4 - n^2$ .

Naloga 5.12. Preverite, ali je število 8641969 deljivo s 7.

## 5.3 Osnovni izrek o deljenju

#### Osnovni izrek o deljenju

Za poljubni naravni števili **m** (**deljenec**) in **n** (**delitelj**),  $m \ge n$ , obstajata natanko določeni nenegativni števili **k** (**količnik/kvocient**) in **r** (**ostanek**), da velja:

$$m = k \cdot n + r; \quad 0 \le r < n; \quad m, n \in \mathbb{N}; k, r \in \mathbb{N}_0.$$

Če je ostanek pri deljenju enak 0, je število m večkratnik števila n. Tedaj je število m deljivo s številom n. Pravimo, da n deli število m:  $n \mid m$ .

Naloga 5.13. Določite, katera števila so lahko ostanki pri deljenju naravnega števila n s:

- *številom* 3;
- *številom* 7:
- številom 365.

Naloga 5.14. Zapišite prvih nekaj naravnih števil, ki dajo:

- pri deljenju s 4 ostanek 3;
- pri deljenju s 7 ostanek 4;
- pri deljenju z 9 ostanek 4.

Naloga 5.15. Zapišite naravno število, ki da:

- pri deljenju s 7 količnik 5 in ostanek 3;
- pri deljenju z 10 količnik 9 in ostanek 1;
- pri deljenju s 23 količnik 2 in ostanek 22.

Naloga 5.16. Zapišite množico vseh naravnih števil n, ki dajo:

- pri deljenju z 2 ostanek 1;
- pri deljenju z 2 ostanek 0;
- pri deljenju s 5 ostanek 2.

Naloga 5.17. Katero število smo delili s 7, če smo dobili kvocient 3 in ostanek 5?

Naloga 5.18. S katerim številom smo delili število 73, če smo dobili kvocient 12 in ostanek 1?

Naloga 5.19. Marjeta ima čebulice tulipana, ki jih želi posaditi v več vrst. V vsaki od 3 vrst je izkopala po 8 jamic, potem pa ugotovila, da ji bosta 2 čebulici ostali. Koliko čebulic ima Marjeta?

Naloga 5.20. Če neko število delimo z 8, dobimo ostanek 7. Kolikšen je ostanek, če to isto število delimo s 4?

Naloga 5.21. Če neko število delimo s 24 dobimo ostanek 21. Kolikšen je ostanek, če to isto število delimo s 3?

40 5. Deljivost

# 5.4 Praštevila in sestavljena števila

Glede na število deliteljev, lahko naravna števila razdelimo na tri skupine:

- **število** 1 število, ki ima samo enega delitelja (samega sebe);
- praštevila števila, ki imajo natanko dva delitelja (1 in samega sebe);
- sestavljena števila števila, ki imajo več kot dva delitelja.

$$\mathbb{N} = \{1\} \cup \mathbb{P} \cup \{sestavljena \ števila\}$$

Praštevil je neskončno mnogo.

Število n je praštevilo, če ni deljivo z nobenim praštevilom, manjšim ali enakim  $\sqrt{n}$ .

#### Eratostenovo sito:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Naloga 5.22. Preverite, ali so števila 103, 163, 137, 197, 147, 559 praštevila.

#### 5.5 Osnovni izrek aritmetike

Vsako naravno število lahko enolično/na en sam način (do vrstnega reda faktorjev natančno) zapišemo kot produkt potenc s praštevilskimi osnovami:

$$n = p_1^{k_1} \cdot p_2^{k_2} \cdot \ldots \cdot p_l^{k_l}; p_i \in \mathbb{P} \wedge n, k_i \in \mathbb{N}.$$

Zapis naravnega števila kot produkt potenc s praštevilskimi osnovami imenujemo tudi **praštevilski** razcep.

Naloga 5.23. Zapišite število 8755 kot produkt samih praštevil in njihovih potenc.

Naloga 5.24. Razcepite število 3520 na prafaktorje.

Naloga 5.25. Zapišite praštevilski razcep števila 38250.

Naloga 5.26. Zapišite praštevilski razcep števila 3150.

Naloga 5.27. Razcepite število 66 na prafaktorje in zapišite vse njegove delitelje.

Naloga 5.28. Razcepite število 204 na prafaktorje in zapišite vse njegove delitelje.

Naloga 5.29. Zapišite vse izraze, ki delijo dani izraz.

- $x^2 + x 1$
- $x^3 x^2 4x + 4$
- $x^3 27$

# 5.6 Največji skupni delitelj in najmanjši skupni večkratnik

Največji skupni delitelj števil m in n je največje število od tistih, ki delijo števili m in n. Oznaka: D(m, n).

Najmanjši skupni večkratnik števil m in n je najmanjše število od tistih, ki so deljiva s številoma m in n. Oznaka: v(m, n).

Števili m in n, katerih največji skupni delitelj je 1, sta **tuji števili**.

#### Računanje D in v s prafaktorizacijo števil

- Števili m in n prafaktoriziramo.
- Za D(m,n) vzamemo potence, ki so skupne obema številom v prafaktorizaciji.
- Za v(m,n) vzamemo vse potence, ki se pojavijo v prafaktorizaciji števil, z največjim eksponentom.

Za poljubni naravni števili m in n velja zveza  $\mathbf{D}(\mathbf{m}, \mathbf{n}) \cdot \mathbf{v}(\mathbf{m}, \mathbf{n}) = \mathbf{m} \cdot \mathbf{n}$ .

#### Evklidov algoritem

V tem algoritmu zapored uporabljamo osnovni izrek o deljenju.

Najprej ga uporabimo na danih dveh številih.

V naslednjem koraku deljenec postane prejšnji delitelj, delitelj pa prejšnji ostanek.

V vsakem koraku imamo manjša števila, zato se algoritem konča v končno mnogo korakih.

Največji skupni delitelj danih števil m in n je zadnji od 0 različen ostanek pri deljenju v Evklidovem algoritmu.

Naloga 5.30. Izračunajte največji skupni delitelj in najmanjši skupni večkratnik danih parov števil.

- 6 in 8
- 36 in 48
- 550 in 286
- 6120 in 4158

Naloga 5.31. Preverite, ali sta števili 522 in 4025 tuji števili.

Naloga 5.32. Izračunajte največji skupni delitelj in najmanjši skupni večkratnik treh števil.

- 1320, 6732 in 297
- 372, 190 in 11264

Naloga 5.33. Z Evklidovim algoritmom izračunajte največji skupni delitelj parov števil.

- 754 in 3146
- 4446 in 6325

**Naloga 5.34.** Izračuanjte število b, če velja: D(78166, b) = 418 in v(78166, b) = 1485154.

Naloga 5.35. Določite največji skupni delitelj izrazov.

- $x^3 5x^2 24x$  in  $x^2 64$
- $x^2 + 3x + 10$ ,  $x^3 4x$  in  $x^3 8$
- $x^2 25$  in  $x^3 27$

5. Deljivost

Naloga 5.36. Določite najmanjši skupni večkratnik izrazov.

- $x^2 64$  in x + 8
- x, 8 x in  $x^2 64$
- $x^2 + 3x 10$ , 2x in  $x^2 + 5x$

Naloga 5.37. Velika Janezova terasa je dolga 1035 cm in široka 330 cm. Janez bi jo rad sam tlakoval s kvadratnimi vinilnimi ploščami. Ker ni najbolj vešč tega dela, bo kupil tako velike plošče, da mu jih ne bo treba rezati. Koliko so največ lahko velik kvadratne plošče? Koliko plošč bo potreboval za tlakovanje?

Naloga 5.38. Neca gre v knjižnico vsake 14 dni, Nace pa vsakih 10 dni. V knjižnici se srečata v ponedeljek 1. marca. Čez koliko dni se bosta naslednjič srečala? Na kateri dan in datum?

# Poglavje 6

# Racionalna števila

#### 6.1 Ulomki in racionalna števila

**Ulomek**  $\frac{x}{y}$  je zapis, ki predstavlja zapis deljenja

$$x: y = \frac{x}{y}; \quad y \neq 0 \land x, y \in \mathbb{Z}.$$

Število/izraz x imenujemo **števec**, y pa **imenovalec**, med njima je **ulomkova črta**.

Ulomek  $\frac{x}{0}$  ni definiran (nima pomena), saj z 0 ne moremo deliti.

Algebrski ulomek je ulomek, v katerem v števcu in/ali imenovalcu nastopajo algebrski izrazi.

Vsako celo število  $x \in \mathbb{Z}$  lahko zapišemo z ulomkom:  $x = \frac{x}{1}$ .

Ničelni ulomek je ulomek oblike  $\frac{0}{y} = 0; y \neq 0.$ 

V ulomku, kjer v števcu ali imenovalcu nastopa negativno število, upoštevamo enakost

$$-\frac{x}{y} = \frac{-x}{y} = \frac{x}{-y}.$$

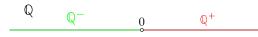
Vsakemu neničelnemu ulomku  $\frac{x}{y}$  lahko priredimo njegovo **obratno vrednost**:

$$\left(\frac{x}{y}\right)^{-1} = \frac{y}{x}; \quad x, y \in \mathbb{Z} \backslash \{0\}.$$

#### Racionalna števila

Množica racionalnih števil  $\mathbb{Q}$  je sestavljena iz vseh ulomkov (kar pomeni, da vsebuje tudi vsa naravna in cela števila).

$$\mathbb{Q} = \left\{ \frac{x}{y}; \ x \in \mathbb{Z}, y \in \mathbb{Z} \setminus \{0\} \right\}$$



Glede na predznak razdelimo racionalna števila v tri množice:

- množico negativnih racionalnih števil Q<sup>-</sup>,
- množico z elementom nič: {0} in
- množico pozitivnih racionalnih števil:  $\mathbb{Q}^+$ .

$$\mathbb{Q} = \mathbb{Q}^- \cup \{0\} \cup \mathbb{Q}^+$$

Ulomka  $\frac{x}{y}$  in  $\frac{w}{z}$  sta enaka/enakovredna natanko takrat, ko je  $xz=wy;\,y,z\neq0.$ 

$$\frac{x}{y} = \frac{w}{z} \Leftrightarrow xz = wy; \quad y, z \neq 0$$

Enaka/enakovredna ulomka sta različna zapisa za isto racionalno število.

Naloga 6.1. Za katere vrednosti x ulomek ni definiran?

Naloga 6.2. Za katere vrednosti x ima ulomek vrednost enako 0?

Naloga 6.3. Ali imata ulomka isto vrednost?

- $\frac{2}{3}$  in  $\frac{10}{15}$   $\frac{-1}{2}$  in  $\frac{1}{-2}$   $\frac{4}{5}$  in  $\frac{-8}{5}$   $\frac{5}{8}$  in  $\frac{8}{5}$

Naloga 6.4. Za kateri x imata ulomka isto vrednost?

- $\frac{x+1}{2}$  in  $\frac{3}{4}$   $\frac{4}{2x-1}$  in  $\frac{1}{3}$   $\frac{x+1}{2}$  in  $\frac{x-1}{-3}$
- $\frac{x+1}{x-2}$  in  $\frac{2}{5}$

Naloga 6.5. Ali ulomka predstavljata isto vrednost?

•  $\left(\frac{1}{2}\right)^{-1}$  in  $-\frac{1}{2}$ •  $\left(\frac{2}{3}\right)^{-1}$  in  $\frac{3}{2}$ •  $1\frac{3}{7}$  in  $\left(\frac{7}{10}\right)^{-1}$ 

Naloga 6.6. Ali ulomka predstavljata isto vrednost?

- $2 \cdot \frac{3}{4} in \frac{3}{2}$
- $2\frac{3}{4}$   $in \frac{3}{2}$   $(1\frac{2}{5})^{-1}$   $in 1\frac{5}{2}$   $(1\frac{2}{5})^{-1}$   $in \frac{5}{7}$

Naloga 6.7. Zapišite s celim delom oziroma z ulomkom.

#### 6.2Razširjanje in krajšanje ulomkov

## Razširjanje ulomka

Ulomek ohrani svojo vrednost, če števec in imenovalec pomnožimo z istim neničelnim številom oziroma izrazom. Temu postopku pravimo razširjanje ulomka.

$$\frac{x}{y} = \frac{x \cdot z}{y \cdot z}; \quad x \in \mathbb{Z} \land y, z \in \mathbb{Z} \backslash \{0\}$$

Ko ulomke seštevamo ali odštevamo, jih razširimo na najmanjši skupni imenovalec, ki je najmanjši skupni večkratnik vseh imenovalcev.

## Krajšanje ulomka

Vrednost ulomka se ne spremeni, če števec in imenovalec delimo z istim neničelnim številom oziroma izrazom. Temu postopku rečemo krajšanje ulomka.

$$\frac{x\cdot z}{y\cdot z} = \frac{x}{y}; \quad x\in \mathbb{Z} \wedge y, z\in \mathbb{Z}\backslash\{0\}$$

Ulomek  $\frac{x}{y}$  je **okrajšan**, če je (x,y)=1, torej če sta števec in imenovalec tuji števili.

Naloga 6.8. Razširite ulomke na najmanjši skupni imenovalec.

- $\begin{array}{c} 3, 5 \\ \bullet \\ \frac{2}{7}, 1 \\ in \\ \frac{1}{2} \\ \bullet \\ \frac{5}{6}, \\ \frac{1}{2} \\ in \\ -\frac{2}{3} \\ \bullet \\ \frac{1}{5}, \\ -\frac{1}{2} \\ in \\ \frac{1}{-3} \\ \bullet \\ \frac{3}{-4}, \\ \frac{-1}{2} \\ in \\ -\frac{2}{5} \\ \end{array}$

Naloga 6.9. Razširite ulomke na najmanjši skupni imenovalec.

- $\begin{array}{l} \bullet \quad \frac{1}{x-1}, \ \frac{1}{x+1} \ in \ 1 \\ \bullet \quad \frac{2}{x}, \ \frac{1}{x-3} \ in \ \frac{1}{(x-3)^2} \\ \bullet \quad \frac{3}{x^2-4x}, \ \frac{1}{x} \ in \ \frac{2}{x-4} \\ \bullet \quad \frac{4}{x-4}, \ \frac{2}{x-2} \ in \ \frac{1}{x^2-6x+8} \\ \bullet \quad \frac{2}{x-1} \ in \ \frac{3}{1-x} \\ \bullet \quad \frac{1}{2-x}, \ \frac{2}{x+2} \ in \ \frac{3}{x^2-4} \end{array}$

Naloga 6.10. Okrajšajte ulomek.

Naloga 6.11. Okrajšajte ulomek.

#### Seštevanje in odštevanje ulomkov 6.3

#### Seštevanje ulomkov

Ulomke seštevamo tako, da jih razširimo na skupni imenovalec, nato seštejemo števce, imenovalce pa prepišemo.

$$\frac{x}{y} + \frac{z}{w} = \frac{xw}{yw} + \frac{yz}{yw} = \frac{xw + yz}{yw}; \quad x, z \in \mathbb{Z} \land y, w \in \mathbb{Z} \backslash \{0\}$$

### Odštevanje ulomkov

Ulomke odštevamo tako, da prištejemo nasprotni ulomek.

$$\frac{x}{y} - \frac{z}{w} = \frac{x}{y} + \left(-\frac{z}{w}\right) = \frac{xw}{yw} + \frac{-yz}{yw} = \frac{xw - yz}{yw}; \quad x, z \in \mathbb{Z} \land y, w \in \mathbb{Z} \backslash \{0\}$$

Naloga 6.12. Izračunajte.

Naloga 6.13. Izračunajte.

- $\left(\frac{2}{3} 2\frac{1}{4}\right) + \frac{1}{12}$   $\frac{2}{7} \frac{3}{4} + \left(\frac{1}{2} 2\right)$   $\left(\frac{2}{3} \left(\frac{1}{3} 3\right) + \frac{1}{4}\right) \frac{1}{2}$   $1 \left(2 \left(3 4 \left(5 \frac{1}{2}\right)\right) + \frac{1}{3}\right)$

Naloga 6.14. Poenostavite.

- $\begin{array}{ccc}
   & \frac{x}{x-1} \frac{x}{x+1} \\
   & \frac{3}{x^2} + \frac{4}{x^3} \frac{1}{x}
  \end{array}$
- $\frac{3}{x^2 4x} \left(\frac{1}{x 4} + \frac{2}{x^2 5x + 4}\right)$   $\frac{2}{xy} + \frac{3}{x} \frac{2}{y}$

- Naloga 6.15. Poenostavite.  $\frac{(x-3)^2 + (x+3)^2}{x^2+9} \frac{3x^2}{2x^2-x^2}$   $\frac{(a-3)^3 (a-1)^3 + 26}{6a} + \left(-\frac{1}{2}\right)^{-1}$   $\frac{x^3 2x^2 x + 2}{-x(1-x)-2} \left(\frac{x-1}{x} 1\right)^{-1}$ 

  - $\left(\frac{x}{2} \left(\frac{x}{3} \left(\frac{x}{4} \frac{x}{5}\right)\right)\right) \left(\frac{60}{x}\right)^{-1}$

#### 6.4 Množenje ulomkov

Ulomka **množimo** tako, da števce množimo s števci, imenovalce pa množimo z imenovalci.

$$\frac{x}{y} \cdot \frac{z}{w} = \frac{xz}{yw}; \quad x, z \in \mathbb{Z} \land y, w \in \mathbb{Z} \backslash \{0\}$$

Produkt danega in njemu obratnega ulomka je enak 1.

$$\frac{x}{y} \cdot \left(\frac{x}{y}\right)^{-1} = \frac{x}{y} \cdot \frac{y}{x} = 1$$

Naloga 6.16. Izračunajte.

• 
$$\frac{1}{3} \cdot \frac{3}{7}$$
  
•  $\frac{-2}{13} \cdot \left(-\frac{39}{4}\right)$ 

• 
$$\frac{2}{5}$$
  $\frac{4}{9}$ 

• 
$$2\frac{1}{3} \cdot 3\frac{3}{4}$$

• 
$$\frac{-2}{5} \cdot 4\frac{2}{7}$$

• 
$$3^{3} \cdot \frac{2}{3}$$

• 
$$\frac{x^2-9}{x^2+3x+9} \cdot \frac{x^3-27}{x^2-6x+9}$$

• 
$$\frac{x^2+5x}{-x+2}$$
 •  $\frac{2x^2-8}{x^2+7x+10}$ 

$$\begin{array}{l} \textbf{Naloga 6.17.} \ Poenostavite. \\ \bullet \ \frac{x^2-9}{x^2+3x+9} \cdot \frac{x^3-27}{x^2-6x+9} \\ \bullet \ \frac{x^2+5x}{-x+2} \cdot \frac{2x^2-8}{x^2+7x+10} \\ \bullet \ \frac{x^3-4x^2-4x+16}{2x+4} \cdot \frac{6x}{3x-6} \\ \bullet \ 2 \cdot \frac{x}{x-1} \cdot \frac{x^2-1}{x^2+x} \end{array}$$

$$\bullet \quad 2 \quad \frac{x}{x-1} \cdot \frac{x^2-1}{x^2+x}$$

**Naloga 6.18.** *Poenostavite.*  
• 
$$\frac{x^2-4}{x^2-1} \cdot \frac{x^3-1}{x^3+x^2+x} \cdot \frac{x^2+x}{2-x}$$

$$\bullet \left(\frac{6-x}{x^2+6x} - \frac{x}{36-x^2}\right) \cdot \left(\frac{2x-6}{x^2+6x}\right)^{-1} + \frac{x}{6-x}$$

• 
$$\left(\frac{6-x}{x^2+6x} - \frac{x}{36-x^2}\right) \cdot \left(\frac{2x-6}{x^2+6x}\right)^{-1} + \frac{x}{6-x}$$
• 
$$\left(\left(x-y + \left(\frac{x+y}{2xy}\right)^{-1}\right) \cdot \left(\frac{1}{x+y}\right)^{-1} - 2xy\right) \cdot (x-y)^{-1}$$

• 
$$\left(xy + y^2 - \frac{xy + y^2}{3xy - 3x^2}\right) \cdot \left(\frac{x+y}{3x}\right)^{-1} - \left(-\frac{y-x}{y}\right)^{-1}$$

#### 6.5 Deljenje ulomkov

Ulomek delimo z neničelnim ulomkom tako, da prvi ulomek množimo z obratno vrednostjo drugega ulomka.

$$\frac{x}{y}:\frac{z}{w}=\frac{x}{y}\cdot\left(\frac{z}{w}\right)^{-1}=\frac{x}{y}\cdot\frac{w}{z}=\frac{xw}{yz};\quad x\in\mathbb{Z}\wedge y,z,w\in\mathbb{Z}\backslash\{0\}$$

Deljenje ulomkov lahko zapišemo kot dvojni ulomek.

$$\frac{x}{y}:\frac{z}{w}=\frac{\frac{x}{y}}{\frac{z}{w}};\quad x\in\mathbb{Z}\wedge y,z,w\in\mathbb{Z}\backslash\{0\}$$

Naloga 6.19. Izračunajte.

Naloga 6.20. Izračunajte.

$$\begin{array}{c}
\bullet \quad \frac{\frac{3}{5}}{-2} \\
-\frac{1}{2}
\end{array}$$

Naloga 6.21. Poenostavite. •  $\frac{x^2 + x - 6}{x + 2}$  : (x - 2)•  $\frac{x - 1}{2x^2 - 4x}$  :  $\frac{x^2}{x - 2}$ • x :  $\frac{x^2 + x}{x^3 + 1}$ 

• 
$$\frac{x^2+x-6}{x+2}$$
 :  $(x-2)$ 

• 
$$\frac{x+2}{2x^2-4x}$$
 :  $\frac{x^2}{x-2}$ 

• 
$$x: \frac{x^2+x}{x^3+1}$$

• 
$$\frac{x-1}{x^2-4}$$
 :  $\frac{1-x^2}{x-2}$ 

Naloga 6.22. Poenostavite.  
• 
$$\frac{x-1}{x^2-4}$$
 :  $\frac{1-x^2}{x-2}$   
•  $\frac{x-2}{(x+2)^{-1}}$  :  $\left(\frac{1}{x^2-1}\right)^{-1}$   
•  $\frac{3-x}{2-x}$  :  $\frac{x-3}{x-2}$ 

• 
$$\frac{3-x}{2-x}$$
 :  $\frac{x-3}{x-2}$ 

#### 6.6 Urejenost racionalnih števil

Za ulomka  $\frac{x}{y}$  in  $\frac{z}{w}$   $(y, w \notin \{0\})$  velja natanko ena izmed treh možnosti:

- 1. prvi ulomek je večji od drugega  $\frac{x}{y} \geqslant \frac{z}{w}$  natanko tedaj, ko je  $xw \geqslant yz$ ;
  2. drugi ulomek je večji od prvega  $\frac{x}{y} \leqslant \frac{z}{w}$  natanko tedaj, ko je  $xw \leqslant yz$ ;
- 3. ulomka sta enaka  $\frac{x}{y} = \frac{z}{w}$  natanko tedaj, ko je xw = yz oziroma  $\frac{x}{y} \leqslant \frac{z}{w} \land \frac{x}{y} \geqslant \frac{z}{w}$ . Enaka ulomka predstavljata isto racionalno število.

Slika večjega racionalnega števila  $\frac{x}{u}$  je na številski premici desno od slike manjšega racionalnega števila  $\frac{z}{w}$ .



Slike pozitivnih racionalnih števil ležijo desno, slike negativnih racionalnih števil pa levo od koordinatnega izhodišča.

$$\frac{\mathbb{Q}^{-} \quad Q \quad \mathbb{Q}^{+}}{negativna \text{ števila } pozitivna \text{ števila}}$$

 ${
m V}$  množici ulomkov velja, da je vsak negativen ulomek manjši od vsakega pozitivnega ulomka.

Množica racionalnih števil je **linearno urejena** z relacijo biti manjši ali enak (≤) oziroma biti  $ve\check{c}ji \ ali \ enak \ (\geq).$ 

Za to relacijo linearne urejenosti veljajo naslednje lastnosti:

• refleksivnost:  $\forall \frac{x}{y} \in \mathbb{Q} : \frac{x}{y} \leqslant \frac{x}{y};$ • antisimetričnost:  $\forall \frac{x}{y}, \frac{z}{w} \in \mathbb{Q} : \frac{x}{y} \leqslant \frac{z}{w} \land \frac{z}{w} \leqslant \frac{x}{y} \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{z}{w};$ • tranzitivnost:  $\forall \frac{x}{y}, \frac{z}{w}, \frac{r}{q} \in \mathbb{Q} : \frac{x}{y} \leqslant \frac{z}{w} \land \frac{z}{w} \leqslant \frac{r}{q} \Rightarrow \frac{x}{y} \leqslant \frac{r}{q} \text{ in}$ • stroga sovisnost:  $\forall \frac{x}{y}, \frac{z}{w} \in \mathbb{Q} : \frac{x}{y} \leqslant \frac{z}{w} \lor \frac{z}{w} \leqslant \frac{x}{y}.$ Množica racionalnih števil pa je tudi **delno urejena**, in sicer z relacijo *biti manjši* (<) oziroma biti večji (>).

Tedaj veljajo le lastnosti: refleksivnost, antisimetričnost in tranzitivnost.

Pri množenju neenakosti s pozitivnim številom se znak neenakosti ohrani.

$$\frac{x}{y} < \frac{z}{w} \quad \land \quad \frac{r}{a} > 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{x}{y} \cdot \frac{r}{a} < \frac{z}{w} \cdot \frac{r}{a}$$

Pri množenju neenakosti s negativnim številom se znak neenakosti obrne.

$$\frac{x}{y} < \frac{z}{w} \quad \land \quad \frac{r}{q} < 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{x}{y} \cdot \frac{r}{q} > \frac{z}{w} \cdot \frac{r}{q}$$

#### Monotonost vsote

Ce na obeh straneh neenakosti prištejemo isto število, se neenakost ohrani.

$$\frac{x}{y} < \frac{z}{w} \quad \Rightarrow \quad \frac{x}{y} + \frac{r}{q} < \frac{z}{w} + \frac{r}{q}$$

Naloga 6.23. Kateri od ulomkov je večji?

- $\frac{3}{7}$ ,  $\frac{3}{8}$
- $\frac{7}{3}$ ,  $\frac{8}{3}$
- $\frac{2}{5}$ ,  $\frac{3}{10}$

Naloga 6.24. Katero število je za  $\frac{3}{5}$  večje od  $\frac{2}{3}$ ?

Naloga 6.25. Katero število je za  $\frac{1}{3}$  manjše od  $\frac{7}{9}$ ?

Naloga 6.26. Ulomke uredite po velikosti od večjega k manjšemu.

•  $\frac{2}{5}$ ,  $\frac{3}{10}$ ,  $\frac{8}{9}$  in  $\frac{7}{8}$ •  $-\frac{1}{2}$ ,  $\frac{-1}{3}$ ,  $\frac{-3}{4}$  in  $\frac{2}{-5}$ 

**Naloga 6.27.** Ali obstajajo ulomki z imenovalcem 25, ki so med  $\frac{4}{9}$  in  $\frac{5}{9}$ ? Če obstajajo, jih zapišite.

**Naloga 6.28.** Ali obstajajo ulomki z imenovalcem 100, ki so med  $\frac{13}{53}$  in  $\frac{14}{53}$ ? Če obstajajo, jih zapišite.

#### 6.7 Potence s celimi eksponenti

Naravna števila so enaka pozitivnim celim številom, torej so potence s pozitivnimi celimi eksponenti enake potencam z naravnimi eksponenti.

Potenca z eksponentom enakim 0 je definirana kot:

$$x^0 = \begin{cases} 1 & x \neq 0; \\ 1 \text{ ali } ND & x = 0. \end{cases}$$

Potenca z negativnim celim eksponentom pa je definirana kot:

$$x^{-n} = \frac{1}{x^n}; \quad x \notin \{0\}, n \in \mathbb{N}.$$

## Pravila za računanje s potencami s celimi eksponenti

V spodaj zapisanih pravilih upoštevamo realni osnovi  $x, y \in \mathbb{R}$  in cele eksponente  $m, n \in \mathbb{Z}$ .

- $x^n \cdot x^m = x^{n+m}$
- $x^n \cdot y^n = (xy)^n$
- $(x^n)^m = x^{nm}$
- $\bullet \ x^n : x^m = \frac{x^n}{x^m} = x^{n-m}$
- $x^n: y^n = \frac{x^n}{y^n} = \left(\frac{x}{y}\right)^n; \quad y \neq 0$

Naloga 6.29. Poenostavite.

- $x^{10}: x^5$
- $b^4:b^{-11}$
- $y^{-3}: y^2$

Naloga 6.30. Poenostavite.

- Naloga 6.31. Poenostavite.  $\left(\frac{-2^5 a^{-4} b^3}{2^{-2} a b^{-2}}\right)^2 : \left(-\frac{a^2 b^4}{2^3 a^{-2}}\right)^3$   $\left(\frac{-3^4 x^{-2} y^3}{x^3 z^2}\right)^{-4} \cdot \left(\frac{3^5 x^2 z^{-2}}{y^{-3}}\right)^3$ 
  - $\bullet \quad -\frac{5^5 a^4 b^{-3}}{a^{-3} b^2} : \left(-\frac{5^2 a^{-2} b}{a^2}\right)^2$

**Naloga 6.32.** *Poenostavite.* •  $\frac{x^{-2} + x^{-1}}{x^{-3} + x^{-2}}$ 

Naloga 6.33. Poenostavite.

•  $\frac{3^{n+2}-2\cdot 3^{n-1}}{3^{n-2}+3^n}$ •  $\frac{5^{2n}+5^{2n-1}-2\cdot 5^{2n+1}}{3^{n-2}+3^n}$ 

$$\begin{array}{l} \bullet \quad \frac{7^{3n-3}+3\cdot7^{3n-2}-7^{3n-4}}{7^{3n-2}-7^{3n-1}} \\ \bullet \quad \frac{2^{n-1}+3\cdot2^n}{4^n+5\cdot2^{2n-1}} \end{array}$$

$$\bullet \quad \frac{2^{n-1} + 3 \cdot 2^n}{4^n + 5 \cdot 2^{2n-1}}$$

Naloga 6.34. Napišite brez negativnih eksponentov.

• 
$$x^{-1} + 2x^{-2}$$

• 
$$1 - x^{-1} - x^{-2}$$
  
•  $\frac{1}{x^{-1}} + x^{-1}$ 

• 
$$\frac{1}{x^{-1}} + x^{-1}$$

$$\begin{array}{c}
x^{-1} + x \\
& \left(\frac{2}{x^{-2}}\right)^{-1}
\end{array}$$

Naloga 6.35. Poenostavite.

• 
$$(x-x^{-1})\cdot(x^2-1)^{-1}$$

• 
$$\frac{x^{-2}+x^{-1}}{x^{-2}-x^{-1}} - (1-x)^{-1}$$

• 
$$\left(\frac{x^{-3}-x^{-1}}{1-x^{-2}}\right)^{-1} + \left(\frac{1}{x}\right)^{-1}$$

aloga 6.35. Poenostavite.  
• 
$$(x - x^{-1}) \cdot (x^2 - 1)^{-1}$$
  
•  $\frac{x^{-2} + x^{-1}}{x^{-2} - x^{-1}} - (1 - x)^{-1}$   
•  $\left(\frac{x^{-3} - x^{-1}}{1 - x^{-2}}\right)^{-1} + \left(\frac{1}{x}\right)^{-1}$   
•  $(x^{-2} - 2x^{-1} + 1)^{-1} - (x - 1)^{-2}$ 

6.8 Decimalni zapis 53

## 6.8 Decimalni zapis

Vsako racionalno število lahko zapišemo na dva načina:

- z ulomkom in
- z decimalnim zapisom.

Decimalni zapis sestavljajo tri komponente:

- celi del,
- decimalna pika oziroma decimalna vejica in
- ulomljeni del.

Decimalni zapis racionalnega števila (zapisanega z ulomkom) dobimo tako, da števec ulomka delimo z njegovim imenovalcem.

### Končen decimalni zapis

Končen decimalni zapis dobimo pri desetiških/decimalnih ulomkih.

To so ulomki, katerih imenovalec se lahko razširi na potenco števila 10, takšni imenovalci so oblike  $2^n \cdot 5^m$ .

#### Neskončen periodičen decimalni zapis

Neskončen periodičen decimalni zapis dobimo pri nedesetiških/nedecimalnih ulomkih. To so ulomki, katerih imenovalca ne moremo razširiti na potenco števila 10.

Najmanjšo skupino števk, ki se pri neskončnem periodičnem decimalnem zapisu ponavlja, imenujemo **perioda**. Označujemo jo s črtico nad to skupino števk.

Glede na število števk, ki v njej nastopajo, določimo njen red.

Naloga 6.36. Zapišite z decimalnim zapisom.

- $\frac{3}{8}$
- $\frac{2}{125}$
- $\frac{6}{25}$
- $\begin{array}{c} \bullet & \overline{6} \\ 4 \end{array}$
- 94
- $\frac{\bullet}{15}$
- $\frac{7}{11}$

Naloga 6.37. Periodično decimalno število zapišite z okrajšanim ulomkom.

- $0.\overline{24}$
- $0.\overline{9}$
- 1.<del>2</del>
- 1.0<del>3</del>
- $1.00\overline{12}$

## Naloga 6.38. Izračunajte.

- 2.3 + 4.8
- 11.3 + 2.35
- 0.94 + 0.24
- 5.6 2.9
- 0.2 1.25
- 12.5 20.61

### Naloga 6.39. Izračunajte.

- $0.1 \cdot 2.44$
- 1.2 · 0.4
- 11 · 0.002
- 0.5 · 0.04
- 0.3:5
- 12.5 : 0.05
- 2:0.02
- 0.15:0.3

## Naloga 6.40. Izračunajte.

- (0.24 + 0.06) : 5 1.2
- $12:(1.2-0.2\cdot3)+1.2$
- $(2-0.3:(0.025+0.035))\cdot0.11$
- $(1-0.2:(0.03+0.02))\cdot 1.5$
- $0.3 \cdot (1.2 0.6 \cdot (0.04 + 0.06))$

# Poglavje 7

# Realna števila

## 7.1 Realna števila

Med poljubnima dvema racionalnima številoma  $\frac{x}{y}, \frac{z}{w} \in \mathbb{Q}$  je vsaj še eno racionalno število – aritmetična sredina teh dveh števil $\frac{1}{2}\left(\frac{x}{y} + \frac{z}{w}\right)$ .

Med poljubnima racionalnima številoma je neskončno mnogo racionalnih števil in pravimo, da je množica  $\mathbb Q$  povsod gosta.

Množici  $\mathbb{Q}$  in  $\mathbb{Z}$  imata enako moč – sta števno neskončni  $(m(\mathbb{Q}) = m(\mathbb{Z}) = \aleph_0)$ .

Iracionalna števila  $\mathbb{I}$  so vsi kvadratni koreni števil, ki niso popolni kvadrati, tretji koreni, ki niso popolni kubi, ..., število  $\pi$ , Eulerjevo število e ...

Množici racionalnih in iracionalnih števil sta disjunktni:  $\mathbb{Q} \cap \mathbb{I} = \emptyset$ .

Realna števila so množica števil, ki jo dobimo kot unijo racionalnih in iracionalnih števil:  $\mathbb{R} = \mathbb{Q} \cup \mathbb{I}$ .

Množica realnih števil je močnejša od množice racionalnih števil. Pravimo, da je (neštevno) neskončna.

Množico realnih števil lahko, glede na predznak števil, razdelimo na tri množice:

- množico negativnih realnih števil  $\mathbb{R}^-$ ,
- množico z elementom nič: {0} in
- množico pozitivnih realnih števil:  $\mathbb{R}^+$ .

$$\mathbb{R} = \mathbb{R}^- \cup \{0\} \cup \mathbb{R}^+$$



Vsaki točki na številski premici ustreza natanko eno realno število in obratno, vsakemu realnemu številu ustreza natanko ena točka na številski premici.

Številsko premico, ki upodablja realna števila, imenujemo tudi **realna os**.

Z relacijo biti manjši ali enak je množica R linearno urejena, to pomeni, da veljajo:

- refleksivnost:  $\forall x \in \mathbb{R} : x \leq x$ ;
- antisimetričnost:  $\forall x, y \in \mathbb{R} : x \leq y \land y \leq x \Rightarrow x = y;$
- tranzitivnost:  $\forall x, y, z \in \mathbb{R} : x \leq y \land y \leq z \Rightarrow x \leq z$ ;
- stroga sovisnost:  $\forall x, y \in \mathbb{R} : x \leq y \vee y \leq x$ .

7. Realna števila

Za realcijo urejenosti na množici  $\mathbb R$ veljajo še naslednje lastnosti:

- monotonost vsote:  $x < y \Rightarrow x + z < y + z$  oziroma  $x \le y \Rightarrow x + z \le y + z$ ;
- $x < y \land z > 0 \Rightarrow xz < yz \text{ in } x \leqslant y \land z > 0 \Rightarrow xz \leqslant yz;$
- $x < y \land z < 0 \Rightarrow xz > yz \text{ in } x \leqslant y \land z < 0 \Rightarrow xz \geqslant yz.$

#### 7.2 Kvadratni koren

Kvadratni koren  $\sqrt{a}$  realnega števila  $a \ge 0$  je tisto nenegativno realno število x, katerega kvadrat je enak a.

$$\sqrt{a} = x \Leftrightarrow a = x^2; \quad a, x \in \mathbb{R}^+$$

Število a imenujemo **korenjenec**, simbol  $\sqrt{\phantom{a}}$  pa **korenski znak**.

## Pravila za računanje s kvadratnimi koreni

- $(\sqrt{a})^2 = a; \ a \ge 0$
- $\sqrt{a^2} = \begin{cases} a, & a \ge 0 \\ -a, & a < 0 \end{cases}$   $\sqrt{a \cdot b} = \sqrt{a} \cdot \sqrt{b}; \ a, b \ge 0$
- $\sqrt{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}}; \ a \geqslant 0, b > 0$

Delno korenjenje poteka tako, da korenjenec zapišemo kot produkt dveh ali več faktorjev, od katerih je vsaj en popoln kvadrat (ga lahko korenimo).

Nato koren zapišemo kot produkt korenov in korenimo kar lahko.

$$\sqrt{a^2b} = \sqrt{a^2}\sqrt{b} = a\sqrt{b}$$

Racionalizacija imenovalca pomeni, da ulomek zapišemo z enakovrednim ulomkom, ki v imenovalcu nima korena. To naredimo z razširjanjem ulomka.

Izraze s kvadratnimi koreni poenostavimo tako, da uporabimo že znane obrazce, delno korenimo in racionaliziramo imenovalce.

#### Naloga 7.1. Izračunajte.

- $\sqrt{49 \cdot 64}$
- $\sqrt{4 \cdot 324}$
- $\sqrt{361 \cdot 16}$
- $\sqrt{-16 \cdot 25}$
- $\sqrt{3\cdot 12}$

## Naloga 7.2. Izračunajte.

- $\sqrt{\sqrt{16}}$
- $\sqrt{81}$
- $\sqrt{\sqrt{256}}$

- $\begin{array}{l} \bullet \quad \sqrt{x^4y^8} \\ \bullet \quad \sqrt{e^{10}f^{26}} \\ \bullet \quad \sqrt{a^{20}b^4} \\ \bullet \quad \sqrt{(-x)^{20}y^4} \\ \bullet \quad \sqrt{3a^6 + a^6} \end{array}$

#### Naloga 7.4. Izračunajte.

- $\sqrt{16+36+12}$
- $\sqrt{121} + \sqrt{81}$
- $\sqrt{10+21+69}$
- $\sqrt{10+11-21}$
- $\sqrt{9+4-4}$
- $\bullet \quad \sqrt{3\cdot 4 + 2\cdot 2}$
- $\sqrt{5\cdot 7+1}$
- $\sqrt{8\cdot7-5\cdot4}$
- $\sqrt{10\cdot 8-4\cdot 4}$
- $\sqrt{11 \cdot 5 + 2 \cdot 7 + 3 \cdot 4}$

# Naloga 7.5. Izračunajte.

- $\sqrt{20}$
- $\sqrt{98}$
- $\sqrt{300}$

#### Naloga 7.3. Izračunajte.

58 7. Realna števila

- $\sqrt{125}$
- $\sqrt{x^3}$
- $\sqrt{x^4y^5z^6}$
- $\sqrt{128a^{13}b^9}$
- $\sqrt{100x^2y^5 + 62x^2y^5}$ ;  $x, y \ge 0$
- $\sqrt{8a^6b^5 12a^4b^6}$ ;  $a, b \ge 0$

Naloga 7.6. Izračunajte.

- $\sqrt{44} + \sqrt{99}$
- $\sqrt{192} + \sqrt{147}$
- $\sqrt{180} \sqrt{245} + 2\sqrt{500}$
- $\bullet \quad \sqrt{243a^3b} \quad + \quad 2a\sqrt{48ab}$  $\sqrt{ab}; \quad a, b \geqslant 0$
- $\sqrt{3a^6 + a^6}$

Naloga 7.7. Racionalizirajte imenovalec.

- $\frac{2}{\sqrt{3}}$

Naloga 7.8. Izračunajte.

- aloga 7.8. *Izraču*  $\frac{2}{\sqrt{3}} + \frac{3}{\sqrt{2}}$   $\frac{1 \sqrt{2}}{\sqrt{3}} \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{5}}$   $(1 + \sqrt{5})^2$   $(3 \sqrt{2})^2$   $(2 \sqrt{3})^3$

Naloga 7.9. Izračunajte.

- $(2 \sqrt{5})^3 (1 + 2\sqrt{5})^2$   $(2 \sqrt{3})^2 + (2 + \sqrt{3})^3$
- $(1+\sqrt{5})\sqrt{6-2\sqrt{5}}$
- $(3-\sqrt{5})\sqrt{14+6\sqrt{5}}$
- $(\sqrt{3} + \sqrt{5}) \sqrt{8 2\sqrt{15}}$

#### 7.3 Kubični koren

Kubični koren  $\sqrt[3]{a}$  realnega števila a je tisto realno število x, katerega kub je enak a.

$$\sqrt[3]{a} = x \Leftrightarrow a = x^3; \quad a, x \in \mathbb{R}$$

Število a imenujemo korenjenec, simbol  $\sqrt{}$  korenski znak, število 3 pa korenski eksponent.

Pravila za računanje s kubičnimi koreni

- $(\sqrt[3]{a})^3 = a$   $\sqrt[3]{a^3} = a$   $\sqrt[3]{a \cdot b} = \sqrt[3]{a} \cdot \sqrt[3]{b}$
- $\sqrt[3]{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt[3]{a}}{\sqrt[3]{b}}; \ b \neq 0$

Naloga 7.10. Izračunajte.

- <sup>3</sup>√216

Naloga 7.11. Izračunajte.

- $\sqrt{\sqrt{256}} \frac{3 \sqrt{2}}{\sqrt{2} 1} + \sqrt[3]{-8} + (2 \sqrt{2})^2$   $\frac{\sqrt{3} + 1}{\sqrt{3}} \frac{\sqrt{3} 1}{\sqrt{3} + 1} + \sqrt{0.16} + \sqrt{0.64} \sqrt[3]{-27} + \sqrt{48} \sqrt{27}$
- $(1-\sqrt{5})^2 (1+\sqrt{5})^2 + \frac{\sqrt{5}-2}{\sqrt{5}+2} \sqrt{125} + \sqrt{245}$

60 7. Realna števila

### 7.4 Interval

**Interval** je množica vseh realnih števil, ki ležijo med dvema danima številoma a in b, kjer je a < b.

Števili a in b imenujemo krajišči intervala.

### Vključenost krajišč

- Simbola "[" in "]" označujeta krajišče, ki spada k intervalu.
- Simbola "(" in ")" označujeta krajišče, ki ne spada k intervalu.

Pri zapisu intervalov moramo biti pozorni na zapis vrstnega reda števil, ki določata krajišči.

$$[a,b] \neq [b,a]$$

#### 7.4.1 Vrste intervalov

#### Zaprti interval

Vsebuje vsa realna števila med a in b, vključno s krajiščema a in b.

$$[\mathbf{a}, \mathbf{b}] = {\mathbf{x} \in \mathbb{R}; \mathbf{a} \leq \mathbf{x} \leq \mathbf{b}}$$



#### Odprti interval

Vsebuje vsa realna števila med a in b, vendar ne vsebuje krajišč a in b.

$$(\mathbf{a}, \mathbf{b}) = {\mathbf{x} \in \mathbb{R}; \mathbf{a} < \mathbf{x} < \mathbf{b}}$$



#### Polodprti/polzaprti interval

• Vsebuje vsa realna števila med a in b, vključno s krajiščem a, vendar ne vsebuje krajišča b.

$$[\mathbf{a}, \mathbf{b}) = {\mathbf{x} \in \mathbb{R}; \mathbf{a} \leqslant \mathbf{x} < \mathbf{b}}$$



• Vsebuje vsa realna števila med a in b, vključno s krajiščem b, vendar ne vsebuje krajišča a.

$$(\mathbf{a}, \mathbf{b}] = {\mathbf{x} \in \mathbb{R}; \mathbf{a} < \mathbf{x} \leqslant \mathbf{b}}$$



## Neomejeni/neskončni intervali

•  $[\mathbf{a}, \infty) = {\mathbf{x} \in \mathbb{R}; \mathbf{x} \geqslant \mathbf{a}}$ 

-----à

•  $(\mathbf{a}, \infty) = {\mathbf{x} \in \mathbb{R}; \mathbf{x} > \mathbf{a}}$ 

a

•  $(-\infty, \mathbf{b}] = {\mathbf{x} \in \mathbb{R}; \mathbf{x} \leqslant \mathbf{b}}$ 

b b

•  $(-\infty, \mathbf{b}) = {\mathbf{x} \in \mathbb{R}; \mathbf{x} < \mathbf{b}}$ 

\_\_\_\_\_\_b

•  $(-\infty, \infty) = \{\mathbf{x}; \mathbf{x} \in \mathbb{R}\} = \mathbb{R}$ 

Naloga 7.12. Zapišite kot interval.

- $\{x \in \mathbb{R}; -2 < x < 2\}$
- $\{x \in \mathbb{R}; 4 \leqslant x \leqslant 2\}$
- $\{x \in \mathbb{R}; -14 < x \le -9\}$

Naloga 7.13. Zapišite interval, ki je narisan na sliki.

- •
- •

•

Naloga 7.14. Zapišite presek intervalov.

- $[0,2) \cap (-1,1]$
- $[-3,5] \cap (-3,5)$
- $[2,5) \cap [5,7)$
- $[-1,3) \cap (-4,-1]$
- $[4,6] \cap [-1,4]$
- $(-1,3) \cap [1,2)$

Naloga 7.15. Zapišite unijo intervalov.

- $[0,2) \cup (-1,1]$
- $[-3,5] \cup (-3,5)$
- $[2,5) \cup [5,7)$
- $[-1,3) \cup (-4,1]$

Naloga 7.16. Zapišite razliko intervalov.

•  $[2,3]\setminus[3,4)$ 

7. Realna števila

- $(1,3)\backslash(3,4)$
- $[2,5)\setminus(-1,2]$
- $(2,8)\setminus[5,6)$

# Naloga 7.17. Izračunajte.

- $([1,3)\backslash(1,4])\cup(1,2)$
- $[-2,4]\setminus((-1,2]\cap[0,3))$
- $((-2,3]\setminus[-3,2))\cap[3,5)$

#### 7.5 Reševanje enačb

Enačba je enakost dveh izrazov, pri čemer vsaj v enem nastopa neznanka, ki je ponavadi označena s črko x.

Rešitev enačbe je vsaka vrednost neznanke, za katero sta vrednosti leve in desne strani enačbe enaki.

Enačbo rešujemo tako, da jo preoblikujemo v ekvivalentno enačbo, iz katere preberemo rešitve. Ekvivalentno enačbo dobimo, če:

- na obeh straneh enačbe prištejemo isto število ali izraz;
- obe strani enačbe množimo z istim neničelnim številom ali izrazom.

**Linearna enačba** je enačba oblike ax + b = 0;  $a, b \in \mathbb{R}$ .

Rešujemo jo tako, da jo preoblikujemo v ekvivalentno enačbo, ki ima na eni strani samo neznanko.

Razcepna enačba je enačba, v kateri nastopajo potence neznanke (na primer  $x^2,\,x^3$ ) in jo je mogoče zapisati kot produkt (linearnih) faktorjev.

Preoblikujemo jo v ekvivalentno enačbo, ki ima vse člene na eni strani neenačaja, na drugi pa 0. Izraz (neničelna stran) razstavimo, kolikor je mogoče, in preberemo rešitve.

Racionalna enačba je enačba, v kateri nastopajo neznake (tudi) v imenovalcu, pri tem smo pozorni na obstoj ulomkov. Nato enačbo preoblikujemo v ekvivalentno enačbo.

Naloga 7.18. Rešite enačbe.

- 3(2a-1)-5(a-2)=9
- 2(y-2) + 3(1-y) = 7
- 3(3-2(t-1)) = 3(5-t)
- -(2-x) + 3(x+1) = x-5

Naloga 7.19. Rešite enačbe.

- aloga 7.19. Rešite enačbe.  $\frac{1}{5} \frac{x-1}{2} = \frac{7}{10}$   $\frac{a-1}{3} + \frac{a+2}{6} = \frac{1}{2}$   $2\frac{2}{3} \frac{3t+1}{6} = 0$   $\left(\frac{2}{b+1}\right)^{-1} + \frac{b-1}{4} = b+3$

Naloga 7.20. Rešite razcepne enačbe.

- $x^2 3x = -2$
- $(x+2)^3 (x-1)^3 = 8x^2 + x + 2$
- $(x^2 4x + 5)^2 (x^2 + 4x + 1)^2 78 = 2x^2(x + 30) 18(x + 1)^3$
- $x^3 4x^2 + 4 = x$
- $x^5 = 3x^4 2x^3$

7. Realna števila

• 
$$\frac{x-1}{x+2} = \frac{x+1}{x-3}$$
• 
$$\frac{1}{a-1} - \frac{3}{a} = \frac{2}{a-1}$$
• 
$$\frac{x-3}{x-2} + \frac{x+4}{x+1} = \frac{2x^2}{x^2 - x - 2}$$
• 
$$\frac{1}{3a-1} + \frac{1}{3a+1} = \frac{a-1}{9a^2 - 1}$$

Naloga 7.22. Neznano število smo delili s 4 in dobljenemu količniku prišteli 1. Dobili smo enako, kot če bi istemu številu prišteli 10. Izračunajte neznano število.

Naloga 7.23. Kvadrat neznanega števila je za 4 manjši od njegovega štirikratnika. Izračunajte neznano število.

Naloga 7.24. Avtomobil vozi s povprečno hitrostjo 50  $\frac{km}{h}$ , kolesar s povprečno hitrostjo 20  $\frac{km}{h}$ . Avtomobil gre iz Lendave v Ormož (približno 50 km), kolesar vozi v obratno smer. Koliko časa pred avtomobilom mora na pot kolesar, da se bosta srečala na polovici poti?

Naloga 7.25. Vsota števk dvomestnega števila je 3. Če zamenjamo njegovi števki, dobimo za 9 manjše število. Katero število je to?

Naloga 7.26. Andreja je bila ob rojstvu hčere Eve stara 38 let. Čez koliko let bo Andreja stara trikrat toliko kot Eva?

Naloga 7.27. Prvi delavec sam pozida steno v 10 urah, drugi v 12 urah, tretji v 8 urah. Delavci skupaj začnejo zidati steno. Po dveh urah tretji delavec odide, pridruži pa se četrti delavec. Skupaj s prvim in drugim delavcem nato končajo steno v eni uri. V kolikšnem času četrti delavec pozida steno?

# 7.6 Reševanje neenačb

**Neenačba** je neenakost dveh izrazov, pri čemer vsaj v enem nastopa neznanka. Med levo in desno stranjo je postavljen eden od neenačajev:  $<,>,\leqslant$  ali  $\geqslant$ .

Neenačbo rešujemo tako, da jo preoblikujemo v ekvivalentno neenačbo. To dobimo, če:

- prištejemo isto število ali izraz na obeh straneh neenačbe;
- množimo obe strani neenačbe z istim pozitivnim številom ali izrazom;
- množimo obe strani neenačbe z istim negativnim številom ali izrazom in se pri tem neenačaj obrne.

**Linearna neenačba** je oblike ax + b < 0, ali pa nastopa drug neenačaj:  $>, \leq, \geq$ .

Naloga 7.28. Poiščite vsa realna števila, ki ustrezajo pogoju.

- 3a + 2 < 2a 1
- $7t + 8 \ge 8(t 2)$
- 5x 2 > 2(x + 1) 3
- $x-1 \le 2(x-3)-x$

Naloga 7.29. Rešite neenačbe.

- $\frac{\frac{\pi}{2} + \frac{7}{3} < \frac{5}{3}}{4 + 5a}$   $\frac{4 + 5a}{34} \frac{4}{51} \ge 2 + \frac{2 a}{51}$
- $x + \frac{x-2}{2} < \frac{x-3}{4} + \frac{x-1}{2}$
- $\frac{2x-2}{15} + \frac{x}{3} < \frac{4x-2}{5} + \frac{3x+9}{10}$

Naloga 7.30. Rešite sisteme neenačb.

- -2 < y 2 < 1
- $-4 \leqslant 5a 9 \leqslant 1$
- $(x+1>3) \land (2x \le 3(x-1))$
- $(3x 5 < x + 3) \lor (2x \ge x + 6)$

66 7. Realna števila

#### 7.7 Reševanje sistemov enačb

#### 7.7.1Sistem dveh linearnih enačb z dvema neznankama

Sistem dveh linearnih enačb z dvema neznankama ali sistem  $2 \times 2$  je v splošnem oblike:

$$a_1x + b_1y = c_1$$

$$a_2x + b_2y = c_2$$

x in y sta **neznanki**,  $a_i, b_i, c_i \in \mathbb{R}$  so **koeficienti**.

Rešitev sistema je urejen par števil (x, y), ki zadoščajo obema enačbama.

Sistem  $2 \times 2$  ima lahko eno rešitev, nima rešitve ali ima neskončno rešitev.

Sistem lahko rešujemo s primerjalnim načinom, zamenjalnim načinom ali z metodo nasprotnih koeficientov.

### Primerjalni način

Iz obeh enačb izrazimo isto neznanko, nato njuni vrednosti enačimo.

### Zamenjalni način

Iz ene enačbe izrazimo eno izmed neznank (preverimo, če je kateri od koeficientov pri neznankah enak 1 – takšno neznanko hitro izrazimo) in izraženo vrednost vstavimo v drugo enačbo.

### Metoda nasprotnih koeficientov

Eno ali obe enačbi pomnožimo s takimi števili, da bosta pri eni izmed neznank koeficienta nasprotni števili, nato enačbi seštejemo. Ostane ena enačba z eno neznanko.

Naloga 7.31. Rešite sisteme enačb.

$$2x + y = 9$$

$$x - 3y = 8$$

$$x - y = 5$$

$$y - x = 3$$

$$2x - 3y = 5$$

$$2x - 3y = 5$$

$$-4x + 6y = -10$$

$$3x - y = 5$$

$$6x - 10 = 2y$$

Naloga 7.32. Z zamenjalnim načinom rešite sisteme enačb.

$$2x + 5y = -2$$

$$x - 3y = -1$$

$$x + 6y = 2$$

$$x - 3y = -1$$

$$\frac{x}{2} - y = 3$$

$$y + x = -2$$

$$3x - 2y = 1$$

$$x + y = \frac{7}{6}$$
$$0.5x + 0.2y = 2$$

$$0.5x + 0.2y = 2$$

$$\frac{3}{2}x - \frac{2}{5}y = 1$$

Naloga 7.33. Z metodo nasprotnih koeficientov rešite sisteme enačb.

$$2x + 3y = 3$$

$$-4x + 3y = 0$$

$$4x - 3y = -2$$

$$-8x + y = -1$$

$$3x - 2y = 2$$

$$2x - 3y = -2$$

$$x - y = -5$$

$$0.6x + 0.4y = 7$$

Naloga 7.34. V bloku je 26 stanovanj. Vsako stanovanje ima 2 ali 3 sobe. Koliko je posameznih vrst stanovanj, če je v bloku 61 sob?

Naloga 7.35. Kmet ima v ogradi 20 živali. Če so v ogradi le race in koze, koliko je posameznih živali, če smo našteli 50 nog?

Naloga 7.36. Razredničarka na sladoled pelje svojih 30 dijakov. Naročili so lahko 2 ali 3 kepice sladoleda. Koliko dijakov je naročilo dve in koliko tri kepice sladoleda, če razredničarka ni jedla sladoleda, plačala pa je 79 kepic sladoleda?

Naloga 7.37. Babica ima dvakrat toliko vnukinj kot vnukov. Vnukinjam je podarila po tri bombone, vnukom pa po štiri bombone. Koliko vnukinj in vnukov ima, če je podarila 70 bombonov?

### 7.7.2 Sistem treh linearnih enačb s tremi neznankami

Sistem treh linearnih enačb z tremi neznankami ali sistem  $3 \times 3$  je v splošnem oblike:

$$a_1x + b_1y + c_1z = d_1$$
  
 $a_2x + b_2y + c_2z = d_2$   
 $a_3x + b_3y + c_3z = d_3$ 

x, y in z so **neznanke**,  $a_i, b_i, c_i \in \mathbb{R}$  so **koeficienti**.

**Rešitev sistema** je **urejena trojka** števil (x, y, z), ki zadoščajo vsem trem enačbam. Sistem  $3 \times 3$  rečujemo z istimi postopki kot sisteme  $2 \times 2$ , le da postopek ponovimo večkrat.

Naloga 7.38. Z metodo nasprotnih koeficientov rešite sisteme enačb.

$$2x + y - 3z = 5$$
•  $x + 2y + 2z = 1$ 
 $-x + y + z = -4$ 
 $x - 2y + 6z = 5$ 
•  $-x + 3z = -1$ 
 $4y - 3z = -3$ 
 $x + y - z = 0$ 
•  $x - y - 3z = 2$ 
 $2x + y - 3z = 1$ 
 $2x - 4y + z = 3$ 

$$4x - y + 2z = 4$$
$$-8x + 2y - 4z = 7$$

68 7. Realna števila

#### 7.8 Obravnava enačb in neenačb

Kadar v enačbi poleg neznake x nastopajo tudi druge črke, na primer a,b,c,k,l..., le-te označujejo števila, ki imajo poljubno realno vrednost. Imenujemo jih parametri.

Vrednost parametrov vpliva na rešitev enačbe, zato moramo enačbo reševati glede na vrednosti parametrov. Temu postopku rečemo obravnava enačbe.

Naloga 7.39. Obravnavajte enačbe.

- 2(ax 3) + 3 = ax
- $-4x b(x-2)^2 = 3 bx^2 7b$   $3(a-2)(x-2) = a^2(x-1) 4x + 7$
- $(b-3)^2x 3 = 4x 3b$

Naloga 7.40. Obravnavajte neenačbe.

- $a(x-2) \leqslant 4$
- $mx + 4 > m^2 2x$
- $a(a-3x+1) \ge a(x-4) + a^2x$
- $(k-1)^2 x \leq kx + 2(k+1) + 5x$

7.9 Sklepni račun 69

## 7.9 Sklepni račun

Pri sklepnem računu obravnavamo situacije, v katerih nastopata dve količini, ki sta premo sorazmerni ali obratno sorazmerni.

### Premo sorazmerje

Količini x in y sta **premo sorazmerni**, če obstaja takšno neničelno število  $k \in \mathbb{R}^*$ , da je  $x = k \cdot y$ .

### Obratno sorazmerje

Količini x in y sta **obratno sorazmerni**, če obstaja takšno neničelno število  $k \in \mathbb{R}^*$ , da je  $x = \frac{k}{y}$ .

Naloga 7.41. Delavec v štirih urah zasluži 10 €. Koliko zasluži v dvanajstih urah?

Naloga 7.42. Tiskalnik v sedmih minutah natisne 42 strani. Koliko časa potrebuje za 108 strani?

Naloga 7.43. Tri čebele v treh dneh oprašijo devetsto cvetov. Koliko cvetov v šestih dneh opraši šest čebel?

Naloga 7.44. Kolesar od Ljubljane do Geometrijskega središča Slovenije potuje dve uri s hitrostjo 20 km/h. Kako hitro bi moral peljati, da bi pot prevozil v eni uri in petnajstih minutah?

Naloga 7.45. En računalnik za pripravo posebnih efektov filma potrebuje 14 ur. Koliko časa bi potrebovali trije taki računalniki, za pripravo posebnih efektov za šest filmov?

Naloga 7.46. Sedem pleskarjev pleska hišo 15 dni. Po petih dneh dva delavca premestijo na drugo delovišče. Koliko časa bodo preostali delavci pleskali hišo?

70 7. Realna števila

#### 7.10 Odstotni račun

Količine pri odstotnem računu so povezane s sklepnim računim, in sicer so v premem sorazmerju.

Odstotek (ali procent) % celote definiramo kot stotino celote, odtisoček (ali promil) % kot tisočino celote.

$$1 \% = \frac{1}{100}$$
  $1 \% = \frac{1}{1000}$ 

Relativni delež je kvocient med deležem in osnovo:  $r = \frac{d}{2}$ .

Naloga 7.47. Zapišite z okrajšanim ulomkom oziroma odstotkom.

- 12 %
- 20 % a
- 250 %
- 0.5 % b
- 12 %
- $\frac{\frac{3}{4}a}{\frac{7}{20}x}$   $\frac{\frac{31}{10}y}{\frac{31}{10}}$

- 0.8z
- $\frac{25}{8}m$

Naloga 7.48. Izračunajte.

- Koliko je 20 % od 10 kg?
- Koliko je 25 % od 20 €?
- Koliko je 10 % od 1 l?
- Koliko je 250 % od 12 g?
- Koliko je 1 ‰ od 2350 kg?
- Koliko je 17 ‰ od 100 m?

Naloga 7.49. Pri ekološki pridelavi kmet pridela 3 tone pšenice na hektar. Zaradi toče je bil letošnji pridelek le 2450 kg pšenice. Za koliko odstotkov se je zmanjšala količina pridelka zaradi toče?

Naloga 7.50. V 5 kg raztopine je 120 g soli. Koliko odstotna je ta raztopina?

Naloga 7.51. V tovarni čevljev so povečali proizvodnjo s 1250 parov tedensko na 1700 parov. Koliko odstotno je to povečanje?

Naloga 7.52. Kokoši nesnice znesejo 270 jajc letno. Koliko odstotna je njihova nesnost?

Naloga 7.53. V trgovini stane izdelek 120 €. Koliko stane po:

- 5 % podražitvi,
- 20 % pocenitvi?

Naloga 7.54. Jošt je natipkal besedilo na list A4 formata v pisava Arial, velikosti 12, in ugotovil, da je bilo na strani 3150 znakov s presledki. Če bi pisavo zmanjšal na velikost 10, bi na stran prišlo 28 % več znakov. Koliko?

Naloga 7.55. Dizelsko gorivo je stalo v Sloveniji 1.421 €, v Italijo 1.748 €, v Avstriji pa 1.751 €. Za koliko odstotkov je bilo gorivo v Italiji dražje od goriva v naši državi in za koliko odstotkov je bilo naše gorivo cenejše od goriva v Avstriji?

- Naloga 7.56. Prenočitvene zmogljivosti na Bledu so 8880 ležišč. Pred prvomajskimi prazniki so se turistični delavci pohvalili, da je zasedenost kapacitet 90 %. Koliko turistov še lahko sprejmejo na nočitev?
- Naloga 7.57. Maksov avto porabi 5.6 l goriva na prevoženih 100 km. Z varčno vožnjo lahko zniža porabo za 15 %. Koliko kilometrov bo tako prevozil s polnim rezervoarjem, ki drži 55 l.
- Naloga 7.58. Kavču, ki je stal 652 €, so ceno znižali za 10 %, na sejmu pa so ponudili na to ceno še 12 % sejemskega popusta. Koliko bomo odšteli za kavč na sejmu? Za koliko odstotkov je cena na sejmu nižja od prvotne cene kavča?
- Naloga 7.59. Servis so najprej podražili za 10 %, potem pa se je ena skodelica okrušila in so ga pocenili za 30 %. Koliko je servis stal na začetku, če ga danes lahko kupimo za 115.5 €?
- Naloga 7.60. Izdelek je imel napako, zato so ga pocenili za 20 %. Ko so napako skoraj v celoti odpravili, so ga podražili za 20 %. Kolikšna je bila začetna cena izdelka, če po popravilu stane 192 €?
- Naloga 7.61. Koliko vode moramo priliti 3 kg 45 % raztopine, da bomo koncentracijo znižali na 20 %?
- **Naloga 7.62.** Kolikšno koncentracijo raztopine dobimo, če zmešamo 2 kg 60 % raztopine in 3 kg 40 % raztopine?
- Naloga 7.63. Koliko kg 12 % raztopine moramo priliti k 30 kg 24 % raztopine, da bomo dobili raztopino z 20 % koncentracijo?

72 7. Realna števila

#### 7.11 Absolutna vrednost

**Absolutna vrednost** |x| števila x geometrijsko predstavlja oddaljenost točke, ki predstavlja število x, od izhodišča na številski premici.

$$|x| = \begin{cases} x & x \geqslant 0; \\ -x & x < 0. \end{cases}$$

### Lastnosti absolutne vrednosti

- $|x| \geqslant 0$
- $|x| = 0 \Leftrightarrow x = 0$
- $\bullet \quad |-x| = |x|$
- $|x \cdot y| = |x| \cdot |y|$
- $|x+y| \leq |x| + |y|$  trikotniška neenakost

Z absolutno vrednostjo izračunamo tudi razdaljo med x in y kot |x-y| ali |y-x|.

Naloga 7.64. Izračunajte.

- 13
- | − 5|
- $|-2| \cdot |4|$
- |-3|-|5|
- $|-1| \cdot |-6|$
- -|3| + |-9|

Naloga 7.65. Izračunajte.

- $\left| \frac{1}{5} 5 \right|$
- $\left| -\frac{3}{4} \frac{2}{3} \right|$
- $|\sqrt{5}-3|$

- $||\sqrt{2}-2|-|1-\sqrt{2}||$

Naloga 7.66. Odpravite absolutno vrednost.

- |a-2|
- |x+1|
- |4-b|
- |2 + e|
- -|1-y|
- -|3+6y|

Naloga 7.67. Poenostavite izraze.

- x-2+|x|
- $3 \cdot |x-2| + x 1$
- |a-2|+|a|
- $3 \cdot |b-2| + |b-1|$
- ||x-2|+x||
- $3 \cdot ||y-2| + |y-1||$

### Naloga 7.68. Rešite enačbe.

• 
$$|x-2|=3$$

• 
$$|3 - x| = 5$$

• 
$$1 + |x - 7| = -6$$

• 
$$|a+3| = 7 - |a+2|$$

• 
$$|b-1|=2+|b+3|$$

• 
$$|x-1| + |x+2| = 3$$

### Naloga 7.69. Rešite neenačbe.

• 
$$|x-2| \ge 3$$

• 
$$|3 - x| < 5$$

• 
$$1 + |x - 7| \le -6$$

• 
$$|a+3| < 7 - |a+2|$$

• 
$$|b-1| \ge 2 + |b+3|$$

• 
$$||x-3|+2|<1$$

• 
$$|x - |x - 3|| \ge 1$$

• 
$$|x - |2x - 1| \ge 2$$

74 7. Realna števila

# 7.12 Zaokroževanje, približki, napake

### Pravila zaokroževanja

- Zadnjo števko pustimo enako, če je prva izbrisana števka manjša od 5;
- zadnjo števko povečamo za 1, če je prva izbrisana števka 5 ali več.

Zaokroževanje na n decimalnih mest pomeni: opustiti vse decimalke od n-tega mesta dalje in zaokrožiti. Primer:  $\sqrt{2} \doteq 1.41$  (na 2 decimalni mesti).

Zaokroževanje na n mest pomeni, da ima število v svojem zapisu n števk, pri pogoju, da ne štejemo ničel na začetku in na koncu. Primer:  $\sqrt{2} \doteq 1.41$  (na 3 mesta).

Pri zapisu uporabimo  $\doteq$ , kar označuje, da smo rezultat zapisali približno in ne natančno.

### Absolutna in relativna napaka

Naj bo x točna vrednost in X njen **približek**.

Absolutna napaka približka je |X-x|; relativna napaka je  $\frac{|X-x|}{x}$ .

Absolutno napako zapišemo tudi  $X=x\pm\epsilon$ , kar pomeni, da se absolutna napaka približka X razlikuje od točne vrednosti x kvečjemu za  $\epsilon$ .

**Naloga 7.70.** Na kartonski škatli je oznaka velikosti  $50 \pm 3$  cm. Koliko je največja in koliko najmanjša velikost škatle, ki ustreza tej oznaki? Ali je lahko relativna napaka velikosti 8 %?

Naloga 7.71. Pri 200 m vrvi smemo narediti 7 % napako. Ali je lahko takšna vrv dolga 230 m? Kako dolgi bosta najkrajša in najdaljša vrv, ki še ustrezata?

Naloga 7.72. V EU morajo biti banane za prodajo dolge najmanj 14 cm. V trgovino dobijo novo pošiljko banan, ki jih izmerijo, da so dolžine 13.7 cm. Njihov meter ima 5 % odstopanje. Ali lahko prodajajo takšne banane?

# Poglavje 8

# Pravokotni koordinatni sistem

### 8.1 Pravokotni koordinatni sistem

Pravokotni koordinatni sistem v ravnini oziroma kartezični ravninski koordinatni sistem določa par pravokotnih številskih premic (koordinatni osi), ki se sekata v koordinatnem izhodišču (O).

Koordinatni osi imenujemo:

- $\bullet$  os x ali abscisna os in
- os y ali ordinatna os.

### Lega točke v ravnini

Poljubni točki T v ravnini s pravokotnim koordinatnim sistemom lahko enolično določimo **koordinate** točke:  $T(x_0, y_0)$ .

To so števila, ki nam povedo, kje ležijo projekcije točke T na koordinatnih oseh.

Koordinate točke imenujemo:

- prva koordinata  $x_0$  je abscisa točke T in
- druga koordinata  $y_0$  je ordinata točke T.

Vsakemu urejenemu paru števil  $(x_0, y_0)$  ustreza natanko ena točka  $T(x_0, y_0)$  v ravnini, opremljeni s koordinatnim sistemom.



**-**2-

### 76

### Množice v pravokotnem koordinatnem sistemu

Vsaka premica v ravnini razdeli ravnino na dve polravnini.

Koordinatni osi ravnino  $\mathbb{R} \times \mathbb{R} = \mathbb{R}^2$  razdelita na štiri **kvadrante**.

• I. kvadrant:

$$\left\{(x,y)\in\mathbb{R}^2; x>0 \wedge y>0\right\}=(0,\infty)\times(0,\infty)$$

• II. kvadrant:

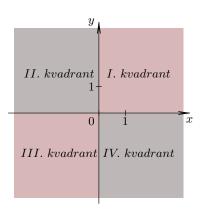
$$\{(x,y) \in \mathbb{R}^2; x < 0 \land y > 0\} = (-\infty,0) \times (0,\infty)$$

• III. kvadrant:

$$\{(x,y) \in \mathbb{R}^2; x < 0 \land y < 0\} = (-\infty,0) \times (-\infty,0)$$

• IV. kvadrant:

$$\left\{(x,y)\in\mathbb{R}^2; x>0 \land y<0\right\}=(0,\infty)\times(-\infty,0)$$



Na abscisni osi ležijo točke, ki imajo ordinato enako nič – so oblike T(x,0);  $x \in \mathbb{R}$ .

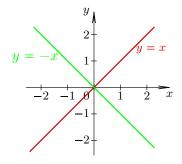
$$\{(x,y) \in \mathbb{R}^2; y = 0\} = \mathbb{R} \times \{0\}$$

Na ordinatni osi ležijo točke, ki imajo absciso enako nič – so oblike  $T(0,y); y \in \mathbb{R}$ .

$$\left\{(x,y)\in\mathbb{R}^2;x=0\right\}=\left\{0\right\}\times\mathbb{R}$$

Množico točk  $\{(x,y)\in\mathbb{R}^2;y=x\}$  imenujemo **simetrala lihih** kvadrantov.

Množico točk  $\{(x,y)\in\mathbb{R}^2;y=-x\}$  imenujemo simetrala sodih kvadrantov.



Naloga 8.1. V koordinatnem sistemu je narisanih 22 točk.



- Zapišite koordinate vseh točk, ki ležijo v II. kvadrantu.
- Zapišite koordinate vseh točk, ki ležijo v  $III.\ kvadrantu.$
- V koordinatni sistem narišite še točke X(2,-1), Y(-3,-4), W(5,-3).
- Poimenujte točke. (2,-4), (-6,2), (1,5), (-2,-5), (-4, -2), (0, 3)

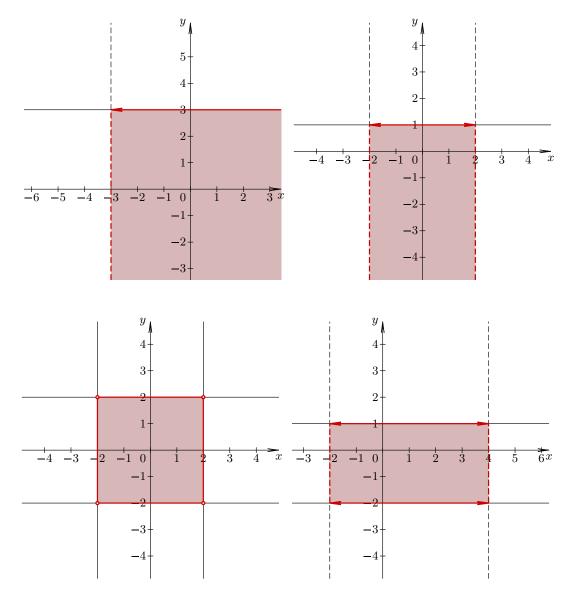
Naloga 8.2. Narišite množico točk.

- $\{T(x,y); x \ge -1\}$
- $\{T(x,y); y \le 3\}$
- $\{T(x,y); x \le 4 \land y < -1\}$
- $\{T(x,y); x \ge -2 \land y < 1\}$
- $\{T(x,y); -2 < x \le 4 \land -3 < y < 1\}$   $\{T(x,y); x = y\}$
- $\{T(x,y); \ 0 \le x < 4 \land -3 \le y < 3\}$
- $\{T(x,y); x < 4 \land y < -1\}$

- $\{T(x,y); |x| < 3\}$
- $\{T(x,y); \ x \ge 1 \land |y| < 1\}$
- $\{T(x,y); |x-3| < 1 \land y \ge 1\}$
- $\{T(x,y); |x| < 2 \land |y+3| \le 1\}$
- $\{T(x,y); x \geqslant y\}$
- $\{T(x,y); xy \ge 0\}$

Naloga 8.3. Zapišite množico točk, ki je upodobljena v koordinatnem sistemu.





Naloga 8.4. V koordinatnem sistemu narišite točke A(-2,3), B(0,4), C(0.5,-1) in D(-3,-1).

- Točke A, B, C in D prezrealite čez abscisno os in zapišite koordinate točk  $A_1$ ,  $B_1$ ,  $C_1$  in  $D_1$ .
- Točke A, B, C in D prezrealite čez ordinatno os in zapišite koordinate točk  $A_2, B_2, C_2$  in  $D_2$ .
- Točke A, B, C in D prezrcalite čez koordinatno izhodišče in zapišite koordinate točk A<sub>3</sub>, B<sub>3</sub>, C<sub>3</sub> in D<sub>3</sub>.

Naloga 8.5. V koordinatni sistem narišite točke (x,y) kartezičnega produkta.

- $[-2,3) \times [-5,-1]$
- $(-1,2) \times [2,3]$
- $\{2\} \times (3,5]$
- $[-2,3] \times \{3,4\}$
- $\{1,2,3\} \times \{-1,1\}$
- $(0,\infty)\times(1,2)$
- $[-1,3] \times (-\infty,3]$
- $(-1,3] \times \{2\}$

#### 8.2 Razdalja med točkama in razpolovišče daljice

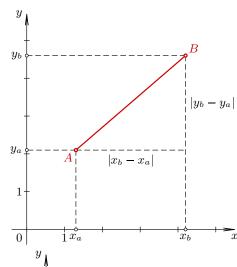
## Razdalja med točkama

Razdalja d(A, B) med dvema točkama  $A(x_a, y_a)$  in  $B(x_b, y_b)$  v ravnini je

$$d(A,B) = \sqrt{(x_b - x_a)^2 + (y_b - y_a)^2}.$$

### Lastnosti razdalje

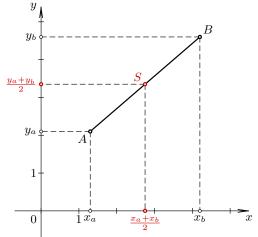
- $d(A, B) \ge 0$
- $d(A,B) = 0 \Leftrightarrow A = B$
- d(A, B) = d(B, A)
- $d(A,C) \leq d(A,B) + d(B,C)$



## Razpolovišče daljice

Razpolovišče S daljice AB s krajiščema  $A(x_a, y_a)$  in  $B(x_b, y_b)$  v ravnini je

$$S\left(\frac{x_a+x_b}{2},\frac{y_a+y_b}{2}\right).$$



Naloga 8.6. Izračunajte razdaljo med točkama.

- A(2,-1) in B(4,2)
- C(-3, -4) in D(3, -3)
- $E(\sqrt{3}, -7)$  in F(0, -3)
- $G(-\frac{3}{4},\frac{1}{2})$  in  $H(\frac{1}{4},-\frac{1}{2})$

Naloga 8.7. Izračunajte koordinati razpolovišča S daljice XY.

- X(3,-2) in Y(5,4)
- X(-3,4) in Y(-2,-6)
- $X(\frac{2}{3}, -\frac{1}{2})$  in  $Y(-\frac{8}{3}, 1)$   $X(2\sqrt{3}, -8)$  in  $Y(8\sqrt{3}, 2)$
- $X(5+\sqrt{7},-4)$  in  $Y(3-\sqrt{7},0)$

**Naloga 8.8.** Ali je trikotnik  $\triangle ABC$ , kjer je A(-2, -3), B(8, 1) in C(1, 4), enakostraničen? Izračunajte njegov obseg.

**Naloga 8.9.** Izračunajte obseg kvadrata  $\Box ABCD$ , kjer je A(4, -4) in C(10, -2).

**Naloga 8.10.** Izračunajte višino na osnovnico c v enakokrakem trikotnik  $\triangle ABC$ , kjer je A(-2,-7), B(4,-3) in C(3,-8).

Naloga 8.11. Dani sta točki M(-6,2) in N(x,11). Izračunajte absciso x točke tako, da bo dolžina daljice MN enaka  $9\sqrt{2}$ .

**Naloga 8.12.** Izračunajte koordinati točke X in Y na abscisni in ordinatni osi, ki sta enako oddaljeni od točk G(-3, -6) in H(9, 6).

**Naloga 8.13.** Določite točko U, ki leži na simetrali lihih kvadrantov in je enako oddaljena od točk P(-3, -5) in R(3, -7).

### 8.3 Ploščina trikotnika

Ploščina trikotnika  $\triangle ABC$ z oglišči $A(x_a,y_a),\ B(x_b,y_b)$  in  $C(x_c,y_c)$  je

$$S = \frac{1}{2} \cdot orient \cdot \begin{vmatrix} x_b - x_a & y_b - y_a \\ x_c - x_a & y_c - y_a \end{vmatrix}$$
$$= \frac{orient}{2} [(x_b - x_a)(y_c - y_a) - (y_b - y_a)(x_c - x_a)],$$

 $\mbox{kjer je } orient = \begin{cases} 1; & \triangle ABC \ pozitivno \ orientiran \\ -1; & \triangle ABC \ negativno \ orientiran \end{cases}.$ 



Naloga 8.14. Narišite trikotnik  $\triangle ABC$  in izračunajte njegovo ploščino.

- A(-4,-2), B(5,1) in C(-2,5)
- A(2,1), B(-5,1) in C(2,6)

Naloga 8.15. Ali so točke kolinearne?

- P(-4, -5), Q(4, -1) in R(10, 2)
- X(1,-7), Y(-2,2) in Z(3,2)

**Naloga 8.16.** Določite x tako, da bo trikotnik  $\triangle ABC$ , z oglišči v A(-2, -3), B(5, 3) in C(x, -1), negativno orientiran in bo imel ploščino 17.

**Naloga 8.17.** Določite p tako, da bo imel trikotnik  $\triangle ABC$ , z oglišči v A(2,3), B(p,-3) in C(-1,6), ploščino 18.

**Naloga 8.18.** Dani sta točki A(2,-4) in B(8,3). Določite koordinati točke C, ki leži na simetrali lihih kvadrantov, da bo trikotnik  $\triangle ABC$  pozitivno orientiran in bo imel ploščino 17.

# Poglavje 9

# Funkcija

## 9.1 Preslikava in funkcija

### Preslikava

Naj bosta  $\mathcal{X}$  in  $\mathcal{Y}$  neprazni množici.

**Preslikava** f sestoji iz:

- množice  $\mathcal{X}$ , ki ji pravimo **domena**,
- množice  $\mathcal{Y}$ , ki ji pravimo kodomena in
- prirejanja, ki vsakemu elementu x domene priredi natanko en element y kodomene.

$$f: \mathcal{X} \to \mathcal{Y}$$
$$f: x \mapsto y$$

Elemente x kodomene  $\mathcal{X}$  imenujemo **originali** preslikave.

Če elementu x priredimo element y iz kodomene, potem imenujemo y slika elemeta x.

Preslikavo lahko podamo s predpisom, puščičnim diagramom, besednim opisom ...

### **Funkcija**

Naj bosta  $\mathcal{X}$  in  $\mathcal{Y}$  neprazni številski množici.

Funkcija f je preslikava med številskima množicama  $\mathcal{X}$  in  $\mathcal{Y}$ :

$$f: \mathcal{X} \to \mathcal{Y}$$
.

Število y je **funkcijska vrednost** števila x, če se število x preslika v število y.

$$f(x) = y$$

x je neodvisna spremenjlivka, f(x) je od x odvisna spremenljivka.

V nekaterih primerih za opis funkcije uporabimo poseben izraz:

- $f: \mathcal{X} \to \mathbb{R}; \mathcal{X} \subseteq \mathbb{R}$  realna funkcija realne spremenljivke;
- $f: \mathcal{X} \to \mathbb{R}; \mathcal{X} \subseteq \mathbb{N}$  realna funkcija naravne spremenljivke;
- $f: \mathcal{X} \to \mathbb{N}; \mathcal{X} \subseteq \mathbb{R}$  naravna funkcija realne spremenljivke;
- $f: \mathcal{X} \to \mathbb{N}; \mathcal{X} \subseteq \mathbb{N}$  naravna funkcija naravne spremenljivke.

84 9. Funkcija

#### Definicijsko območje in zaloga vrednosti 9.2

### Definicijsko območje

**Definicijsko območje** preslikave ali funkcije  $f: \mathcal{X} \to \mathcal{Y}$  je množica vseh originalov, ki jih v danem primeru opazujemo. Oznaka:  $D_f$ .

Za definicijsko območje navadno vzamemo največjo možno množico, za katero je predpis funkcije veljaven/definiran.

### Zaloga vrednosti

**Zaloga vrednosti** preslikave ali funkcije  $f: \mathcal{X} \to \mathcal{Y}$  je množica vseh slik oziroma funkcijskih vrednosti. Oznaka:  $Z_f$ .

Zaloga vrednosti  $Z_f$  je podmnožica kodomene  $\mathcal{Y}$ :  $Z_f \subseteq \mathcal{Y}$ .

Naloga 9.1. Funkcijo  $f: A \to B$  predstavite s tabelo. Izračunajte, kam posamezna funkcija preslika x = 1.

- $A = \{-2, -1, 0, 1, 2, 3\}, B = \{0, 1, 2, 3, 4, 5\}, f(x) = |x| + 1$
- $A = \{1, 2, 3, 4, 5\}, B = \mathbb{N}, f(x) = 2x + 1$
- $A = B = \{\frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1, 2, 3\}, f(x) = \frac{1}{x}$

**Naloga 9.2.** Tabelirajte funkcijo g(x) = 2x + |x| od -3 do 3 s korakom 1.

Naloga 9.3. Zapišite definicijska območja funkcij.

$$f(x) = \frac{1}{x+1}$$

• 
$$f(x) = \frac{-7}{x+1}$$
  
•  $g(x) = \frac{1}{(x+2)(x+6)}$   
•  $h(x) = \frac{3x^2+1}{5}$   
•  $i(x) = \sqrt{x-2}$ 

• 
$$h(x) = \frac{3x^2 + 1}{5}$$

• 
$$i(x) = \sqrt{x-2}$$

• 
$$j(x) = x^3 - \frac{2}{3}$$

$$\bullet \quad k(x) = \sqrt{x^2 + 7}$$

• 
$$l(x) = \frac{3}{x}$$

• 
$$j(x) = x^3 - \frac{2}{3}$$
  
•  $k(x) = \sqrt{x^2 + 7}$   
•  $l(x) = \frac{3}{x}$   
•  $m(x) = \frac{x^2 + 1}{x^2 - 5x - 6}$ 

#### Ničla in začetna vrednost funkcije 9.3

### Ničla funkcije

Ničla funkcije  $f: \mathcal{X} \to \mathcal{Y}$  je tista vrednost  $x_0 \in \mathcal{X}$  neodvisne spremenljivke, pri kateri je vrednost funkcije f enaka 0:  $f(x_0) = 0$ .

Ničle funkcije f poiščemo tako, da rešimo enačbo f(x) = 0. Ničle so le tiste izmed vrednosti, ki ležijo v definicijskem območju  $D_f$  funkcije f.

### Začetna vrednost

**Začetna vrednost** funkcije  $f: \mathcal{X} \to \mathcal{Y}$  je funkcijska vrednost pri x = 0, to je f(0).

Začetna vrednost obstaja le, če je 0 v definicijskem območju funkcije  $f: 0 \in D_f$ .

Naloga 9.4. Izračunajte ničle funkcij.

• 
$$f(x) = \frac{4}{5} - 6x$$

• 
$$g(x) = x^2 - 7x + 12$$

• 
$$f(x) = \frac{4}{5} - 6x$$
  
•  $g(x) = x^2 - 7x + 12$   
•  $h(x) = \frac{3x + 6}{5}$   
•  $i(x) = x^2 - 9$ 

• 
$$i(x) = x^2 - 9$$

• 
$$j(x) = x^2 + 1$$

• 
$$j(x) = x^2 + 1$$
  
•  $k(x) = x^2 - 3x^2 - 4x + 12$   
•  $l(x) = \sqrt{x+7}$   
•  $m(x) = \frac{3}{x}$ 

• 
$$l(x) = \sqrt{x+7}$$

• 
$$m(x) = \frac{3}{x}$$

Naloga 9.5. Izračunajte začetne vrednosti funkcij.

• 
$$f(x) = \frac{4}{5} - 6x$$

• 
$$q(x) = x^2 - 7x + 12$$

• 
$$f(x) = \frac{4}{5} - 6x$$
  
•  $g(x) = x^2 - 7x + 12$   
•  $h(x) = \frac{3x + 6}{5}$   
•  $i(x) = x^2 - 9$ 

• 
$$i(x) = x^2 - 9$$

• 
$$i(x) = x^2 - 3x^2 - 4x + 12$$

$$k(r) - \sqrt{r \perp r}$$

• 
$$l(x) = \frac{3}{x}$$

• 
$$j(x) = x^2 - 3x^2 - 4x + 12$$
  
•  $k(x) = \sqrt{x+7}$   
•  $l(x) = \frac{3}{x}$   
•  $m(x) = \frac{x^3 - 2x^2 - 4}{x^4 + 2x^3 + 3}$ 

9. Funkcija

# 9.4 Graf funkcije

**Graf**  $\Gamma_f$  funkcije  $f: \mathcal{X} \to \mathcal{Y}$  je množica urejenih parov  $(x, y) \in \mathcal{X} \times \mathcal{Y}$ , kjer element x preteče celotno definicijsko območje  $D_f$  funkcije, element y pa je slika pripadajočega x, torej y = f(x).

$$\Gamma_f = \{(x, y) \in \mathcal{X} \times \mathcal{Y}; x \in D_f \land y = f(x)\}$$

Urejene pare iz množice  $\Gamma_f$  lahko upodobimo v koordinatnem sistemu.

Vsakemu elementu (x, f(x)) iz zgornje množice pripada natanko ena točka v koordinatnem sistemu, katere abscisa je enaka x, ordinata pa je njegova slika f(x).

V ničli graf funkcije seka abscisno os, v začetni vrednosti pa ordinatno os.

## 9.5 Naraščanje in padanje

### Naraščajoča funkcija

Funkcija f je na intervalu (a,b) naraščajoča, če za poljubna  $x_1, x_2 \in (a,b)$ , kjer je  $x_1 < x_2$ , velja  $f(x_1) \leq f(x_2)$ .

Funkcija f je na intervalu (a,b) strogo naraščajoča, če za poljubna  $x_1, x_2 \in (a,b)$ , kjer je  $x_1 < x_2$ , velja  $f(x_1) < f(x_2)$ .

### Padajoča funkcija

Funkcija f je na intervalu (a,b) **padajoča**, če za poljubna  $x_1, x_2 \in (a,b)$ , kjer je  $x_1 < x_2$ , velja  $f(x_1) \ge f(x_2)$ .

Funkcija f je na intervalu (a, b) strogo padajoča, če za poljubna  $x_1, x_2 \in (a, b)$ , kjer je  $x_1 < x_2$ , velja  $f(x_1) > f(x_2)$ .

## 9.6 Injektivnost in surjektivnost

### Surjektivnost

Funkcija  $f: \mathcal{X} \to \mathcal{Y}$  je **surjektivna**, če je zaloga vrednosti  $Z_f$  funkcije enaka njeni kodomeni  $\mathcal{Y}$  – vsak element kodomene  $\mathcal{Y}$  je slika vsaj enega elementa iz domene  $\mathcal{X}$ .

$$\forall y \in \mathcal{Y}. \exists x \in \mathcal{X} \ni f(x) = y$$

### Injektivnost

Funkcija  $f: \mathcal{X} \to \mathcal{Y}$  je **injektivna**, če se dva poljubna različna originala iz domene  $\mathcal{X}$  preslikata v različni sliki v kodomeni  $\mathcal{Y}$  – vsak element kodomene  $\mathcal{Y}$  je slika kvečjemu enega elementa iz domene  $\mathcal{X}$ .

$$\forall x, y \in \mathcal{X} : f(x) = f(y) \Rightarrow x = y$$

Funkcija  $f: \mathcal{X} \to \mathcal{Y}$  je **bijektivna**, če je injektivna in surjektivna hkrati – vsak element iz kodomene  $\mathcal{Y}$  je slika natanko enega elementa domene  $\mathcal{X}$ .

Naloga 9.6. Zapišite in narišite grafe funkcij ter zapišite začetne vrednosti in ničle funkcije. Določite, kje je funkcija naraščajoča oziroma padajoča, ter preverite surjektivnost in injektivnost.

- f(x) = x  $D_f = \mathbb{R}$

- j(x) = x  $D_f = \mathbb{R}$  g(x) = -2x + 1  $D_g = \mathbb{R}$   $h(x) = x^2 1$   $D_h = \mathbb{R}$   $i(x) = \frac{1}{x^2}$   $D_i = \{-2, -1, -\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 1, 2\}$   $j(x) = \frac{x+2}{x-3}$   $D_j = \{-2, -1, 0, 1, 2\}$

88 9. Funkcija

#### 9.7 Predpis linearne funkcije

Linearna funkcija je realna funkcija realne spremenljivke, podana s predpisom

$$f(x) = kx + n; \quad k, n \in \mathbb{R},$$

kjer je k diferenčni kvocient/smerni koeficient, n pa začetna vrednost f(0) = n.

Glede na predznak smernega koeficienta k je linearna funkcija:

- naraščajoča, če je k > 0;
- konstanta, če je k=0 ali
- padajoča, če je k < 0.

Naloga 9.7. Ugotovite, ali je dana funkcija linearna. Linearnim funkcijam določite smerni koeficient in začetno vrednost.

• 
$$f(x) = \frac{1}{7x} - \frac{3}{4}$$
  
•  $g(x) = \frac{2}{3} - \pi x$   
•  $h(x) = \frac{8+6x}{24}$ 

• 
$$i(x) = 0.\overline{3}x + 1$$

• 
$$j(x) = \frac{x^2 - 3}{5}$$

• 
$$i(x) = 0.3x + 1$$
  
•  $j(x) = \frac{x^2 - 3}{5}$   
•  $k(x) = -\sqrt{2}x + \frac{2}{3}$   
•  $l(x) = 2$ 

• 
$$l(x) = 2$$

Naloga 9.8. Zapišite predpis linearne funkcije f, ki ima začetno vrednost 5 in diferenčni količnik-3.

Naloga 9.9. Dana je linearna funkcija p(x) = 3x - 4. Izračunajte p(-2), p(0); p(5) in  $p(\sqrt{2})$ .

**Naloga 9.10.** Zapišite predpis linearne funkcije, za katero je u(-2) = 10 in u(0) = 2.

Naloga 9.11. Ali je funkcija naraščajoča ali padajoča?

• 
$$f(x) = 3x + 5$$

• 
$$g(x) = -2x + 7$$

• 
$$h(x) = 10 - \frac{1}{2}x$$

• 
$$h(x) = 10 - \frac{1}{2}x$$
  
•  $i(x) = \frac{x-1}{2}$ 

$$\bullet \ \ j(x) = \frac{5 - 2x}{3}$$

• 
$$k(x) = \frac{-\sqrt{3}x + 1}{2}$$

• 
$$j(x) = \frac{5 - 2x}{3}$$
  
•  $k(x) = \frac{-\sqrt{3}x + 1}{3}$   
•  $l(x) = -\frac{2 - 4x}{17}$ 

Naloga 9.12. Izračunajte ničlo linearne funkcije.

• 
$$f(x) = 6x + 12$$

$$\bullet \quad g(x) = 5x + 2$$

• 
$$h(x) = 3x - 12$$

• 
$$i(x) = -4x + 8$$

• 
$$j(x) = -3x + 2$$

• 
$$k(x) = -x - 7$$

• 
$$l(x) = \frac{3}{4}x - \frac{1}{4}$$

• 
$$m(x) = -\frac{2x+3}{6}$$
  
•  $n(x) = \frac{1-4x}{2}$   
•  $o(x) = \frac{\pi x + 4}{3}$   
•  $p(x) = \sqrt{2}x + 1$   
•  $r(x) = 4$ 

• 
$$n(x) = \frac{1-4x}{2}$$

• 
$$o(x) = \frac{\pi x + 4}{2}$$

• 
$$p(x) = \sqrt{2}x + 1$$

$$r(x) = 4$$

**Naloga 9.13.** Dana je linearna funkcija f. Zapišite predpis funkcije g(x) = kx + n.

• 
$$f(x) = 2x - 6$$
,  $g(x) = 3f(x)$ 

• 
$$f(x) = 5x - 3$$
;  $g(x) = f(x + 1)$ 

• 
$$f(x) = \frac{2x-5}{3}$$
;  $g(x) = f(1-x)$   
•  $f(x) = \frac{10-4x}{7}$ ;  $g(x) = f(3x)$ 

• 
$$f(x) = \frac{10-4x}{7}$$
;  $g(x) = f(3x)$ 

**Naloga 9.14.** Dana je družina linearnih funkcij  $f(x) = (2m-1)x + (3-m); m \in \mathbb{R}$ .

- Za katero vrednost parametra m ima funkcija diferenčni količnik enak -5?
- Za katero vrednost parametra m je funkcija padajoča?
- Za katero vrednost parametra m je funkcija konstantna?
- Za katero vrednost parametra m je funkcija naraščajoča?
- Za katero vrednost parametra m je začetna vrednost enaka 2?
- Za katero vrednost parametra m ima funkcija ničlo x = -4?

Naloga 9.15. Taksist meri razdaljo, ki jo je prevozil. Vsak kilometer stane 2.5 €, startnina pa 7 €. Zapišite funkcijo, po kateri taksist izračuna znesek za plačilo, ko prebere število prevoženih kilometrov x. Izračunajte, koliko bi plačali, če bi se peljali 12 km.

Naloga 9.16. V bezenu je 12 l vode. V bazen po cevi vsako minuto pritečejo še 4 l vode. Zapišite funkcijo, s katero bomo lahko izračunali, koliko je vode v bazenu po pretečenih x minutah. Izračunajte, koliko vode je v bazenu po 9 minutah.

#### Graf linearne funkcije 9.8

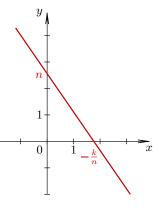
**Graf linearne funkcije** f(x) = kx + n je predstavljen kot množica točk

$$\Gamma_f = \left\{ (x, y) \in \mathbb{R}^2 | y = kx + n \right\},\,$$

kar upodobimo kot **premico**.

Premice z enako začetno vrednostjo se sekajo v skupni točki (0,n) na ordinatni osi – **šop premic**.

Premice, ki imajo enak smerni koeficient so vzporedne – **snop** premic.



**Naloga 9.17.** Katere od točk A(1,1), B(4,0), C(7,-2),  $D(-4,\frac{5}{2})$ ,  $E(0,\frac{3}{2})$ , F(2,2) in G(3,0)ležijo na grafu funkcije  $f(x) = -\frac{1}{2}x + \frac{3}{2}$ ?

**Naloga 9.18.** Dana je funkcija g(x) = 3x - 2. Za koliko se spremeni vrednost funkcije g, če se vrednost x

- poveča za 1?
- poveča za 2?
- zmanjša za 5?
- zmanjša za −10?

Naloga 9.19. Narišite graf linearne funkcije. Zapišite začetno vrednost in izračunajte ničlo funkcije. Določite, kje je funkcija pozitivna oziroma negativna, ter ali je naraščajoča ali padajoča?

• 
$$f(x) = -x + \frac{1}{2}$$

• 
$$g(x) = 2x + 2$$

• 
$$h(x) = 3 - 2x$$

• 
$$i(x) = -x$$

• 
$$j(x) = -3$$

• 
$$k(x) = \frac{6x - 1}{3}$$
  
•  $l(x) = -\frac{2 - 3x}{4}$   
•  $m(x) = 3 - \frac{3}{5}x$ 

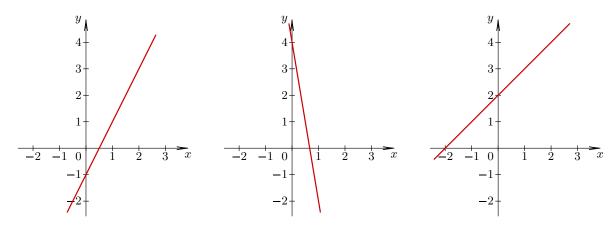
• 
$$l(x) = -\frac{2-3x}{4}$$

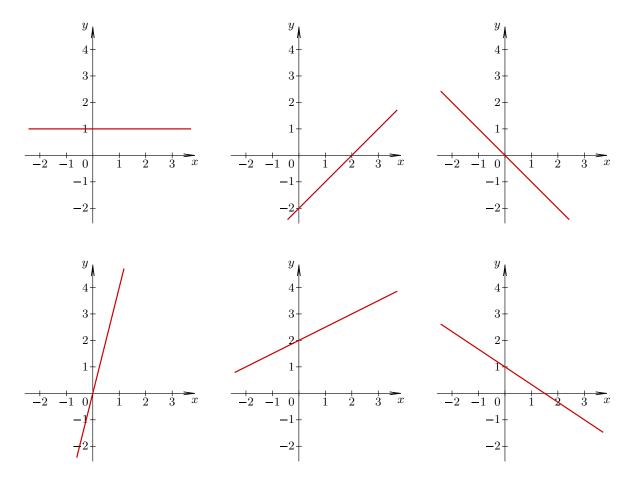
• 
$$m(x) = 3 - \frac{3}{5}x$$

**Naloga 9.20.** V isti koordinatni sistem narišite grafe funkcij f(x) = 2x - 2, g(x) = 2x + 1, h(x) = 2x + 2 in i(x) = 2x. Kaj opazite?

**Naloga 9.21.** V isti koordinatni sistem narišite grafe funkcij f(x) = 2x - 2, g(x) = 3x - 2, h(x) = x - 2 in  $i(x) = \frac{1}{2}x - 2$ . Kaj opazite?

Naloga 9.22. Zapišite predpis linearne funkcije, ki jo prikazuje graf.





Naloga 9.23. Narišite graf sestavljene funkcije in zapišite njeno zalogo vrednosti.

• 
$$f(x) = \begin{cases} 2x; & x \le 2 \\ 4; & x > 2 \end{cases}$$
•  $g(x) = \begin{cases} x+3; & x \le -2 \\ -x-1; & x > -2 \end{cases}$ 
•  $h(x) = \begin{cases} x; & x \le 1 \\ -1; & x > 1 \end{cases}$ 
•  $h(x) = \begin{cases} x + 3; & x \le 2 \\ -1; & 2 < x < 4 \\ x - 5; & x \ge 4 \end{cases}$ 
•  $h(x) = \begin{cases} x; & x \le 1 \\ -1; & x > 1 \end{cases}$ 
•  $h(x) = \begin{cases} x + 3; & x \le 2 \\ -1; & 2 < x < 4 \\ x - 5; & x \ge 4 \end{cases}$ 

Naloga 9.24. Narišite graf funkcije.

$$\begin{array}{lll} \bullet & f(x) = |3x-3| & \bullet & j(x) = x + |x-2| \\ \bullet & g(x) = |2x+1| + 1 & \bullet & k(x) = |x+1| - 2 \\ \bullet & h(x) = 1 - |x+1| & \bullet & l(x) = -|0.5x+3| \\ \bullet & i(x) = 3 - |2x-1| & \bullet & m(x) = 3 - |x-2| \end{array}$$

92 9. Funkcija

# Poglavje 10

# Premica

### 10.1 Enačba premice

### Eksplicitna oblika enačbe premice

$$\mathbf{y} = \mathbf{k}\mathbf{x} + \mathbf{n}; \ k, n \in \mathbb{R},$$

kjer je k je **smerni koeficient**, ki ga izračunamo kot

$$k = \frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1},$$

n pa je **začetna vrednost**.

Z eksplicitno obliko enačbe premice lahko zapišemo vse premice, razen tistih, ki so vzporedne ordinatni osi.

Dana je premica, ki poteka skozi točki  $(x_1, y_1)$  in  $(x_2, y_2)$ . Smerni koeficient izračunamo po formuli

$$k = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}.$$

Iz  $y_1 = kx_1 + n$  izrazimo

$$n = y_1 - kx_1$$

in vstavimo v prvotno enačbo

$$y = kx + y_1 - kx_1$$

ter preuredimo do oblike

$$\mathbf{y} - \mathbf{y_1} = \mathbf{k}(\mathbf{x} - \mathbf{x_1}).$$

### Odsekovna/segmentna oblika enačbe premice

Denimo, da premica seka koordinatni osi v točkah M(m,0) in N(0,n). Uporabimo eksplicitno obliko enačbe premice, v katero vstavimo znani točki

$$y - 0 = \frac{n - 0}{0 - m}(x - m)$$

$$y = -\frac{n}{m}x + n,$$

in jo preoblikujemo do odsekovne oblike enačbe premice:

$$\frac{\mathbf{x}}{\mathbf{m}} + \frac{\mathbf{y}}{\mathbf{n}} = \mathbf{1}; \ m, n \in \mathbb{R} \setminus \{0\}.$$

94 10. Premica

Vrednosti m in n določata **odseka/segmenta** na koordinatnih oseh.

Z odsekovno obliko enačbe premice lahko zapišemo vse premice, razen tistih, ki potekajo skozi koordinatno izhodišče (0,0) ali pa so vzporedne eni od koordinatnih osi.

### Implicitna oblika enačbe premice

Vsako premico lahko zapišemo z implicitno obliko enačbe premice:

$$\mathbf{ax} + \mathbf{by} + \mathbf{c} = \mathbf{0}; \ (a, b, c \in \mathbb{R}) \land (a \ in \ b \ ne \ hkrati \ 0).$$

Naloga 10.1. Narišite premico z dano eksplicitno obliko enačbe.

 $y = \frac{1}{2}x + 2$ 

•  $y = 2x + \frac{3}{4}$ 

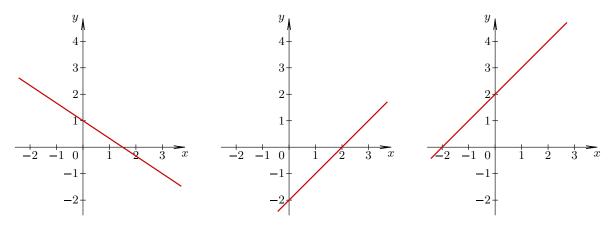
Naloga 10.2. Narišite premico z dano odsekovno obliko enačbe.

• 
$$\frac{x}{2} + \frac{y}{5} = 1$$

• 
$$\frac{x}{2} + \frac{2y}{5} = 1$$

• 
$$\frac{x}{2} - \frac{y}{4} = 1$$

Naloga 10.3. Z grafa razberite ničlo in začetno vrednost ter zapišite odsekovno obliko enačbe premice.



Naloga 10.4. Dano enačbo premice zapišite v eksplicitni in odsekovni obliki ter premico narišite.

• 
$$x + 4y - 8 = 0$$

• 
$$3x - 2y + 6 = 0$$

• 
$$2x + 5y + 5 = 0$$

• 
$$\frac{1}{2}x + 3y - 6 = 0$$
  
•  $x + 1 = 0$   
•  $y - 2 = 0$ 

• 
$$\bar{x} + 1 = 0$$

• 
$$y - 2 = 0$$

Naloga 10.5. Izračunajte ploščino trikotnika, ki jo premica oklepa s koordinatnima osema.

• 
$$y = -2x + 4$$

• 
$$y = -2x + 4$$
  
•  $\frac{x}{2} + \frac{x}{-3} = 1$ 

• 
$$2x + 4y - 3 = 0$$

• 
$$x - y + 1 = 0$$

10.1 Enačba premice

Naloga 10.6. Zapišite enačbo premice, ki gre skozi dani točki.

- A(2,3) in B(4,5)
- C(1,-2) in D(-3,-4)
- E(7,2) in F(-7,-5)

Naloga 10.7. Določite neznano koordinato tako, da bodo dane točke kolinearne.

- A(3,y), B(-4,1) in C(2,2)
- D(-1,7), E(x,5) in F(3,-4)

Naloga 10.8. Ugotovite, ali sta dani premici vzporedni.

- $y = \frac{3}{4}x 1$  in  $y = -\frac{3}{4}x + 1$  x 2y + 1 = 0 in 2x + y + 1 = 0•  $\frac{x}{3} \frac{y}{6} = 1$  in  $\frac{x}{2} + \frac{y}{4} = 1$   $\frac{x}{4} + \frac{y}{2} = 1$  in 4x + 2y + 1 = 0

**Naloga 10.9.** Dani sta premici z enačbama y = 4x + 9 in ax - 3y + 3 = 0. Določite parameter a tako, da bosta premici vzporedni.

Naloga 10.10. Dani sta premici z enačbama  $\frac{x}{2} - \frac{y}{7} = 1$  in -6x + by + 1 = 0. Določite parameter b tako, da bosta premici vzporedni.

Naloga 10.11. Dani sta premici z enačbama 3x - 2y + 4 = 0 in (c-2)x + 4y + 3 = 0. Določite parameter c tako, da bosta premici vzporedni.

Naloga 10.12. Zapišite enačbo premice, ki je vzporedna dani premici in poteka skozi dano točko.

- y = 2x 1, T(1, -3)
- 2x 4y + 3 = 0, U(-4, 5)
- $\frac{x}{4} + \frac{y}{8} = 1, V(8, -8)$

Naloga 10.13. Iz snopa premic z enačbo y = -3x + n določite enačbo tiste premice, ki poteka skozi točko (1,4).

Naloga 10.14. Iz šopa premic z enačbo y = kx + 2 določite enačbo tiste premice, ki gre skozi  $to\check{c}ko\ (3,-4).$ 

Naloga 10.15. Zapišite enačbo pravokotnice na dano premico, ki poteka skozi dano točko.

- y = x + 2, T(3, -4)
- y = 2x + 3, U(4,5)
- $y = \frac{1}{3}x + 5$ , V(-1, 4)•  $y = -\frac{2}{3}x + \frac{4}{5}$ , Z(-6, 3)

96 10. Premica

## 10.2 Presečišče premic

Dve premici v ravnini se lahko **sekata** ali sta **vzporedni**.

Glede na to dobimo različne rešitve sistemov dveh linearnih enačb z dvema neznankama.

$$a_1x + b_1y + c_1 = 0$$
$$a_2x + b_2y + c_2 = 0$$

- Če se premici sekata, dobimo kot rešitev sistema urejen par (x,y) oziroma točko T(x,y), v kateri se sekata.
- Če sta premici vzporedni imamo dve možnosti:
  - sistem ima neskončno mnogo (premico) rešitev, če premici sovpadata (sta identični),
  - sistem nima rešitve, če sta premici različni.

Naloga 10.16. Izračunajte presečišče premic, rezultat preverite s sliko.

$$2x - 3x - 3 = 0$$

$$x = 3$$

$$y = 3x + 3$$

$$y = \frac{x}{2} + 3$$

$$x + 3y - 9 = 0$$

$$x - 3y - 3 = 0$$

$$\frac{x}{3} - \frac{y}{6} = 1$$

$$\frac{x}{2} + \frac{y}{5} = 1$$

**Naloga 10.17.** Zapišite enačbo premice, ki gre skozi presečišče premic y = 2x+1 in  $y = -\frac{1}{2}x+6$  ter seka ordinatno os pri y = 4.

**Naloga 10.18.** Zapišite enačbo premice, ki gre skozi presečišče premicy = 3x + 1 in y = -x + 5 ter ima smerni koeficient k = 2.

**Naloga 10.19.** Zapišite implicitno enačbo premice, ki gre skozi presečišče premic 2x - y - 13 = 0 in 2x + 3y - 1 = 0 ter seka abscisno os pri  $x = \frac{7}{2}$ .

**Naloga 10.20.** Zapišite enačbo premice, ki gre skozi presečišče premic 3x + 4y - 11 = 0 in 2x - 7y + 41 = 0 ter je vzporedna ordinatni osi.

**Naloga 10.21.** Zapišite eksplicitno enačbo premice, ki gre skozi presečišče premic 5x-7y+3=0 in 2x+y-14=0 ter je vzporedna premici z enačbo 3x-2y+1=0.

**Naloga 10.22.** Izračunajte smerni koeficient k tako, da se premici z enačbama y = 2x + 6 in  $y = kx + \frac{5}{2}$  sekata na simetrali sodih kvadrantov.

Naloga 10.23. Stranice trikotnika ležijo na premicah z enačbami x + y = 0, 3x - 2y = 0 in x - 4y + 10 = 0. Izračunajte oglišča trikotnika ter njegov obseg in ploščino. Premice in trikotnik narišite v pravokotnem koordinatnem sistemu.

Naloga 10.24. Dani sta dve oglišči A in B trikotnika  $\triangle ABC$ , orientacija in ploščina. Izračunajte kooridnati tretjega oglišča C, če leži na dani premici.

A(-6,1), B(2,-1);
 pozitivna orientacija, S = 25;
 C leži na y = -2x + 4
 A(-4,0), B(4,2);
 pozitivna orientacija, S = 7;

C leži na y = 5 - 2x

# Poglavje 11

# Statistika

## 11.1 Osnovni pojmi statistike

Populacija je množica, ki jo statistično proučujemo. Element populacije imenujemo statistična enota.

**Vzorec** je podmnožica populacije, katere elementi predstavljajo največjo možno mero značilnosti celotne množice. Vzorec izberemo, kadar je celotna populacija prevelika množica, da bi analizirali vse njene elemente.

- Reprezentativen vzorec je vzorec, ki je izbran tako, da predstavlja značilnosti celotne populacije.
- Slučajni vzorec je vzorec, ki je izbran naključno vsi elementi populacije imajo enako možnost, da bodo izbrani.

Numerus je število elementov vzorca. Oznaka N.

Statistična spremenljivka/podatek/znak je vrednost ali lastnost, ki jo proučujemo.

Vrste statističnih spremenljivk:

- opisne/kvalitativne statistične spremenljivke
- vrstne/ordinalne statistične spremenljivke
- **številske/kvantitivne** statistične spremenljivke

Številske statistične spremenljivke:

- diskretne številske spremenljivke zavzamejo lahko posamezne vrednosti
- zvezne številske spremenljivke zavzamejo lahko vsako vrednost z nekega intervala

Naloga 11.1. Zapišite, kaj je v danem primeru populacija, vzorec, statistična enota, spremenljivka in ugotovite ali je spremenljivka opisna ali numerična in, če je numerična, ugotovite, ali je zvezna ali diskretna.

- Na spletni strani je anketa z vprašanjem "Ali imate doma pomivalni stroj?". Nanjo je odgovorilo 254 ljudi.
- V televizijski oddaji gledalci glasujejo za dva kandidata.
- Razrednik svojih 28 dijakov vpraša, kolikšna je oddaljenost njihovega doma do šole.
- Maturant piše seminarsko nalogo z naslovom "Uporaba TikTok-a med srednješolci". Pridobil je odgovore 369 srednješolcev, ki so odgovarjali na vprašanje "Ali uporabljaš TikTok?"
- Znanstveniki pri raziskavi spremljajo, koliko jajc znesejo kokoši na slovenskih farmah na mesec.

98 11. Statistika

Naloga 11.2. Slovenija ima več kot 6000 naselij. Statistični urad Republike Slovenije je januarja 2024 naredil analizo naselij glede na število prebivalcev. Rezultati so prikazani v tabeli.

velikostni razred naselja	število naselij
0	57
1 - 24	719
25 - 49	851
50 - 99	1256
100 - 199	1444
200 - 499	1109
500 - 999	359
1000 - 4999	199
5000 - 9999	23
10000 - 49999	16
50000+	2

Zapišite, kaj je v danem primeru populacija, statistična enota, spremenljivka in ugotovite ali je spremenljivka opisna ali numerična in, če je numerična, ugotovite ali je zvezna ali diskretna.

## 11.2 Urejanje in grupiranje podatkov

Podatke, pridobljene v posamezni raziskavi, moramo najprej urediti.

Če podatkov ni veliko, jih uredimo po velikosti v **ranžirno vrsto**, sicer jih združujemo v skupine, **frekvenčne razrede**.

Podatek z največjo vrednostjo označimo z  $x_{max}$ , podatek z najnižjo vrednostjo pa  $x_{min}$ .

Frekvenca f statističnega znaka je posamezno število diskretnih statističnih enot iste vrednosti.

Frekvenčni razred je skupina podatkov iz vzorca. Frekvenčni razredi so navadno enako široki, in skupaj zajamejo celoten razpon podatkov. Za zvezen nabor podatkov za frekvenčne razrede izberemo intervale (navadno oblike [a, b)).

**Širina frekvenčnega razreda**  $d_k$  je razlika med zgornjo  $(z_k)$  in spodnjo  $(s_k)$  mejo frekvenčnega razreda:

$$d_k = z_k - s_k.$$

Če so razredi enako široki, določimo njihovo širino kot kvocient med celotnim razponom podatkov  $x_{max} - x_{min}$  in številom razredov.

Sredina frekvenčnega razred $x_k$  je aritmetična sredina zogrnje in spodnje meje razreda:

$$x_k = \frac{z_k + s_k}{2}.$$

Grupirane podatke predstavimo s frekvenčno preglednico/porazdelitvijo.

Za podatke v frekvenčnih preglednicah računamo:

- (absolutno) frekvenco  $f_k$  število podatkov z vrednostmi v danem frekvenčnem razredu;
- relativno frekvenco  $f'_k$  delež celote, ki ga predstavlja število podatkov v danem frekvenčnem razredu;
- (absolutno) kumulativno frekvenco  $F_k$  število podatkov, katerih vrednosti zavzemajo manjšo vrednost od zgornje meje danega frekvenčnega razreda;
- relativno kumulativno frekvenco  $F'_k$  delež celote, ki ga predstavlja število podatkov v danem in vseh manjših frekvenčnih razredih.

Naloga 11.3. Na šoli analizirajo količino prevzetih obrokov v jedilnici. Rezultati so zbrani v tabeli.

Oddelek	Število prevzetih obrokov
1.a	12
1.b	14
1.c	20
2.a	17
2.b	16
2.c	9
3.a	13
3.b	16
3.c	14
4.a	21
4.b	8
4.c	12

Analizirajte podatke s frekvenčno preglednico. Podatke razdelite v razrede 5-9, 10-14, 15-19, 20 in več.

11. Statistika

Naloga 11.4. Dijaki 3. a oddelka so zapisovali svoje pribljubljene barve.

Zapisali so jih: modra, rdeča, rdeča, relena, rumena, rdeča, modra, relena, modra, modra, rumena, rdeča, zelena, modra, rumena, rumena, relena, rdeča.

Analizirajte rezultate s frekvenčno preglednico.

Naloga 11.5. Lokostrelec si beleži rezultate treningov.

 $\textit{Vrednosti so bile: } 10.3,\ 10.4,\ 9.9,\ 9.7,\ 10.2,\ 8.9,\ 9.4,\ 10.1,\ 9.0,\ 10.3,\ 9.5,\ 10.6.$ 

Analizirajte rezultate s frekvenčno preglednico.

Naloga 11.6. V frekvenčni preglednici so zbrani podatki o številu sorojencev dijakov 2. b oddelka. Dopolnite preglednico.

Število sorojencev	$f_k$	$f'_k$	$F_k$	$F'_k$
0	5			
1		25~%		
2				
3		10 %		
skupaj	20	100 %	/	/

## 11.3 Mere osredinjenosti

#### Aritmetična sredina

Aritmetična sredina ali povprečje je količnik vsote vseh vrednosti statistične spremenljivke in števila teh vrednosti.

$$\overline{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{n} x_i.$$

Če se vrednosti statistične spremenljivke ponavljajo  $(k_i \text{ vrednosti } x_i)$ , je formula sledeča:

$$\overline{x} = \frac{k_1 x_1 + k_2 x_2 + \dots + k_m x_m}{k_1 + k_2 + \dots + k_m} = \frac{\sum_{i=1}^m k_i x_i}{\sum_{i=1}^m k_i}; \quad \sum_{i=1}^m k_i = N$$

Pri grupiranih podatkih za vrednosti vzamemo sredine frekvenčnih razredov.

#### Modus

**Modus** ali **gostiščnica** *Mo* je vrednost statistične spremenljivke, ki se v množici vseh vrednosti najpogosteje ponavlja.

Če se v neki množici dve vrednosti pojavita enako mnogokrat najpogosteje, rečemo, da je porazdelitev vrednosti **bimodalna**.

Za grupirane podatke določamo **modalni razred**, to je tisti razred, ki ima največjo frekvenčno gostoto.

#### Mediana

**Mediana** ali **središčnica** Me je tista vrednost statistične spremenljivke, pri kateri je polovica vrednosti večjih ali enakih, druga polovica vrednosti pa manjših ali enakih od te vrednosti.

Če imamo liho število vrednosti statistične spremenljivke, za mediano vzamemo vrednost, ki stoji na mestu  $\frac{n+1}{2}$  po velikosti urejenih podatkov.

Če je število vrednosti sodo, za vrednost mediane vzamemo aritmetično sredino srednjih dveh podatkov.

#### Kvartili

Mediana razdeli podatke na dve polovici. Ti dve polovici lahko spet razdelimo na dve polovici in dobimo štiri enako močne množice podatkov. Meje teh skupin imenujemo **kvartili**.

**Prvi kvartil**  $Q_1$  je mediana prve (spodnje) polovice podatkov, **drugi kvartil**  $Q_2$  je mediana Me vseh podatkov, **tretji kvartil**  $Q_3$  pa je mediana druge (zgornje) polovice podatkov.

Vrednosti kvartilov, minimalno vrednost in maksimalno vrednost množice podatkov grafično predstavimo z diagramom kvartilov oziroma šktalo z brki.



102 11. Statistika

Naloga 11.7. Izračunajte aritmetično sredino količin.

- 1.5 s, 3.5 s, 1 s
- 4 km, 2000 m, 3 km
- $4 \in$ ,  $2 \in$ ,  $3 \in$ ,  $1 \in$ ,  $5 \in$

Naloga 11.8. Izračunajte aritmetično sredino danim podatkom.

- 2, 3, 1, 8, 19, 2, 7
- 13, 39, 12
- 0.3, 0.4, 0.5, 0.7, 0.6

Naloga 11.9. Določite modus danim številskim podatkom.

- 1, 4, 2, 4, 1, 6, 3, 4, 1, 4, 6, 4, 4, 8
- $\overline{\frac{3}{1}},\overline{\frac{4}{2}},\overline{\frac{2}{1}},\overline{\frac{8}{5}},\overline{\frac{9}{9}}$
- $\overline{2}$ ,  $\overline{4}$ ,  $\overline{4}$ ,  $\overline{10}$ ,  $\overline{9}$

Naloga 11.10. V porodnišnici so izmerili dolžine dojenčkov, ki so se rodili v enem dnevu. 50, 51, 51, 44, 47, 48, 53, 49, 52, 55, 46, 50, 50, 49, 47, 47Določite mediano podatkov.

Naloga 11.11. Otroci v vrtcu so metali žogo na koš in si zapisovali dosežke. Podatki so prikazani  $v\ preglednici.$ 

Otrok	Jaka	Jure	Miha	Polona	Valerija	Tina	Mojca	Cene	Darja
Št. košev	5	7	10	8	5	6	9	9	4

Izračunajte, koliko košev je otrok zadel v povprečju. Podatke uredite po vrsti in določite Mo, Me ter narišite škatlo z brki.

## 11.4 Mere razpršenosti

Informacijo o **porazdelitvi** oziroma **razpršenosti** podatkov lahko izračunamo s pomočjo: variacijskega razmika, interkvartilnega ranga, variance in standarnega odklona.

#### Variacijski razmik

Variacijski razmik R je razlika med maksimalno in minimalno vrednostjo statistične spremenljivke:

$$R = x_{max} - x_{min}$$
.

Variacijski razmik je zelo odvisen od ekstremnih vrednosti, posebno osamelcev, zato ga uporabljamo le v kombinaciji z drugimi merami razpršenosti.

#### Interkvartilni rang

Interkvartilni rang oziroma medčetr<br/>tinski razmik IR je razlika med vrednostjo prvega in tretjega kvartila:

$$IR = Q_3 - Q_1$$
.

**Osamelec** je podatek, katerega vrednost je za več kot 3-kratnik interkvartilnega ranga IR nad tretjim kvartilom  $Q_3$  ali pod prvim kvartilom  $Q_1$ .

Podatek je "pogojno osamelec", če je njegova vrednosz za več kot 1.5-kratnik interkvartilnega ranga IR nad tretjim kvartilom  $Q_3$  ali pod prvim kvartilom  $Q_1$ .

Interkvartilni rang je mera razpršenosti, ki ni občutljiva na osamelce.

#### Varianca

Varianca  $\sigma^2$  predstavlja aritmetično sredino kvadratov odmikov vrednosti statistične spremenljivke od aritmetične sredine:

$$\sigma^2 = \frac{(x_1 - \overline{x})^2 + (x_2 - \overline{x})^2 + \dots + (x_n - \overline{x})^2}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (x_i - \overline{x})^2.$$

#### Standardni odklon

**Standardni odklon**  $\sigma$  izračunamo kot koren variance:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_1 - \overline{x})^2 + (x_2 - \overline{x})^2 + \dots + (x_n - \overline{x})^2}{N}} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^2}.$$

Predstavlja povprečje odmikov vrednosti statistične spremenljivke od aritmetične sredine.

Naloga 11.12. V preglednici so predstavljene cene treh izdelkov v trgovini po posameznih mesecih leta 2019.

Izdelek	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov
Kruh	3.35	3.29	3.34	3.38	3.38	3.37	3.38	3.55	3.53	3.54	3.49
Jagode	8.73	7.18	5.52	4.48	5.72	5.64	6.49	6.58	7.15	7.58	8.34
Cvetača	2.04	2.17	1.58	1.75	2.13	1.85	1.93	1.87	1.81	1.99	1.80

Izračunajte povprečno ceno in standardni odklon cene vsakega izdelka.

11. Statistika

Naloga 11.13. V preglednici je prikazano število rojstev v Sloveniji po letih.

Leto	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Število	21111	21165	20641	20345	20241	19585	19328	18767	18989

Izračunajte povprečno število rojstev in standardni odklon.

**Naloga 11.14.** Pridobili smo podatke (urejene po velikosti): 1, 13, 14, 15, 15, 15, 17, 18, 18, 19, 19, 19, 19, 20 in 40.

- Opišite razpršenost podatkov R, IR,  $Q_1$ ,  $Q_3$ ,  $\sigma$ ,  $\overline{x}$ .
- Največjo in najmanjšo vrednost (v tem primeru sta to osamelca) odstranimo. Kako se spremeni razpršenost podatkov?

## 11.5 Grafično prikazovanje podatkov

### Strukturni krog

**Strukturni krog** ali **krožni diagram** uporabljamo, kadar so podatki razvrščeni v malo frekvenčnih razredov ali ne dosežejo veliko različnih diskretnih vrednosti.



Celoto predstavlja 360°, za ostale deleže središčne kote izračunamo s sklepnim računom.

### Stolpčni diagram

**Stolpčni diagram** uporabljamo, ko so podatki razvrščeni v veliko frekvenčnih razredov ali lahko dosežejo veliko diskretnih vrednosti.

Stolpčni diagrami so lahko **pokončni** ali **ležeči**. Če želimo prikazati več podatkov naenkrat, uporabimo **sestavljeni** ali **strukturni** stolpčni diagram.



11. Statistika

#### Histogram

Histogram uporabljamo za prikaz grupiranih podatkov.



Širine frekvenčnih razredov niso nujno enake. Meje razredov narišemo na vodoravni osi, frekvence posameznih razredov pa na navpični osi.

## Linijski diagram

Linijski diagram/poligon uporabljamo, ko želimo prikazati postopno spreminjanje vrednosti nekega podatka skozi daljše časovno obdobje. Frekvenčne porazdelitve ponazorimo s frekvenčnim poligonom, podatki so lahko zvezni ali grupirani.



Naloga 11.15. Na matematičnem testu je bilo mogoče doseči 50 točk. Dosežki so bili: 35, 22, 41, 47, 36, 30, 27, 19, 31, 43, 48, 44, 23, 26, 36, 10, 33, 14, 9.

Razdelite jih v pet enako velikih razredov ter predstavite s histogramom.

Naloga 11.16. Otroci v vrtcu so metali žogo na koš in si zapisovali dosežke. Podatki so prikazani v preglednici.

Otrok	Jaka	Jure	Miha	Polona	Valerija	Tina	Mojca	Cene	Darja
Št. košev	5	7	10	8	5	6	9	9	4

Izračunajte, koliko košev je otrok zadel v povprečju. Podatke uredite po vrsti in določite Mo, Me ter narišite škatlo z brki.

Naloga 11.17. Bojana beleži, koliko časa potrebuje za pot do šole. Podatke je zapisala v preglednico.

Dan	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Čas [min]	9	11	10	8	11	10	9	12	9	11

S stolpčnim diagramom predstavite, kako pogosto v šolo potuje 8 minut, 9 minut ...

Naloga 11.18. V domu ostarelih občanov je 500 oskrbovancev. Od 50 do 60 let jih je 15 %, med 60 in 70 leti je 160 oskrbovancev, med 70 in 80 leti pa 200 starostnikov. Drugi so stari med 80 in 90 let.

- Iz grupiranih podatkov izračunajte povprečno starost oskrbovancev tega doma.
- Grafično ponazorite starost oskrbovancev.

11. Statistika

## Poglavje 12

# Geometrija v ravnini

## 12.1 Osnovni geometrijski pojmi

Evklid je v prvi knjigi *Elementov* postavil 23 'opredelitev' temeljnih geometrijskih pojmov. Med njimi so:

- Točka je tisto, kar nima delov nima razsežnosti.
- Črta je dolžina brez širine ena razsežnost.
- Ploskev je tisto, kar ima samo dolžino in širino dve razsežnosti.

Tem trditvam sledijo **aksiomi** (temeljne resnice) – privzamemo jih kot veljavne hipoteze, **iz-reki** – dokazujemo jih z aksiomi in prej dokazanimi izreki, in **definicije** – opisi novih pojmov in lastnosti.

### Incidenčni aksiomi

**Definicija 12.1.** Incidenca je relacija, ki povezuje točko in premico – premica in točka sta v relaciji, če točka leži na premici; A R p, če  $A \in p$ .

**Aksiom 12.2.** Za dve različni točki A in B obstaja natanko določena premica p, tako da točki A in B ležita na njej.

**Aksiom 12.3.** Za vsako premico p obstajata vsaj dve različni točki P in Q, ki ležita na njej.

**Aksiom 12.4.** Obstajajo tri različne točke, ki ne ležijo hkrati na isti premici.

**Definicija 12.5.** Točke  $A_1, A_2, A_3, \ldots$ , ki ležijo na isti premici, so **kolinearne**, če ne ležijo na isti premici, pa so **nekolinearne**.

Izrek 12.6. Dve različni premici imata lahko največ eno skupno točko.

Definicija 12.7. Premici, ki imata natanko eno skupno točko, se **sekata**, imenujemo ju **seč**-**nici**, njuno skupno točko pa **presečišče** premic.

**Definicija 12.8.** Premici, ki ležita na isti ravnini in nimata nobene skupne točke ali imata vse točke skupne – sovpadata, sta **vzporedni**, imenujemo ju **vzporednici**.

Aksiom 12.9. Če so tri različne točke kolinearne, ena vedno leži med drugima dvema.



**Aksiom 12.10.** Če sta A in B različni točki premice p, potem na premici p ležita vsaj še točki C in D, in sicer C leži med A in B, D pa tako, da je C med A in D.



Izrek 12.11. Med dvema različnima točkama premice je neskončno mnogo točk.

Definicija 12.12. Množica točk premice, ki ležijo med različnima točkama A in B, vključno z A in B, je daljica AB. Točki A in B sta njeni krajišči.



**Definicija 12.13.** Poljubna točka premice razdeli premico na dva **poltraka**. To točko imenujemo **izhodišče**, ponavadi jo označimo z O.

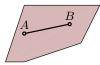


**Definicija 12.14.** Premica, na kateri leži daljica oziroma poltrak, je **nosilka** daljice oziroma poltraka.

**Definicija 12.15.** Enostavni lik je množica točk v ravnini, ki jo omejuje sklenjena krivulja, ki sama sebe ne seka.

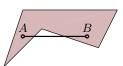
**Definicija 12.16.** Množica točk v ravnini je **konveksna**, če za poljubni točki A in B iz te množice velja, da je daljica AB njena podmnožica.

$$\mathcal{M} \ konveksna \Leftrightarrow \forall A, B \in \mathcal{M} \Rightarrow AB \subseteq \mathcal{M}$$

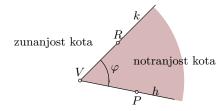


Množica točk, ki ni konveksna, je **nekonveksna** oziroma **konkavna**.

$$\mathcal{M}$$
 nekonveksna  $\Leftrightarrow \exists A, B \in \mathcal{M} \Rightarrow AB \notin \mathcal{M}$ 



**Definicija 12.17.** Dva poltraka s skupnim izhodiščem določata dva **kota**. Izhodišče poltrakov imenujemo **vrh** kota, poltraka pa imenujemo **kraka** kota.



Če poltraka ne ležita na isti premici, je eden od kotov konveksen, drugi pa je nekonveksen. Kot lahko označimo na več načinov:

- $\angle(h,k)$ , kjer sta h in k poltraka, ki kot določata;
- $\angle PVR$ , kjer je P točka na enem poltraku, V vrh kota in R točka na drugem poltraku;
- $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$  z grškimi črkami.

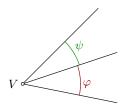
**Definicija 12.18.** Če poltraka s skupnim izhodiščem ležita na isti premici, vendar na različnih straneh izhodišča, določata dva enaka konveksna kota – iztegnjena kota.



Definicija 12.19. Če se poltraka na isti premici prekrivata, določata polni kot ali ničelni kot.



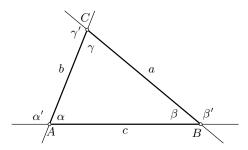
**Definicija 12.20.** Kota s skupnim vrhom, ki imata en skupen krak, presek njunih notranjosti pa je prazen, sta **sosedna kota**.



Definicija 12.21. Sosedna kota, katerih kraka, ki nista skupna, ležita na isti premici, sta sokota.



**Definicija 12.22.** Tri nekolinearne točke A, B in C določajo **trikotnik**  $\triangle ABC$ . Točke A, B in C so **oglišča** trikotnika, daljice AB, BC in AC so njegove **stranice**.



Koti  $\alpha$ ,  $\beta$  in  $\gamma$  so **notranji koti**, njihovi sokoti  $\alpha'$ ,  $\beta'$  in  $\gamma'$  pa so **zunanji koti** trikotnika.

Trikotnik je **pozitivno orientiran**, če si njegova oglišča sledijo v nasprotni smeri vrtenja urnega kazalca; če si sledijo v smeri vrtenja urnega kazalca, pa je **negativno orientiran**.

**Definicija 12.23.** Točke  $A_1, A_2, A_3, \ldots, A_n$  v ravnini, od katerih nobene zaporedne tri niso kolinearne, določajo n-kotnik. Točke  $A_1, A_2, A_3, \ldots, A_n$  so oglišča n-kotnika; daljice, ki povezujejo sosedni oglišči,  $A_1A_2, A_2A_3, \ldots, A_nA_1$  so stranice n-kotnika; daljice, ki povezujejo po dve nesosedni oglišči, pa so diagonale n-kotnika.

Poljuben n-kotnika ima

$$\frac{n(n-3)}{2}$$

diagonal – iz vsakega od n oglišč gre n-3 diagonal, vsaka pa je šteta dvakrat.

Če za vsako nosilko stranice n-kotnika velja, da preostala oglišča ležijo na isti strani te nosilke, je n-kotnik **konveksen**.

Naloga 12.24. Izračunajte število diagonal: 17-kotnika, 31-kotnika in 28-kotnika.

Naloga 12.25. Ugotovite, ali obstaja n-kotnik, ki ima desetino toliko diagonal kot 28-kotnik. Če obstaja, izračunajte, koliko stranic ima.

Naloga 12.26. Kateri n-kotnik ima štirikrat toliko diagonal kot stranic?

Naloga 12.27. Izračunajte, kateri n-kotnik ima: 104 diagonale, 230 diagonal, 2n-5 diagonal.

Naloga 12.28. Pokažite, da ne obstaja n-kotnik, ki ima 13 diagonal.

Naloga 12.29. Za vsako od spodnjih izjav ugotovite, ali je pravilna ali nepravilna.

- Tri različne točke, so vedno nekolinearne.
- Petkotnik ima enako število diagonal in stranic.
- Štiri različne premice se sekajo v največ 4 različnih točkah.
- Skozi štiri kolinearne točke gredo tri različne premice.
- Vzporedni premici imata lahko neskončno mnogo skupnih točk.

Naloga 12.30. Pokažite, da je število diagonal 25-kotnika večkratnik števila njegovih stranic.

Naloga 12.31. Vsota števila stranic in diagonal n-kotnika je 105? Kateri n-kotnik je to?

Naloga 12.32. Izračunajte, kateri n-kotnik ima toliko diagonal kot stranic.

Naloga 12.33. Člani filatelističnega društva so se domenili, da si bodo za praznike spet pošiljali voščilnice po klasični pošti. Ko so se dobili po novem letu, so prinesli vse voščilnice in jih našteli 132. Izračunajte, koliko članov društva, si je medseboj poslalo voščilnice.

## 12.2 Skladnost in merjenje

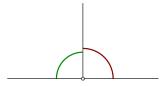
**Definicija 12.34.** Dva lika L in L' sta **skladna**, če lahko lik L prenesemo na lik L' tako, da se popolnoma prekrijeta.

 $Znak \ za \ skladnost \ je \cong$ .

Skladnost je v množici ravninskih likov ekvivalenčna relacija, saj je:

- refleksivna:  $L\cong L$  vsaka množica je skladna sama s seboj;
- $simetrična: L \cong L' \Rightarrow L' \cong L$  če je prva množica skladna z drugo, je tudi druga skladna s prvo;
- tranzitivna:  $L\cong L'\wedge L'\cong L''\to L\cong L''$  če je prva množica skladna z drugo in druga skladna s tretjo, je tudi prva množica skladna s tretjo množico.

Definicija 12.35. Kot, ki je skladen s svojim sokotom, je pravi kot.



Če si kraka sledita v nasprotni smeri vrtenja urnega kazalca, je **orientacija kota pozitivna**, če pa si sledita v smeri vrtenja urnega kazalca, pa je **orientacija kota negativna**.



Daljici AB in CD, ki nista skladni, lahko premaknemo na poljubni premici tako, da levi krajišči sovpadata in da eno od desnih krajišč, npr. D leži med A in B. V tem primeru je daljica AB daljiša od daljice CD oziroma je daljica CD krajša od daljice AB.

**Aksiom 12.36** (Arhimedov aksiom). Obstaja tako naravno število n, pri katerem je vsota n krajših daljic CD daljša od daljice AB, vsota n-1 krajših daljic CD pa je kvečjemu skladna z daljico AB.

$$n \cdot |CD| > |AB|$$
  $(n-1) \cdot |CD| \le |AB|$ 



Daljico CD, s katero smo izmerili daljico AB, imenujemo **enotska daljica**. Tako smo daljici AB priredili natančno določeno število – **dolžino** daljice AB oziroma **razdaljo** točk A in B.

$$|AB| = d(A, B)$$

**Aksiom 12.37.** Če je AB poljubna daljica, A' pa točka na poljubnem poltraku, obstaja na tem poltraku natančno določena točka B', da je daljica A'B' skladna z daljico AB.

$$A'B' \cong AB$$

Izrek 12.38. Skladni daljici imata enako dolžino.

**Aksiom 12.39.** Naj daljici AB in BC ležita na isti premici in naj imata skupno le točko B. Daljici A'B' in B'C' naj ležita na tej ali neki drugi premici in naj imata skupno točko B'. Če velja  $AB \cong A'B'$  in  $BC \cong B'C'$ , potem velja tudi  $AC \cong A'C'$ .

Izrek 12.40. Dolžina vsote daljic je enaka vsoti dolžin posameznih daljic.

#### Enote

Osnovna enota za merjenje dolžine je **meter**.

Iz nje izpeljane enote pa so decimeter, centimeter, milimeter, kilometer itd.

$$1 m = 10 dm = 100 cm = 1000 mm$$

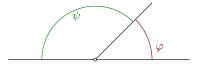
$$1 \ km = 1000 \ m$$

Enota za merjenje kotov je **kotna stopinja** – velikost  $\frac{1}{360}$  polnega kota. Izpeljani enoti sta (kotna) minuta in (kotna) sekunda.

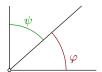
$$1^{\circ} = 60' = 3600''$$

Velikost kota nič je  $0^{\circ}$ , pravega kota je  $90^{\circ}$ , iztegnjenega kota je  $180^{\circ}$ , polnega kota pa je  $360^{\circ}$ .

Definicija 12.41. Kota  $\varphi$  in  $\psi$ , katerih vsota meri 180°, sta suplementarna kota.



Definicija 12.42. Kota  $\varphi$  in  $\psi$ , katerih vsota meri 90°, sta komplementarna kota.



Sokota sta vedno suplementarna kota.

#### Skladnost trikotnikov

**Definicija 12.43.** Dva trikotnika sta **skladna**, če imata paroma skladne vse stranice in tem stranicam nasprotne kote.

**Aksiom 12.44.** Dva trikotnika sta skladna, če se ujemata v dveh stranicah in v vmesnem kotu.

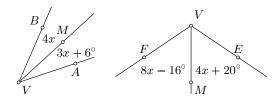
Izrek 12.45. Trikotnika  $\triangle ABC$  in  $\triangle A'B'C'$  sta skladna, če se ujemata:

- 1. v vseh treh stranicah;
- 2. v eni stranici in obeh priležnih kotih;
- 3. v dveh stranicah in kotu, ki leži nasproti daljši od obeh stranic.

**Naloga 12.46.** Izračunajte dolžino daljice, če ena polovica meri 2x - 7 enot, druga polovica pa x + 8 enot.

Naloga 12.47. Izračunaj dolžino x daljice AB, če je točka S njeno razpolovišče, točka R pa razpolovišče daljice SB in je  $|SR| = \frac{x}{3} - 1$ .

Naloga 12.48. Izračunajte velikosti kotov  $\angle AVM$  in  $\angle FVE$ , če poltrak VM obakrat razpolavlja kot.



Naloga 12.49. Izračunajte velikosti kotov  $\alpha$  in Naloga 12.50. Iz podatkov na skici izraču- $\beta$ , če je  $\alpha = \beta$ . Podatke razberite s skice. najte neznano velikost kota x.



Naloga 12.51. Izračunajte velikost kota Naloga 12.52. Izračunajte velikost kota  $\angle PVQ$ , če je  $\angle PVR = 94^{\circ}$ .  $\angle SVR$ , če je  $\angle QVS = 50^{\circ}$ .



Naloga 12.53. Kot  $\varphi = 76^{\circ}36'53''$  zapišite v stopinjah na štiri mesta natančno, kot  $\psi = 34.78^{\circ}$  pa zapišite v stopinjah, minutah in sekundah.

Naloga 12.54. Kotu  $\varphi = 37^{\circ}16'43''$  izračunajte suplementarni in komplementarni kot.

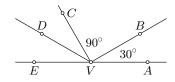
Naloga 12.55. Razika dveh komplementarnih kotov je 37°16′. Izračunajte velikosti kotov.

Naloga 12.56. Izračunajte velikost kota  $\varphi$ , ki je petkratnik svojega komplementarnega kota.

Naloga 12.57. Za vsako od spodnjih izjav uqotovite, ali je pravilna ali nepravilna.

- Sokota sta suplementarna.
- Kot z velikostjo 45° je komplementaren samemu sebi.
- Dve premici, ki se sekata, lahko določata kota z velikostjo 43° in 137°.
- Vsota velikosti dveh komplementarnih kotov je pravi kot.
- Suplementarna kota sta vedno tudi sokota.

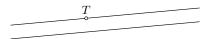
Naloga 12.58. Poltrak VD razpolavlja  $\angle CVE$ ,  $\angle BVC$  je pravi kot. Določite velikosti kotov  $\angle AVD$  in  $\angle BVE$ .



## 12.3 Vzporednost in pravokotnost

#### Vzporednost

**Aksiom 12.59** (Aksiom o vzporednici). *Skozi izbrano točko, ki ne leži na premici, lahko tej premici načrtamo natanko eno vzporednico.* 

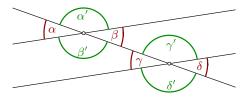


Vzporednost je v množici premic na ravnini ekvivalenčna relacija, saj je:

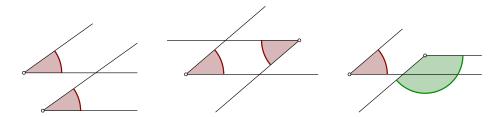
- $refleksivna: p \parallel p$  vsaka premica je vzporedna sama sebi;
- simetrična:  $p \parallel q \Rightarrow q \parallel p$  če je premica p vzporedna premici q, je tudi premica q vzporedna premici p;
- tranzitivna:  $p \parallel q \land q \parallel r \rightarrow p \parallel r$  če je premica p vzporedna premici q, premica q pa vzporedna premici r, je tudi premica p vzporedna premici r.

Če vzporednici sekamo s premico, dobimo dve presečišči, ob njiju pa pare **kotov z vzporednimi kraki**:

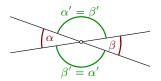
- pari kotov  $(\alpha, \gamma)$ ,  $(\beta, \delta)$ ,  $(\alpha', \gamma')$ ,  $(\beta', \delta')$  imajo oba kraka vzporedna v isto smer;
- pari kotov z istim vrhom  $(\alpha, \beta)$ ;  $(\gamma, \delta)$ ,  $(\alpha', \beta')$ ;  $(\gamma', \delta')$  imajo oba kraka vzporedna v nasprotno smer **sovršni koti**;
- pari kotov  $(\alpha, \alpha')$ ,  $(\beta, \beta')$ ,  $(\gamma, \gamma')$ ,  $(\delta, \delta')$  imajo en krak vzporeden v isto smer, drugi krak pa vzporeden v nasprotno smer.



Izrek 12.60. Para konveksnih kotov z vzporednimi kraki sta bodisi skladna bodisi suplementarna.



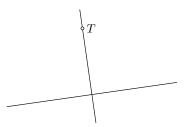
Sovršna kota sta skladna – imata isti sokot.



#### Pravokotnost

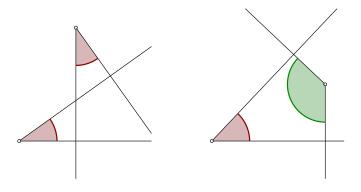
Definicija 12.61. Pravokotnica je premica, ki dano premico seka pod pravim kotom.

Izrek 12.62. Skozi izbrano točko lahko na dano premico načrtamo natanko eno pravokotnico.

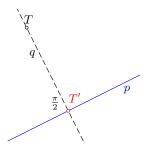


Kota s pravokotnimi kraki sta konveksna kota, katerih nosilki krakov enega kota sta pravokotni na nosilki krakov drugega kota.

Izrek 12.63. Para konveksnih kotov s pravokotnimi kraki sta bodisi skladna bodisi suplementarna.



**Definicija 12.64.** Pravokotna projekcija točke T na premico p je točka T', ki leži na presečišču premice p in pravokotnice q skozi točko T na premico p. Točka T' je točki T najbližja točka premice p.



Pravokotna projekcija daljice AB na premico je daljica A'B', katere krajišči sta pravokotni projekciji točk A in B.

**Razdalja** točke T od premice p je:

$$d(T, p) = d(T, T') = |TT'|$$
.

## Toge preslikave

Definicija 12.65. Toga preslikava (izometrija) je preslikava v ravnini, ki ohranja razdalje.

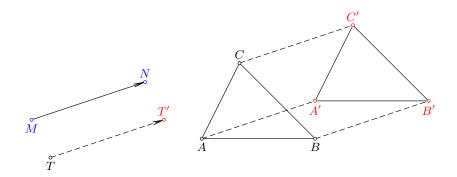
$$\tau: A \mapsto A'$$
$$\tau: B \mapsto B'$$
$$d(A, B) = d(A', B')$$

Med toge preslikave spadajo:

- · vzporedni premiki;
- zrcaljenje preko premice/premice;
- · rotacija okoli točke.

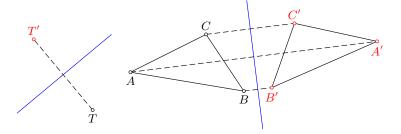
Če kombiniramo več togih preslikav, je dobljena preslikava spet toga preslikava.

**Vzporedni premik** ali **translacija** za dano usmerjeno daljico  $\overrightarrow{MN}$  preslika točko T v tako točko T', da sta daljici TT' in MN enako dolgi, vzporedni in enako usmerjeni.



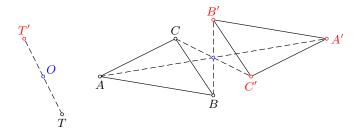
Vzporedni premik ohranja orientacijo likov, daljice preslika v enako dolge vzporedne daljice, ohranja velikost kotov, like preslika v skladne like, nima negibnih točk za  $\overrightarrow{MN} \neq \overrightarrow{0}$ .

**Zrcaljenje čez premico** p preslika točko T v tako točko T', da premica p pod pravim kotom razpolavlja daljico TT'.



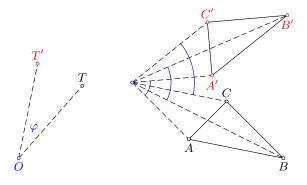
Zrcaljenje čez premico daljice preslika v enako dolge daljice, ohranja velikost kotov, ne ohranja orientacije likov, like preslika v skladne like, premic ne preslika v vzporedne premice.

**Zrcaljenje čez točko** O preslika točko T v tako točko T', da je O razpolovišče daljice TT'. Ta preslikava je enaka vrtenju okrog točke za  $180^{\circ}$ .



Zrcaljenje čez točko daljice preslika v enako dolge daljice, ohranja velikosti kotov in orientacijo likov, like preslika v skladne like, premice preslika v vzporedne premice.

**Vrtenje** ali **zasuk** oziroma **rotacija** za kot  $\varphi$  okrog točke O preslika točko T v točko T', da velja: |OT| = |OT'| in  $\angle TOT' = \varphi$ .



Vrtenje okoli točke preslika daljice v enako dolge daljice, ohranja velikosti kotov in orientacijo likov, like preslika v skladne like, premic pa ne preslika v vzporedne premice.

#### Simetrija

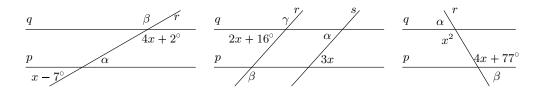
Množica točk  $\mathcal{M}$  je **simetrična/somerna glede na premico** p, če se pri zrcaljenju čez premico p preslika sama vase. Premico p imenujemo **simetrala/somernica/simetrijska os** množice  $\mathcal{M}$ .

Množica točk $\mathcal{M}$  je središčno simetrična/somerna glede na točko T, če se pri zrcaljenju čez točko T preslika sama vase. Točko T imenujemo center simetrije množice  $\mathcal{M}$ .

Naloga 12.66. Narišite kvadrat s stranico dolžine 1 in ga:

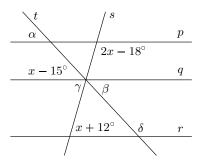
- vzporedno premaknite vzdolž ordinatne osi za 3 enota;
- zavrtite okrog oglišča B za kot 45° v negativni smeri;
- zrcalite preko nosilke stranice CD.

Naloga 12.67. Izračunajte velikosti kotov  $\alpha$ ,  $\beta$  in  $\gamma$ . Podatke razberite iz skic. Velja  $p \parallel q$  in  $r \parallel s$ .



Naloga 12.68. Izračunajte velikosti vseh notranjih in zunanjih kotov trikotnika  $\triangle ABC$ , če je vsota velikosti dveh zunanjih kotov  $\alpha' + \gamma' = 230^{\circ}$ , vsota velikosti dveh notranjih kotov pa  $\alpha + \beta = 70^{\circ}$ .

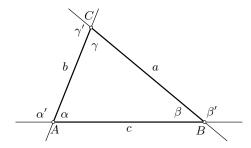
Naloga 12.69. S skice preberite ustrezne podatke ter izračunajte velikosti kotov  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  in  $\delta$ . Pri tem velja, da so premice p, q in r vzporedne.



12.4 Trikotnik 121

## 12.4 Trikotnik

**Definicija 12.70.** Trikotnik je lik/množica točk v ravnini, omejena s tremi daljicami – stranicami (a,b,c), ki povezujejo tri nekolinearne točke (A,B,C) v ravnini. Te točke imenujemo oglišča trikotnika.



V trikotniku  $\triangle ABC$  so  $\alpha, \beta$  in  $\gamma$  **notranji koti**, njihovi sokoti  $\alpha', \beta'$  in  $\gamma'$  pa so **zunanji koti**.

Izrek 12.71. Vsota notranjih kotov trikotnika je 180°:

$$\alpha + \beta + \gamma = 180^{\circ}$$
.

Izrek 12.72. Zunanji kot trikotnika je enak vsoti notranjih nepriležnih kotov:

$$\alpha' = \beta + \gamma$$
$$\beta' = \alpha + \gamma$$
$$\gamma' = \alpha + \beta$$

Izrek 12.73. Vsota zunanjih kotov trikotnika je 360°:

$$\alpha' + \beta' + \gamma' = 360^{\circ}.$$

Izrek 12.74. Nasproti daljše stranice trikotnika leži večji notranji kot, nasproti krajše stranice pa manjši notranji kot trikotnika.

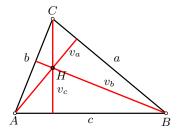
$$a > b \Leftrightarrow \alpha > \beta$$

Izrek 12.75 (Trikotniška neenakost). Vsaka stranica trikotnika je krajša od vsote dolžin drugih dveh stranic.

$$a < b + c$$
$$b < a + c$$
$$c < a + b$$

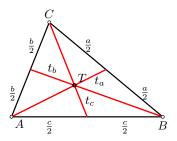
Izrek 12.76. Vsaka stranica trikotnika je daljša od absolutne vrednosti razlike dolžin drugih dveh stranic.

**Definicija 12.77.** Višina na stranico trikotnika je daljica, ki povezuje nosilko te stranice z nasprotnim ogliščem in je pravokotna na to nosilko. Njena dolžina je razdalja oglišča od nasprotne stranice.



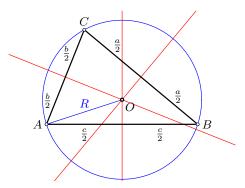
Izrek 12.78. Nosilke vseh treh višin na stranice trikotnika se sekajo v eni točki, ki jo imenujemo višinska točka ali ortocenter.

**Definicija 12.79.** *Težiščnica* na stranico trikotnika je daljica, ki povezuje razpolovišče te stranice z nasprotnim ogliščem.



Izrek 12.80. Vse tri trikotnikove težiščnice se sekajo v eni točki – težišču ali baricentru trikotnika. Težišče deli težiščnico v razmerju 1 : 2.

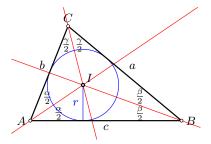
Izrek 12.81. Simetrale vseh treh stranic trikotnika se sekajo v eni točki – središču trikotniku očrtane krožnice.



Očrtana krožnica poteka skozi vsa oglišča trikotnika. Vse stranice trikotnika so tetive krožnice.

12.4 Trikotnik 123

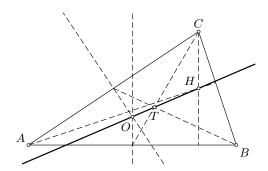
Izrek 12.82. Simetrale notranjih kotov trikotnika se sekajo v eni točki. Ta točka je **središče** trikotniku včrtane krožnice.



Včrtana krožnica ima vse tri stranice trikotnika za tangente.

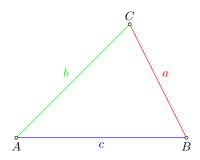
Težišče, središče trikotniku očrtane kroznice, središče trikotniku včrtane krožnice in višinska točka so **znamenite točke trikotnika**.

Izrek 12.83. Višinska točka, središče očrtane krožnice in težišče so vedno kolinearne. Premico, ki jih povezuje, imenujemo Eulerjeva premica.

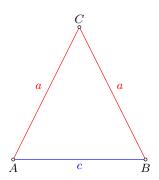


## Vrste trikotnikov glede na stranice

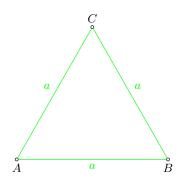
• raznostranični trikotnik – vse tri stranice različno dolge, vsi trije koti so različni



- enakokraki trikotnik – dve stranici enako dolgi  $\Rightarrow$  kota ob osnovnici sta skladna

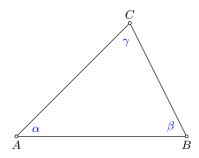


• enakostranični ali pravilni trikotnik – vse tri stranice enako dolge ⇒ vsi trije koti so skladni

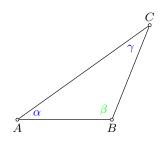


## Vrste trikotnikov glede na kote

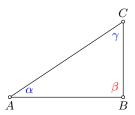
• ostrokotni trikotnik – ima tri ostre notranje kote



• topokotni trikotnik – ima en topi notranji kot, ostala dva kota ostra



 pravokotni trikotnik – ima en pravi notranji kot, ostala dva kot ostra



# Poglavje 13

# Kotne funkcije

#### 13.1 Definicija kotnih funkcij v pravokotnem trikotniku



 $\alpha$  nasprotne katete in hipotenuze:

Sinus kota  $\alpha$  je razmerje med dolžinama kotu Tangens kota  $\alpha$  je razmerje med dolžinama kotu  $\alpha$  nasprotne katete in priležne katete:

$$\sin \alpha = \frac{\text{nasprotna kateta}}{\text{hipotenuza}} = \frac{a}{c}.$$

$$\tan \alpha = \frac{\text{nasprotna kateta}}{\text{priležna kateta}} = \frac{a}{b}.$$

Kosinus kota  $\alpha$  je razmerje med dolžinama Kotangens kota  $\alpha$  je razmerje med dolžinama kotu  $\alpha$  priležne katete in hipotenuze:

kotu  $\alpha$  priležne katete in nasprotne katete:

$$\cos \alpha = \frac{\text{priležna kateta}}{\text{hipotenuza}} = \frac{b}{c}.$$

$$\cot\alpha = \frac{\text{priležna kateta}}{\text{nasprotna kateta}} = \frac{b}{a}.$$

Naloga 13.1. V pravokotnem trikotniku sta dolžini katet a = 12 cm in b = 5 cm. Natančno izračunajte vrednosti kotnih funkcij kota  $\beta$ .

Naloga 13.2. V pravokotnem trikotniku sta dolžini katet a = 6 cm in b = 5 cm. Natančno  $izračunajte \ vrednosti \ kotnih \ funkcij \ kota \ \beta.$ 

Naloga 13.3. V pravokotnem trikotniku je dolžina hipotenuze c = 10 in dolžina katete a = 6. Natančno izračunajte vrednosti kotnih funkcij za kot  $\alpha$ .

**Naloga 13.4.** *Načrtajte pravokotni trikotnik*  $\triangle ABC$ , *v katerem velja:* 

• 
$$\sin \alpha = \frac{2}{5}$$

• 
$$\cos \beta = \frac{4}{7}$$
  
•  $\tan \beta = \frac{0.3}{0.2}$ 

• 
$$\sin \alpha = \frac{2}{5}$$
  
•  $\cos \alpha = \frac{5}{6}$   
•  $\tan \alpha = \frac{3}{7}$ 

$$\bullet \ \tan \beta = \frac{0.3}{0.2}$$

• 
$$\tan \alpha = \frac{3}{7}$$

126 13. Kotne funkcije

#### Računanje vrednosti kotnih funkcij 13.2

## Vrednosti kotnih funkcij nekaterih kotov

$\varphi$ [rad]	φ [°]	$\sin arphi$	$\cos arphi$	an arphi	$\cot arphi$
0	0°	0	1	0	/
$\frac{\pi}{6}$	30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	$\sqrt{3}$
$\frac{\pi}{4}$	45°	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	1	1
$\frac{\pi}{3}$	60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$
$\frac{\pi}{2}$	90°	1	0	/	0

### Kotne funkcije komplementarnih kotov

Sinus kota je enak kosinusu komplementarnega kota in obratno.

Tangens kota je enak kotangensu komplementarnega kota in obratno.

$$\sin\left(90^\circ - \varphi\right) = \cos\varphi$$

$$\tan (90^{\circ} - \varphi) = \cot \varphi$$

$$\cot (90^{\circ} - \varphi) = \tan \varphi$$

$$\cos\left(90^\circ - \varphi\right) = \sin\varphi$$

- $x = 55^{\circ}$
- $x = 39^{\circ}$
- $x = 12^{\circ}$

Naloga 13.6. Na minuto natančno izračunaj velikost kota, če je:

- $\sin x = 0.25$
- $\cos x = 0.6$
- $\tan x = 3$

- $\sin x = 2$   $\cos x = \frac{2}{5}$
- Naloga 13.7. Natančno izračunajte vrednost izraza.
  - $\sin 90^{\circ} + \cos 0^{\circ} + \tan 45^{\circ}$  $\tan 30^{\circ} + \tan 60^{\circ}$
  - $\frac{\cos 0^{\circ} + \cos 60^{\circ}}{\sin 60^{\circ}} = \frac{\cos 0^{\circ} + \cos 60^{\circ}}{\cos 60^{\circ}}$  $\tan 30^{\circ} \cdot \frac{\cos 60^{\circ}}{\cos 45^{\circ}}$

  - $\sin 60^{\circ} + \cos 30^{\circ} \tan 45^{\circ}$

- $\sin 30^{\circ}$  $\cos 30^{\circ}$
- $\cos 45^{\circ}$
- $1 \tan 30^{\circ}$
- $\cos 45^{\circ} + \sin 45^{\circ} 3 \tan 30^{\circ}$

Naloga 13.8. V pravokotniku meri stranica a = 10 cm, diagonala pa 14 cm. Izračunajte natančno dolžino druge stranice in velikost kota med stranico a in diagonalo na dve decimalki stopinje natančno.

- Naloga 13.9. V enakokrakem trikotniku meri višina na osnovnico 24 cm, osnovnica pa 14 cm. Izračunajte dolžino kraka in velikost kota med krakom in osnovnico na dve decimalki stopinje natančno.
- Naloga 13.10. Enakokraki trapez ima osnovnici dolgi 45 cm in 23 cm, višina pa je 60 cm. Izračunajte dolžino kraka in velikost kota med krakom in osnovnico na minuto natančno.
- Naloga 13.11. Vrh stolpa vidimo pod kotom 19.17°, če pa se mu približamo za 50 m, ga vidimo pod kotom 34.23°. Izračunajte višino stolpa, če je točka gledišča na višini 1.7 m.
- Naloga 13.12. Koliko meri središčni kot nad lokom AB v krogu s polmerom 8 cm, če je |AB| = 6 cm? Kot izrazite v stopinjah na štiri decimalke natančno.
- Naloga 13.13. V enakokrakem trapezu z osnovnicama 12 cm in 6 cm kot ob osnovnici meri  $\alpha = 73^{\circ}$ . Izračunajte dolžino kraka.
- Naloga 13.14. Pravokotnik ima stranici dolgi 5 cm in 6 cm. Na minuto natančno izračunajte kot, ki ga oklepata diagonali v pravokotniku.
- Naloga 13.15. V rombu je dolžina diagonale e dvakrat tolikšna kot dolžina diagonale f. Na minuto natančno izračunajte velikost kota  $\alpha$ .

128 13. Kotne funkcije

#### Zveze med kotnimi funkcijami 13.3

$$\tan \varphi = \frac{b}{a} = \frac{\frac{a}{c}}{\frac{b}{c}} = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi}$$

$$\tan \varphi \cdot \cot \varphi = \frac{a}{b} \cdot \frac{b}{a} = 1$$

$$\cot \varphi = \frac{a}{b} = \frac{\frac{b}{c}}{\frac{a}{c}} = \frac{\cos \varphi}{\sin \varphi}$$

$$\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi = 1$$

Naloga 13.16. Natančno izračunajte vrednosti preostalih kotnih funnkcj v pravokotnem trikotniku, če je kot  $\alpha$  oster in velja:

•  $\cos \alpha = 0.1$ 

•  $\sin \alpha = \frac{8}{17}$ •  $\tan \alpha = 2$ 

Naloga 13.17. Poenostavite izraze s pomočjo zvez med kotnimi funkcijami.

• 
$$1 - \sqrt{(1 - \sin^2 x)\cos^2 x}$$
  
•  $\frac{\sin x}{\tan x} \cdot \cos x - 1$   
•  $\frac{1}{\tan x} + \frac{1 - 2\cos^2 x}{\sin x \cos x}$   
•  $\tan^2 x - \frac{1}{1 - \sin^2 x}$   
•  $\cos x \left(1 + \tan^2 x\right)$   
•  $\frac{\cos x}{1 + \sin x} + \frac{\cos x}{\sin x - 1}$   
•  $\sin x + \cos^2 x \cdot \sin^{-1} x$   
•  $\frac{(\sin x + \cos x)^2 - 1}{\tan x}$   
•  $\frac{1}{\left(\frac{\tan^{-1} x \cdot \sin x}{\sqrt{1 - \cos^2 x}}\right)}$   
•  $\left((\tan x \cos x)^{-2} + \cos^{-2} x\right) \sin^2 x$   
•  $\left(\frac{1}{\cot x} \sin^{-1} x\right)^{-2} + \sin x \tan x \cos x$ 

Naloga 13.18. Natančno izračunajte brez uporabe računala.

• 
$$\frac{\cos 15^{\circ}}{\sin 75^{\circ}} - 2 \cdot \frac{\sin 15^{\circ}}{\cos 75^{\circ}}$$
  
•  $\sin^2 55^{\circ} + \cos^2 45^{\circ} - \frac{\tan 33^{\circ}}{\sin 57^{\circ}}$   
•  $\sin^2 86^{\circ} \cdot (\sin^2 5^{\circ} + \sin^2 85^{\circ} + \tan^2 4^{\circ})$   
•  $\frac{1 - \sin^2 15^{\circ}}{\sin^2 75^{\circ}}$ 

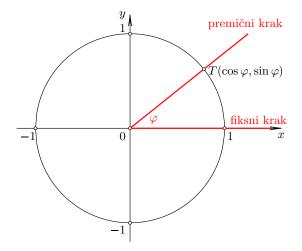
## 13.4 Razširitev pojma kotne funkcije do polnega kota

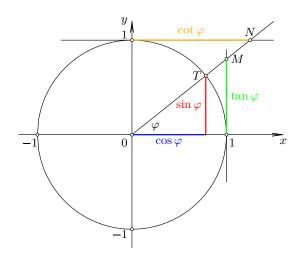
## Kotne funkcije v enotskem krogu

Enotska krožnica je krožnica s polmerom ene enote in s središčem v koordinatnem izhodišču.

Kot  $\varphi$ z vrhom v koordinatnem izhodišču določata:

- fiksni/nepremični krak kota leži na pozitivnem delu abscisne osi in
- premični krak določa velikost kota in leži v enem izmed štirih kvadrantov ter seka enotsko krožnico v točki  $(\cos x, \sin x)$ .





Sinus kota  $\varphi$  je enak oridnati presečišča premičnega kraka z enotsko krožnico.

Kosinus kota  $\varphi$  je enak abscisi presečišča premičnega kraka z enotsko krožnico.

Tangens kota  $\varphi$  je enak ordinati presečišča nosilke premičnega kraka z navpično tangento enotskega kroga v točki (1,0).

Kotangens kota  $\varphi$  je enak abscisi presečišča nosilke premičnega kraka z vodoravno tangento enotskega kroga v točki (0,1).

## Stopinje in radiani

#### Radian

Loku na krožnici, ki je enako dolg kot polmer krožnice, pripada središčni kot, velik 1 radian.

$$1 \text{ rad} = \frac{180^{\circ}}{\pi} \doteq 57, 3^{\circ}$$

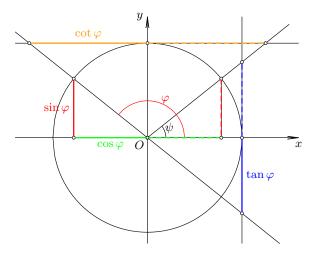
#### Pretvorba med stopinjami in radiani

Naj bo kot  $\varphi$  podan v radianih,  $\phi$  pa njemu pripadajoči kot podan v stopinjah. Potem velja:

$$\varphi = \frac{\pi}{180^{\circ}} \phi \qquad \text{in} \qquad \phi = \frac{180^{\circ}}{\pi} \varphi.$$

13. Kotne funkcije

## Kot $\varphi$ med $90^{\circ}$ in $180^{\circ}$



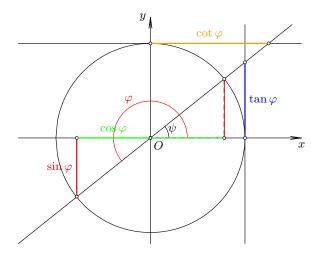
Sinusa suplementarnih kotov sta enaka; kosinusa suplementarnih kotov sta nasprotno enaka.

$$\sin (180^{\circ} - \psi) = \sin \psi$$
$$\cos (180^{\circ} - \psi) = -\cos \psi$$

Tangensa in kotangensa suplementarnih kotov sta nasprotno enaka.

$$\tan (180^{\circ} - \psi) = -\tan \psi$$
$$\cot (180^{\circ} - \psi) = -\cot \psi$$

## Kot $\varphi$ med $180^{\circ}$ in $270^{\circ}$



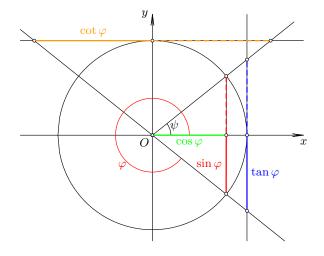
Sinusa in kosinusa kotov, ki se razlikujeta za  $\pi$ , sta nasprotno enaka.

$$\sin (180^{\circ} + \psi) = -\sin \psi$$
$$\cos (180^{\circ} + \psi) = -\cos \psi$$

Tangensa in kotangensa kotov, ki se razlikujeta za  $\pi,$ sta enaka.

$$\tan (180^{\circ} + \psi) = \tan \psi$$
$$\cot (180^{\circ} + \psi) = \cot \psi$$

Kot  $\varphi$  med  $270^{\circ}$  in  $360^{\circ}$ 



$$\sin (360^{\circ} - \psi) = -\sin \psi$$

$$\cos (360^{\circ} - \psi) = \cos \psi$$

$$\tan (360^{\circ} - \psi) = -\tan \psi$$

$$\cot (360^{\circ} - \psi) = -\cot \psi$$

$$\sin (-\psi) = -\sin \psi$$

$$\cos (-\psi) = \cos \psi$$

$$\tan (-\psi) = -\tan \psi$$

$$\cot (-\psi) = -\cot \psi$$

## Vrednosti kotnih funkcij nekaterih kotov

$\varphi$ [rad]	φ [°]	$\sin \varphi$	$\cos \varphi$	$\tan \varphi$	$\cot \varphi$
0	0	0	1	0	/
$\frac{\pi}{6}$	30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	$\sqrt{3}$
$\frac{\pi}{4}$	45°	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	1	1
$\frac{\pi}{3}$	60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$
$\frac{\pi}{2}$	90°	1	0	/	0
$\pi$	180°	0	-1	0	/
$\frac{3\pi}{2}$	270°	-1	0	/	0

Naloga 13.19. Izrazite s kotno funkcijo kota, manjšega od 45°.

•  $\sin 200^{\circ}$ 

- $\sin 299^{\circ}$
- $\tan 163^{\circ}$

•  $\tan 140^{\circ}$ 

- $\cos 115^{\circ}$
- $\cos 355^{\circ}$
- $\cos 255^{\circ}$
- cot 203° •  $\cos 154^{\circ}$
- cos 218°

- $\tan 170^{\circ}$
- $\cot 335^{\circ}$
- $\sin 190^{\circ}$
- $\sin 245^{\circ}$
- $\tan 179^{\circ}$

Naloga 13.20. Najprej izrazite vrednost dane kotne funkcije s kotno funkcijo ostrega kota in nato izračunajte njeno natančno vrednost.

•  $\sin 300^{\circ}$ 

•  $\cos 225^{\circ}$ 

•  $\cos 120^{\circ}$ 

•  $\cos 330^{\circ}$ 

•  $\sin 240^{\circ}$ 

•  $\sin 180^{\circ}$ 

•  $\tan 315^{\circ}$ 

• tan 150°

Naloga 13.21. Natančno izračunajte.

• 
$$\frac{\cos 300^{\circ} - \sin 210^{\circ} - \sin 0^{\circ}}{\tan 300^{\circ} + \tan 135^{\circ}}$$

- $(\sin 150^{\circ} \cos 210^{\circ})^2 + \tan^2 315^{\circ}$
- $\sin 120^{\circ} \cos 150^{\circ} + \tan 225^{\circ}$
- $\cos 135^\circ + \sin 225^\circ$  $\frac{1}{\tan 300^{\circ} - \tan 120^{\circ} - \sin 270^{\circ}}$ 
  - $\cos 240^{\circ} + \tan 135^{\circ} \sin^2 315^{\circ}$  $\tan 300^\circ$

Naloga 13.22. Za kot x je podana vrednost ene kotne funkcije in območje velikost kota. Izračunajte natančne vrednosti drugih kotnih funkcij za kot x.

- $x \in [180^{\circ}, 270^{\circ}]; \sin x = -0.6$
- $x \in [90^\circ, 180^\circ]; \cos x = \frac{\sqrt{2}}{3}$
- IV. kvadrant;  $\tan x = -\sqrt{3}$
- II. kvadrant; tan x = -2
- III. kvadrant; tan x = 3

- II. kvadrant;  $\sin x = \frac{3}{4}$   $x \in [270^{\circ}, 360^{\circ}]$ ;  $\cos x = \frac{1}{3}$   $x \in [180^{\circ}, 270^{\circ}]$ ;  $\cos x = -\frac{4}{5}$  IV. kvadrant;  $\sin x = -\frac{15}{17}$

132 13. Kotne funkcije

Naloga 13.23. Podana je vrednost ene kotne funkcije za kot x. Izračunajte velikost kota x glede na pogoj o njegovi velikosti.

• 
$$x \in [270^{\circ}, 360^{\circ}]; \cos x = 0.5$$

• 
$$x \in [0^{\circ}, 360^{\circ}]; \tan x = -1$$

• 
$$x \in [180^\circ, 360^\circ]; \sin x = \frac{\sqrt{2}}{2}$$
  
•  $x \in [0^\circ, 360^\circ]; \cos x = \frac{\sqrt{2}}{2}$ 

• 
$$x \in [0^\circ, 360^\circ]; \cos x = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

• 
$$x \in [180^{\circ}, 360^{\circ}]; \cos x = -1$$

• 
$$x \in [0^{\circ}, 180^{\circ}]; \tan x = 1$$

• 
$$x \in [180^{\circ}, 270^{\circ}]; \sin x = \frac{\sqrt{3}}{2}$$
  
•  $x \in [0^{\circ}, 360^{\circ}]; \cos x = \frac{\sqrt{3}}{2}$   
•  $x \in [0^{\circ}, 270^{\circ}]; \tan x = -\sqrt{3}$ 

• 
$$x \in [0^\circ, 360^\circ]; \cos x = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

• 
$$x \in [0^{\circ}, 270^{\circ}]; \tan x = -\sqrt{3}$$

Naloga 13.24. V enotski krožnici narišite vse kote, za ketere velja dani podatek. Izračunajte velikosti kotov na štiri decimalna mesta natančno.

• 
$$\sin x = 0.6$$

• 
$$\cos x = 0.3$$

• 
$$\tan x = 0.8$$

$$\sin x = -\frac{2}{3}$$

$$\cos x = -\frac{3}{5}$$

• 
$$\cos x = -\frac{1}{2}$$

• 
$$\tan x = 2$$

Naloga 13.25. Natančno izračunajte.

$$\frac{\sin 315^{\circ} + \cos 135^{\circ} - \tan^{2} 120^{\circ}}{\sin^{2} 150^{\circ} - \cos^{2} 225^{\circ}}$$

Naloga 13.26. Poenostavite izraz.

$$1 + \left(\frac{\sin^2 x + \tan^{-1} x \cdot \sin x \cdot \cos x}{\frac{1}{\sin^2 x} - 1}\right)^{-1}$$

Naloga 13.27. Za  $\tan x = -5$  in  $270^{\circ} \leqslant x \leqslant 360^{\circ}$  izračunajte velikost kota x, na minuto natančno, in natančne vrednosti preostalih kotnih funkcij.

Naloga 13.28. Zapišite s kotno funkcijo kota, manjšega od 45°.

- $\sin 355^{\circ}$
- cos 291°
- $\tan 174^{\circ}$
- $\sin 247^{\circ}$

Naloga 13.29. Voznik podmornice na višini -200 m vidi razbitino ladje, ki leži potopljena na višini -1200 m, pod kotom 8.4°. Izračunajte razdaljo, ki jo mora prevoziti, da bo točno nad razbitino, če se vozi s hitrostjo 40 km/h. Koliko časa potrebuje za to pot?

Poglavje 14

Vektorji

134 14. Vektorji

### Potence in koreni

#### 15.1 Koreni poljubnih stopenj

Za sodo naravno število n je n-ti koren  $\sqrt[n]{a}$  realnega števila  $a \ge 0$  tisto nenegativno realno število x, za katerega velja  $a = x^n$ .

$$\sqrt[n]{a} = x \Leftrightarrow a = x^n; \quad a, x \in \mathbb{R}^+$$

Za liho naravno število n je n-ti koren  $\sqrt[n]{a}$  realnega števila a tisto realno število x, za katerega velja  $a = x^n$ .

$$\sqrt[n]{a} = x \Leftrightarrow a = x^n; \quad a, x \in \mathbb{R}$$

Število a imenujemo korenjenec, simbol  $\sqrt{\ }$  korenski znak, število n pa korenski eksponent.

### Pravila za računanje s koreni poljubnih stopenj

• 
$$(\sqrt[n]{a})^n = a$$

$$(a, n = 2k, k \in \mathbb{N})$$

• 
$$(\sqrt[n]{a})^n = a$$
  
•  $\sqrt[n]{a^n} = \begin{cases} |a|, & n = 2k, k \in \mathbb{N} \\ a, & n = 2k - 1, k \in \mathbb{N} \end{cases}$   
•  $\sqrt[n]{a^w} = (\sqrt[n]{a})^w$   
•  $\sqrt[n]{a^w} = \sqrt[n]{a^wz}$ 

• 
$$\sqrt[n]{a^w} = (\sqrt[n]{a})^w$$

• 
$$\sqrt[n]{a^w} = \sqrt[nz]{a^{wz}}$$

• 
$$\sqrt[n]{\sqrt[m]{a}} = \sqrt[nm]{a}$$

• 
$$\sqrt[n]{a \cdot b} = \sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[n]{b}$$

• 
$$\sqrt[n]{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}}; \ b \neq 0$$

$$\bullet \quad \sqrt[n]{a^w} \cdot \sqrt[n]{a^z} = \sqrt[n]{a^{w+z}}$$

• 
$$\sqrt[n]{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}}; b \neq 0$$
  
•  $\sqrt[n]{\frac{a^w}{b}} \cdot \sqrt[n]{a^z} = \sqrt[n]{a^{w+z}}$   
•  $\frac{\sqrt[n]{a^w}}{\sqrt[n]{a^z}} = \sqrt[n]{a^{w-z}}; a \neq 0$ 

Pri tem za sode korenske stopnje n privzamemo  $a, b \in [0, \infty)$ ; za lihe stopnje n pa  $a, b \in \mathbb{R}$ .

### Naloga 15.1. Poenostavite izraz in ga delno korenite.

• 
$$\sqrt[3]{xy^2\sqrt{x^5y}}$$

• 
$$\sqrt{a\sqrt{a^2\sqrt{a^3}}}$$

• 
$$\sqrt[4]{a^3b^2\sqrt{ab^5}}$$

• 
$$\sqrt[4]{ab^2\sqrt[3]{ab}}$$

• 
$$\sqrt[3]{a\sqrt[4]{a\sqrt[5]{a}}}$$

• 
$$\sqrt[5]{x^4y\sqrt[4]{x^5y^3}}$$

• 
$$\sqrt[6]{a^2b^3\sqrt{a^8\sqrt[3]{b}}}$$

• 
$$\sqrt[3]{a\sqrt[4]{a\sqrt[5]{a}}}$$
•  $\sqrt[5]{x^4y\sqrt[4]{x^5y^3}}$ 
•  $\sqrt[6]{a^2b^3\sqrt{a^8\sqrt[3]{b}}}$ 
•  $\sqrt[3]{x\sqrt{y^3\sqrt[4]{x^3\sqrt[5]{y^6y^{-1}}}}}$ 

Naloga 15.2. Izračunajte.

$$\sqrt[5]{\frac{1}{32}}$$

$$\sqrt[4]{\frac{16}{32}}$$

•  $\sqrt[18]{x^{15}}$ 

•  $\sqrt[3]{-8}$ •  $\sqrt[4]{-625}$ •  $\sqrt[3]{0.125}$ •  $\sqrt[4]{0.0016}$ 

Naloga 15.3. Poenostavite.

Naloga 15.4. Racionalizirajte ulomke.

• 
$$\frac{1}{3-\sqrt{x}}$$

•  $\frac{1}{2-4\sqrt[3]{a}}$ 

•  $\frac{2}{a-\sqrt[3]{b}}$ 

•  $\frac{x-1}{\sqrt[3]{x}-1}$ 

• 
$$\frac{1}{2 - \sqrt[4]{3}}$$
•  $\frac{1}{\sqrt[4]{2} - 1}$ 
•  $\frac{\sqrt[4]{y}}{2 - \sqrt[4]{y}}$ 
•  $\frac{3}{1 + \sqrt[5]{2}}$ 

Naloga 15.5. Poenostavite in delno korenite izraz.

• 
$$\frac{\sqrt[4]{2}}{\sqrt{2\sqrt{8}}}$$
•  $\frac{\sqrt[3]{9}}{\sqrt[5]{3\sqrt{27}}}$ 
•  $\frac{\sqrt{\sqrt{1}}}{\sqrt[17]{1}}$ 
•  $\frac{\sqrt{\sqrt{a}}}{\sqrt[3]{a^2}}$ 
•  $\frac{\sqrt{a\sqrt[3]{a^{-1}} \cdot \sqrt[3]{a^2}\sqrt[5]{a}}}{\sqrt[5]{a\sqrt{a^{-5}}}}$ 

$$\bullet \frac{\sqrt{x^3 \sqrt[4]{x^3 \sqrt{x}}}}{\sqrt[4]{x^{-3} \sqrt[4]{x}}} \\ \bullet \frac{\sqrt[7]{b^{13} \sqrt{b^{-2}}}}{\sqrt{\sqrt{b^{-1}}}} \\ \bullet \frac{\sqrt[3]{x^2 \sqrt[4]{x^{-1}}} \cdot \sqrt[4]{x^3 \sqrt{x}}}{\sqrt[4]{x \sqrt{x} \sqrt[3]{x^{-1}}}} \\ \bullet \frac{\sqrt{8ab^{-1}}}{\sqrt{0.5} \sqrt[3]{8ab^2}}$$

Naloga 15.6. Izračunajte natančno vrednost korena.

• 
$$\sqrt{31 - 12\sqrt{3}}$$
  
•  $\sqrt{18 + 8\sqrt{2}}$   
•  $\sqrt{17 + 2\sqrt{2}}$ 

Naloga 15.7. Poenostavite izraz in ga delno korenite.

$$\bullet \frac{\sqrt[5]{xy^3 \sqrt[4]{x^2y^3}}}{\sqrt[10]{\sqrt{x}}} \\ \bullet \frac{\sqrt[4]{ab^3 \sqrt[3]{a^2b^3}}}{\sqrt[6]{a}} \\ \bullet \frac{\sqrt[6]{a}}{\sqrt[6]{a}}$$

$$\bullet \frac{\sqrt[6]{ab^3 \sqrt{a^3b}}}{\sqrt[4]{b^{-3} \sqrt[3]{a}}} \\ \bullet \frac{\sqrt[6]{ab^3 \sqrt{a^3b}}}{\sqrt[4]{b^{-3} \sqrt[3]{a}}}$$

#### 15.2 Potence z racionalnimi eksponenti

Potenca z racionalnim eksponentom je definirana kot:

$$x^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{x^m},$$

kjer je  $m \in \mathbb{Z}$ ,  $n \in \mathbb{N}$  in  $a \in [0, \infty)$ .

Pravila za računanje s potencami s celimi eksponenti

• 
$$x^p \cdot x^q = x^{p+q}$$

• 
$$x^p \cdot y^p = (xy)^p$$
  
•  $(x^p)^q = x^{pq}$ 

$$\bullet \quad (x^p)^q = x^{pq}$$

• 
$$x^p : x^q = \frac{x^p}{x^q} = x^{p-q}; \quad x \neq 0$$

• 
$$x^p: y^p = \frac{x^p}{y^p} = \left(\frac{x}{y}\right)^p; \quad y \neq 0$$

V pravilih upoštevamo primerni realni osnovi  $x, y \in \mathbb{R}$  in racionalne eksponente  $p, q \in \mathbb{Q}$ .

Naloga 15.8. Izračunajte.

• 
$$8^{\frac{1}{3}} - 16^{\frac{2}{4}}$$

• 
$$8^{\frac{1}{3}} - 16^{\frac{2}{4}}$$
  
•  $27^{\frac{2}{3}} - 125^{\frac{1}{3}}$   
•  $(-8)^{-\frac{1}{3}}$ 

• 
$$(-8)^{-\frac{1}{3}}$$

• 
$$1000^{\frac{2}{3}} - 343^{\frac{2}{3}}$$

Naloga 15.9. Izračunajte.

• 
$$\sqrt{625^{\frac{3}{4}} - \left(\frac{1}{2}\right)^{-2}} + 4^{\frac{1}{3}} \cdot 16^{\frac{1}{3}}$$

• 
$$4 \cdot 0.16^{-\frac{1}{2}} - \sqrt[3]{5 \cdot 8^{\frac{1}{3}} + 2 \cdot 81^{\frac{3}{4}}}$$

• 
$$\left(2 \cdot 9^{\frac{3}{2}} + 5 \cdot 16^{\frac{1}{4}}\right)^{\frac{1}{3}}$$

• 
$$\left(\left(\frac{4}{9}\right)^{-\frac{1}{2}} \cdot 32^{\frac{1}{5}} + 169^{\frac{1}{2}}\right)^{\frac{1}{2}}$$

• 
$$0.25^{-\frac{1}{2}} \cdot 0.001^{-\frac{1}{3}} - \sqrt[3]{10^2 + 0.2^{-2}}$$

• 
$$\left(3\frac{3}{8}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot \left(\frac{1}{4}\right)^{-\frac{1}{2}} \cdot \left(3 - \sqrt{5}\right) \sqrt{7 + 3\sqrt{5}}$$

Naloga 15.10. Izračunajte.

• 
$$2.25^{-0.5} \cdot \sqrt{4^{1.5} + 1}$$
 \_\_\_

• 
$$2.25^{-0.5} \cdot \sqrt{4^{1.5} + 1}$$
  
•  $6.25^{-0.5} \cdot 2.25^{1.5} + \sqrt{16^{0.75} + 1}$ 

• 
$$\left(3\frac{1}{16}\right)^{-0.5}\sqrt{0.125^{-\frac{2}{3}}+3}^4+0.002^{-\frac{2}{3}}$$

• 
$$\sqrt{10} (5^{-0.5} - 2)^{-1} - \sqrt{90}$$

• 
$$\sqrt{27^{\frac{2}{3}} + 0.25^{-2}} + \left(2 - \sqrt{5}\right)\sqrt{9 + 4\sqrt{5}} - \frac{1 + \sqrt{12}}{2 + \sqrt{3}}$$

Naloga 15.11. Izraz zapišite s potencami in ga poenostavite.

$$\bullet \left(\frac{1-z}{1-\sqrt[3]{z}}-\sqrt[3]{z}\right)\left(1-\sqrt[6]{z^4}\right)$$

• 
$$\sqrt[6]{ab^3\sqrt{a^3b}}$$

• 
$$\frac{4\sqrt{b^{-3}\sqrt[3]{a}}}{\sqrt[4]{b^{-3}\sqrt[3]{a}}}$$
•  $\left(y^{\frac{2}{3}}x^{-0.25}\right)^6: \left(\sqrt{x^{-4}y^2} \cdot \sqrt{y\sqrt[3]{xy^{-3}}}\right)^3$ 

• 
$$\frac{\sqrt[3]{x^{-4}\sqrt{x^2y^{-3}}}}{\sqrt[4]{x^{-3}y^2}} \cdot (x^{0.3}y^{0.2})^{\frac{5}{4}}$$

$$\bullet \frac{\sqrt[3]{x^{-4}\sqrt{x^{2}y^{-3}}}}{\sqrt[4]{x^{-3}y^{2}}} \cdot (x^{0.3}y^{0.2})^{5}$$

$$\bullet \frac{\sqrt[5]{x^{-2}\sqrt[3]{x^{-3}y^{4}}}}{y^{-\frac{1}{3}}x^{\frac{1}{2}}} \left(\sqrt[6]{\sqrt{y^{-3}}}\right)^{4}$$

$$\bullet \frac{\sqrt[4]{x^{-2}y}}{\sqrt[6]{x^{3}\sqrt{y^{-7}}}} \sqrt[4]{x^{2}y^{-5}}^{2}$$

• 
$$\frac{\sqrt[4]{x^{-2}y}}{\sqrt[6]{x^3\sqrt{y^{-7}}}} \sqrt[4]{x^2y^{-5}}^2$$

#### Iracionalne enačbe 15.3

Iracionalna enačba je enačba, v kateri neznanka nastopa po korenom poljubne stopnje.

### Reševanje iracionalne enačbe

Iracionalno enačbo rešujemo tako, da jo s pomočjo potenciranja prevedemo v enačbo, ki nima neznanke pod korenom.

Tako dobimo enačbo, ki ni nujno ekvivalentna prvotni enačba, saj lahko s potenciranjem pridobimo kakšno rešitev, ki ne ustreza prvotni enačbo.

Na koncu reševanja moramo vedno narediti **preizkus**, s katerim izločimo morebitne neustrezne rešitve.

Naloga 15.12. Rešite enačbo.

• 
$$\sqrt{x-1}-5=0$$

• 
$$\sqrt{x+5} = 2$$

• 
$$\sqrt{3-x}-5=0$$

• 
$$1 + \sqrt{x-5} = 0$$

Naloga 15.13. Rešite enačbo.

$$\bullet \quad \sqrt{2x-1} + 2x = x$$

• 
$$2 + \sqrt[3]{x-1} = 0$$

• 
$$\sqrt{x^2 + 2} - \sqrt{3x} = 0$$
  
•  $x - \sqrt{5x - 11} = 1$ 

• 
$$x - \sqrt{5x - 11} = 1$$

• 
$$2x + 3 = \sqrt{3x^2 + 5x - 1}$$

$$\bullet \quad \sqrt{-8x-4} = -2x$$

• 
$$\sqrt{x^2 - 1} - 2 = 0$$

• 
$$\sqrt{x+3} = -9$$

Naloga 15.14. Rešite enačbo.

• 
$$\sqrt{x} + \sqrt{x+1} = 3$$

• 
$$\sqrt[3]{x-2} - 2 = \sqrt{x+2}$$

• 
$$\sqrt{x+1} = \sqrt{2} - \sqrt{x-1}$$

• 
$$\sqrt{x-6} + \sqrt{x+2} = 2$$

$$\bullet \quad \sqrt{x+5} - 3 = -\sqrt{x}$$

• 
$$\sqrt{3x+1}-1=\sqrt{x+4}$$

• 
$$\sqrt{3x+1} - 1 = \sqrt{x} + 4$$
  
•  $\sqrt[3]{x+2} - \sqrt{10+x} = -2$ 

• 
$$\sqrt{5+x}-1=\sqrt{3x+4}$$

Naloga 15.15. Rešite enačbo.

• 
$$\sqrt[3]{x^3 + 7x^2 + x + 26} - 3 = x - 1$$
  
•  $\sqrt{x - 2} - \sqrt{2x - 3} = 2$ 

• 
$$\sqrt{x-2} - \sqrt{2x-3} = 2$$

$$\bullet \quad \sqrt{x^2 + 3x} + x = 2$$

• 
$$\sqrt{x+7-\sqrt{2x-1}}=3$$

• 
$$\sqrt[3]{5 - x + \sqrt{2x + 14}} - 2 = 0$$
  
•  $\sqrt{x - 6} - \sqrt{x + 2} - 2 = 0$ 

• 
$$\sqrt[8]{x-6} - \sqrt{x+2} - 2 = 0$$

• 
$$\sqrt{x+3+\sqrt{x+2}} = \sqrt{3}$$
  
•  $\sqrt[5]{x^2+3x+34} = 2$ 

• 
$$\sqrt[5]{x^2 + 3x + 34} = 2$$

Funkcija

140 16. Funkcija

# Potenčna funkcija

Poglavje 18 Korenska funkcija

## Kvadratna funkcija

19.1 Kvadratna funkcija

### Kvadratna funkcija – vaje

**Naloga 19.1.** *Dana je funkcija*  $f(x) = 2x^2 - 3$ .

- Narišite njen graf.
- Če graf premaknete za 2 v levo, dobite graf funkcije g. Zapišite predpis funkcije g v splošni obliki.
- Zapišite koordinati temena funkcije f in funkcije g.
- Narišite še grafe funkcij |g(x)|, g(|x|) in -g(x).

Naloga 19.2. Izračunajte teme parabole  $y = \frac{3}{4}x^2 - 2x + \frac{7}{2}$ .

**Naloga 19.3.** Zapišite splošno enačbo parabole, ki ima teme v točki T(4,5) in ordinatno os seka pri-3.

**Naloga 19.4.** Dana je družina parabol  $y = mx^2 - 3x + (m+1)$ . Za katero vrednost parametra m bo:

- $abscisa\ temena\ x = 6?$
- parabola sekala ordinatno os pri 3?
- $premica \ x = 3 \ simetrijska \ os \ parabole?$
- teme ležalo na premici y = 1?

Naloga 19.5. Rešite enačbo.

- $t^2 2t = 0$
- $m^2 8m = 16$
- $2x + 3 = 2x^2$
- $8a^2 + 14a 4 = 0$
- $z^2 + z = -1$
- $m^2 + 81 = -18m$

Naloga 19.6. Izračunajte ničli funkcije in predpis funkcije zapišite v faktorizirani obliki.

- $f(x) = 25x^2 10x + 1$
- $q(x) = x^2 6x + 2$
- $h(x) = -5x^2 + 3x$

**Naloga 19.7.** V splošni obliki zapišite predpis kvadratne funkcije, ki ima ničlo in teme v točki T(4,0) in katere graf poteka skozi točko (5,-3).

Naloga 19.8. V splošni obliki zapišite predpis kvadratne funkcije, ki ima teme v točki  $T(\frac{1}{2}, -6)$  in ima ničlo x = -3.

**Naloga 19.9.** Rešite neenačbo  $-x^2 + 5x + 13 > x^2 - 7 - x$ .

**Naloga 19.10.** Dana je družina kvadratnih funkcij  $f(x) = mx^2 + 4x + m - 3$ . Za katero vrednost parametra m ima funkcija dve različni realni ničli?

Naloga 19.11. Dani sta funkciji f in g. Na katerem intervalu leži graf funkcije g nad grafom funkcije f?

- $f(x) = x^2 + 2x 1$  in  $g(x) = -2x^2 4x 1$
- $f(x) = 2x^2 12x + 20$  in  $g(x) = x^2 6x 10$
- $f(x) = \frac{1}{2}x^2 x + 4$  in  $g(x) = -x^2 + 6x$
- $f(x) = -x^2 + 6x 9$  in  $g(x) = x^2 + 2$

Naloga 19.12. Rešite sistem neenačb.

- $(-x^2 + 22 > 9x) \land (2x^2 x + 5 < 10x)$
- $(\frac{1}{2}x^2 < -2x) \wedge (-x^2 + 4 \ge 0)$

**Naloga 19.13.** Izračunajte koordinate skupnih točk parabol  $y = -x^2 + 3x - 4$  in  $y = x^2 + 8x - 2$ , če le-te obstajajo.

Kompleksna števila

## Eksponentna funkcjia

# Logaritemska funkcija