

Arvydas Jonas Iržikevičius
Nijolė Bulovienė

BRAIŽYBOS ĮVADAS

Metodiniai nurodymai su darbų užduotimis

UDK 62 : 76 (075.8)

Ir34

Recenzentai:

Vilniaus Gedimino technikos universiteto Inžinerinės grafikos katedros

dr. doc. *E. Šeibokienė*

Vilniaus pedagoginio universiteto Techninių disciplinų katedros

dr. doc. *J. Tiškevičius*

Pratarmė

“Braižybos įvadas” parengtas pagal *inžinerinės* grafikos programas ir pritaikytas Vilniaus pedagoginio universiteto technologijos bei technologijos ir dailės specialybės studentams.

Inžinerinės grafikos programa susideda iš braižybos įvado, projekcinės braižybos, mašininės braižybos, statybinės braižybos, schemų (kinematinųjų, elektros, radijo) ir diagramų braižymo bei kompiuterinės grafikos.

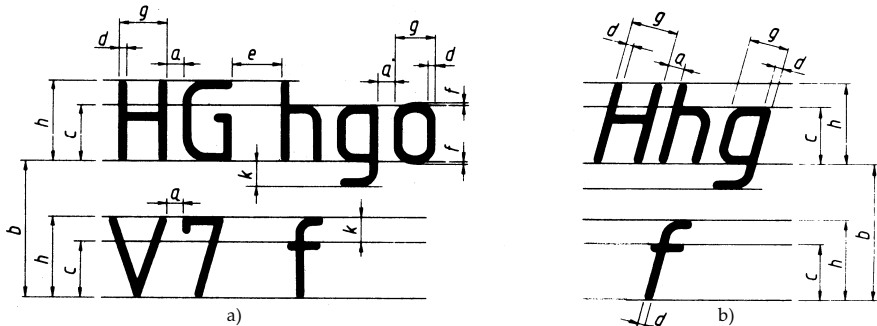
Šiame leidinyje pateikta braižybos kurso dalis, apimanti braižymo techniką ir taisyklingą brėžinių apiforminimą pagal tarptautinius (ISO) bei naujausius Lietuvos (LST) standartus. Jame taip pat duotos individualios užduotys savarankiškam darbui, kurias studentai atlieka pagal dėstytojo nurodytus variantus. Kiekvienos temos pabaigoje pateiktas namų darbo atlikimo pavyzdys.

Šia metodine priemone studentai galės pasinaudoti toliau studijuodami inžinerinę grafiką bei teisingai apiformindami kitų techninių disciplinų grafines dalis.

I Braižybos šriftai

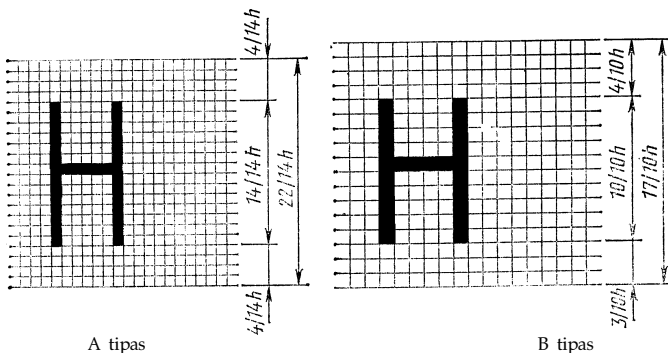
Brėžiniuose ir kituose techniniuose dokumentuose įrašai daromi pagal standarto LST ISO 3098/1,2,3,4:1997 keliamus reikalavimus.

Pagrindiniai šriftų parametrai (1.1 pav.) yra šie: šrifto dydis h - didžiųjų raidžių aukštis mm, išmatuotas statmenai pagrindui, nepriklausomai nuo to, ar šriftas yra pasviras ar statmenas; mažųjų raidžių aukštis c - jų aukštis be tų dalių, kurios išsikiša iš eilutės; raidės plotis g - didžiausias raidės plotis; šrifto linijos storis d - jis priklauso nuo šrifto aukščio ir jo tipo; a - atstumas tarp raidžių; b - mažiausias eilučių žingsnis; e - minimalus atstumas tarp žodžių.



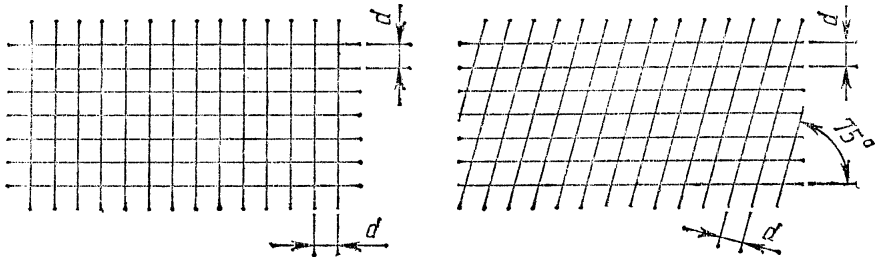
1.1 pav. Stačiojo (a) ir pasvirąjo (b) šriftų parametrai

Priklausomai nuo šrifto linijos storio, yra du šriftų tipai (1.2 pav.): A tipas ($d = 1/14 h$) ir B tipas ($d = 1/10 h$).



1.2 pav. A ir B tipų šriftai

Abiejų tipų šriftai gali būti tiek statūs, tiek pasvirę 75^0 kampų. Mašinių brėžiniuose naudojami tik pasvirę šriftai. Šriftų rašymui naudojamas pagalbinis tinklelis (1.3 pav.), į kurį rašomos raidės.



13 pav. Pagalbinis tinklelis

Pagrindiniai šriftų parametrai pateikti 1.1 lentelėje.

Pagrindiniai šriftų parametrai

1.1 lentelė

Šrifto parametras	Žymėjimas	A tipas		B tipas	
		h atžv.	d atžv.	h atžv.	d atžv.
Šrifto dydis	h	14/14 h	14 d	10/10 h	10 d
Linijos storis	d	1/14 h	d	1/10 h	d
Raidės plotis	g	7/14 h	7 d	6/10 h	6 d
Mažosios raidės aukštis	c	10/14 h	10 d	7/10 h	7 d
Atstumas tarp raidžių	a	2/14 h	2 d	2/10 h	2 d
Mažiausias atstumas tarp žodžių	e	6/14 h	6 d	6/10 h	6 d
Mažiausias eilučių žingsnis	b	22/14 h	22 d	17/10 h	17 d

Atstumas tarp raidžių a , kurių gretimos linijos nėra lygiagrečios viena kitai (pvz., AT, AV, FA, VJ, TA ir t.t.), gali būti sumažinamas iki šrifto linijos storio d . Minimaliu atstumu tarp žodžių e , atskirtų tarpusavyje skyrybos ženklais, yra atstumas tarp ženklo ir esančio už jo žodžio.

Ribinis raidžių ir skaičių matmens nuokrypis 0,5 mm.

Šriftų aukščiai yra tokie: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20.

Lietuviškojo A tipo pasivirojo šrifto raidžių pavyzdys pateiktas 1.4 paveiksle.

A B C D E F G H I J K L

M N O P Q R S Š T U

V W X Y Z Ž Č Ū Ė

Ą Ę Į

a b c d e f g h i j k l m

n o p q r s š t u v w

x y z ž č ū ė ą ę į

14 pav. Lietuviško raidyno A tipo šriftas

Iš pateikto 1.4 pav. matome, kad atskirų raidžių pločiai yra skirtingi. 1.2 ir 1.3 lentelėse pateikti A ir B tipo šrifto raidžių parametrai. Pasirinkę šrifto dydį h , kitus raidžių parametrus gausime, pasinaudoję 1.1, 1.2, 1.3 lentelėmis.

Lotyniško A tipo šrifto raidžių parametrai

1.2 lentelė

Šrifto parametrai	Santykinis matmuo		Šrifto parametrai	Santykinis matmuo	
	h atžv.	d atžv.		h atžv.	d atžv.
Didžiųjų raidžių plotis, išskyrus A,C,E,F,I,J,L,M, V,W,X,Y	7/14 h	7d	Mažųjų raidžių plotis, išskyrus c,f,i,j, l,m,r,t,w	6/14 h	6d
Raidžių A,V,X,Y plotis	8/14 h	8d	Raidžių c,r plotis	5/14 h	5d
Raidžių C,E,F plotis	6/14 h	6d	Raidžių f,t plotis	4/14 h	4d
Raidės I plotis	1/14 h	d	Raidžių i,j plotis	1/14 h	d
Raidžių J,L plotis	5/14 h	5d	Raidės l plotis	3/14 h	3d
Raidės M plotis	9/14 h	9d	Raidės m plotis	9/14 h	9d
Raidės W plotis	12/14 h	12d	Raidės w plotis	10/14 h	10d

Lotyniško B tipo šrifto raidžių parametrai

1.3 lentelė

Šrifto parametrai	Santykinis matmuo		Šrifto parametrai	Santykinis matmuo	
	h atžv.	d atžv.		h atžv.	d atžv.
Didžiųjų raidžių plotis, išskyrus A,C,E,F,I,J,L,M, V,W,X,Y	6/10 h	6d	Mažųjų raidžių plotis, išskyrus c,f,i, j,l,m,r,t,w	5/10 h	5d
Raidžių A,M,V,X,Y plotis	7/10 h	7d	Raidžių c,f,r,t plotis	4/10 h	4d
Raidžių C,E,F plotis	5/10 h	5d	Raidžių i,j plotis	1/10 h	d
Raidės I plotis	1/10 h	d	Raidės l plotis	2/10 h	2d
Raidžių J,L plotis	4/10 h	4d	Raidės m,w plotis	7/10 h	7d
Raidės W plotis	9/10 h	9d			

Arabiškų bei romėnškų skaitmenų ir pagrindinių simbolių, naudojamų mašinų brėžiniuose, pavyzdžiai pateikti 1.5 paveiksle.

Kaip taisyklė, rašant raides ir skaičius visi vertikalūs ir pasvirieji elementai braižomi iš viršaus į apačią, horizontalūs - iš kairės į dešinę, o užapvalinimai - į apačią ir kairę arba į apačią ir dešinę.

1234567890 3

I III IV VI VIII IX V

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

14a 15 15a 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

1.5 pav. Arabiškų ir romėniškų skaitmenų bei įvairių rašybos bei matematinių ženklų A tipo šriftas

Ženklo numeris (1.5 pav.)	Ženklo pavadinimas	Ženklo numeris (1.5 pav.)	Ženklo pavadinimas
1	Taškas	23	Laipsnis
2	Dvitaškis	24	Minutė
3	Kablelis	25	Sekundė
4	Kabliataškis	26	Lygiagretu
5	Šauktukas	27	Statmena
6	Klaustukas	28	Kampas
7	Kabutės	29	Nuolydis
8	Paragrafas	30	Kūgiškumas
9	Lygybė	31	Kvadratas
10	Asimptotiškai lygu	32	Lankas
11	Apytikriai lygu	33	Sfera
12	Mažiau	34	Skersmuo
13	Daugiau	35	Radikalas
14, 14a	Mažiau arba lygu	36	Integralas
15, 15a	Daugiau arba lygu	37	Begalybė
16	Pliusas	38	Laužtiniai skliaustai
17	Minusas	39	Lenktiniai skliaustai
18	Plius-minus	40	Trupmens brūkšnyš
19	Daugyba	41	Numeris
20	Daugyba	42	Nuo... iki
21	Dalyba	43	Panašumo ženklas
22	Procentas	44	Žvaigždutė

Namų darbas Nr.1:

1. Darbas atliekamas pieštuku A4 formate.
2. Naudojant pagalbinį tinklėlį, parašyti lietuviško šrifto didžiąsias ir mažąsias raides bei arabiškus skaičius. Šrifto aukštis $h = 14$ mm.
3. Tokią pat užduotį, nenaudojant pagalbinio tinklelio, atlikti šrifto aukščiams $h=10$; 7; 5; 3,5.
4. Parašyti laisvai pasirinktą sakinį ($h=7$).
5. Studento pavardė, vardas ($h=7$) ir grupė ($h=5$) užrašoma dešiniajame apatiniame lapo kampe.
6. Namų darbo Nr.1 atlikimo pavyzdys duotas 1.6 paveiksle.

A B C Ć D E Ė F G H I J K L M N O P

Q R S Š T U Ū V W X Y Z Ž

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w

x y z

ABCDEF GHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

1234567890 ø

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ Ž

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

1234567890 ø

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ Ž

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

1234567890 ø

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

1234567890 ø

Kodėl taip braižoma?

Atlika: I. Kaminskaitė

II. Brėžinių apiforminimas

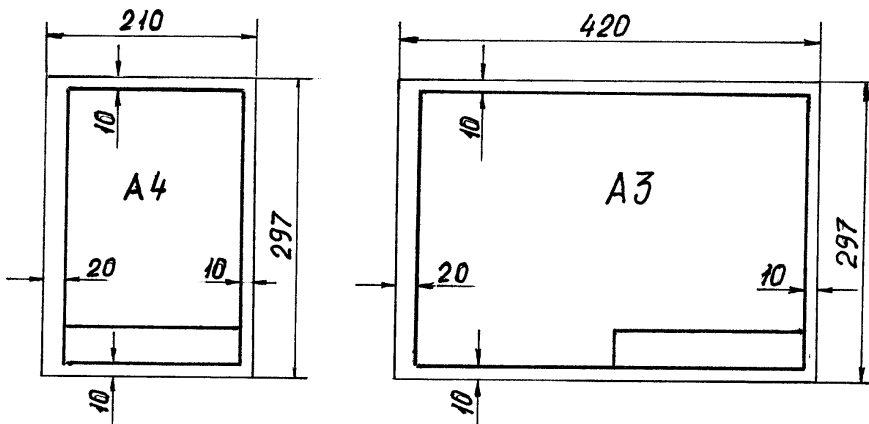
Techninių brėžinių formatus, žymėjimą, orientavimą ir formą nustato standartas LST ISO 5457:1995. Pagrindinių formatų žymėjimas ir lapų matmenys pateikti 2.1 lentelėje.

Pagrindinių formatų dydžiai, mm

2.1 lentelė

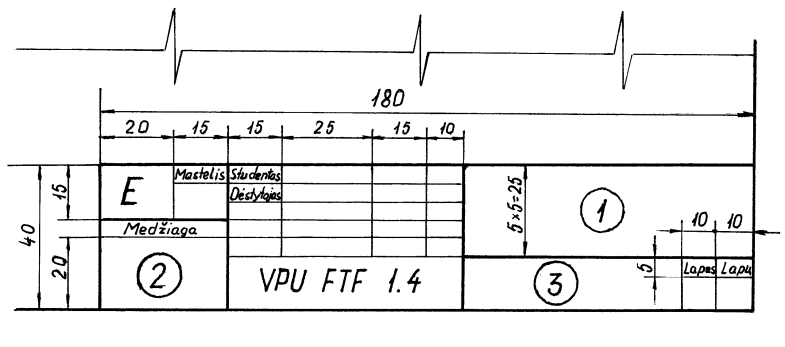
Žymėjimas	Lapo matmenys	Mažiausios rėmelio paraštės
A0	841 × 1189	20
A1	594 × 841	20
A2	420 × 594	10
A3	297 × 420	10
A4	210 × 297	10

Matome, kad visi mažesni už A0 formatą, gaunami prieš tai einančio formato ilgąją kraštinę mažinant du kartus. Mokomuosiuose brėžiniuose mes naudosime A3 ir A4 formato lapus. Kiekvieno formato lape braižomas $\geq 0,5$ mm storio linija rėmelis. Kadangi mūsų brėžiniai bus segami į segtuvą, tai rėmelio kairiosios paraštės plotis turi būti 20 mm, o kiti tarpai tarp lapo krašto ir rėmelio - 10 mm (2.1 pav.).



2.1 pav. A3 ir A4 formato lapo rėmelio matmenys ir pagrindinio įrašo vieta

Pagrindinio įrašo konstrukciniuose dokumentuose forma bei užpildymo tvarka standarte LST ISO 7200 [L1 24-30, L7 38-44]. Pagrindinis įrašas A4 formate išdėstomas apatinėje dalyje pagal trumpąją kraštinę. A3 formate išdėstomas apatiniame dešiniajame krašte pagal ilgąją kraštinę. Mokomuosiuose brėžiniuose mes naudosime supaprastintą pagrindinio įrašo formą, kuri sudaryta minėtos lentelės pagrindu (2.2 pav.). Ji yra lengvai pabraižoma ir informatyvi.



2.2 pav. Pagrindinis įrašas

Raidė E žymi europinę braižymo sistemą. Dešiniau įrašų "Studentas" ir "Dėstytojas" įrašome atitinkamas pavardes ir datą šriftu $h=3,5$, parašas su pieštuku.

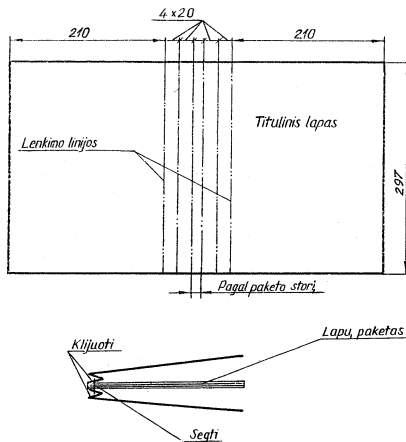
- ① langelyje įrašome darbo arba detalės pavadinimus. Pvz., MATMENŲ ŽYMĖJIMAS, KORPUSAS ir tt.
- ② langelyje įrašome detalės medžiagos (pavadinimas), jos markė ir standartas. Pvz., Plienas, 45, VST 1050-74.
- ③ langelyje įrašomas darbo temos numeris (01- braižybos įvadas, 02 -projekcinė braižyba, 03 - mašininė braižyba, 04 - eskizavimas ir tt.), individualus variantas (01.. 18) ir darbo numeris toje temoje (braižybos įvade tema 01 - šriftas, 03 -linijos, 04 - matavimų žymėjimas ir tt.) Pvz., 01.11.07 - tema 01 -braižybos įvadas, 11 - varianto numeris, 07 - lekalinės kreivės.

Brėžinio įrašų lentelės storiosios linijos turi būti tokio pat storio kaip ir rėmelio linijos.

Visi atlikti per semestrą brėžiniai susegami į segtuvą. Titulinis lapas sutapdinamas su įrišto darbo viršeliu. Jo išklotinė ir sulankstymo schema yra parodyta 2.3 paveiksle.

Brėžinių kopijos lankstomos iki A4 formato. Pirmiausia brėžinio lapas lankstomas pagal linijas, statmenas brėžinio pagrindinio įrašo lentelei, paskui - pagal linijas, lygiagrečias šiai lentelei. Brėžinys sulankstomas taip, kad pagrindinis įrašas liktų neuždengtas. Į segtuvą segamų lapų lankstymo būdai parodyti 2.4 paveiksle.

Kadangi brėžinyje atvaizduojamos detalės realiai gali turėti tiek didelius (pvz., laivų korpusai ir tt.), tiek mažus (pvz., laikrodžių mecha-



2.3 pav. Viršelio sulankstymo schema

nizmai) matmenis, tai jos braižomos arba sumažintos, arba padidintos. Atvaizdo linijinių matmenų ir jų tikrųjų dydžių santykis vadinamas masteliu. Pagal LST ISO 5455:1995 nustatyti tokie brėžinių masteliai (2.2 lentelė).

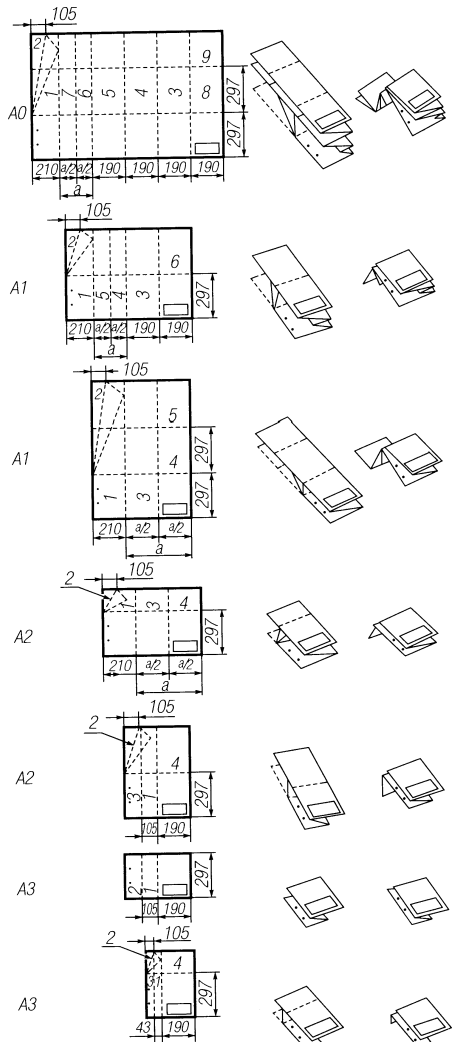
Brėžinių masteliai 2.2 lentelė

Mažinimo masteliai	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:20; 1:50; 1:100; 1:200; 1:500; 1:1000; 1:200; 1:5000; 1:10000
Tikrasis mastelis	1:1
Didinimo mastelis	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 5:1

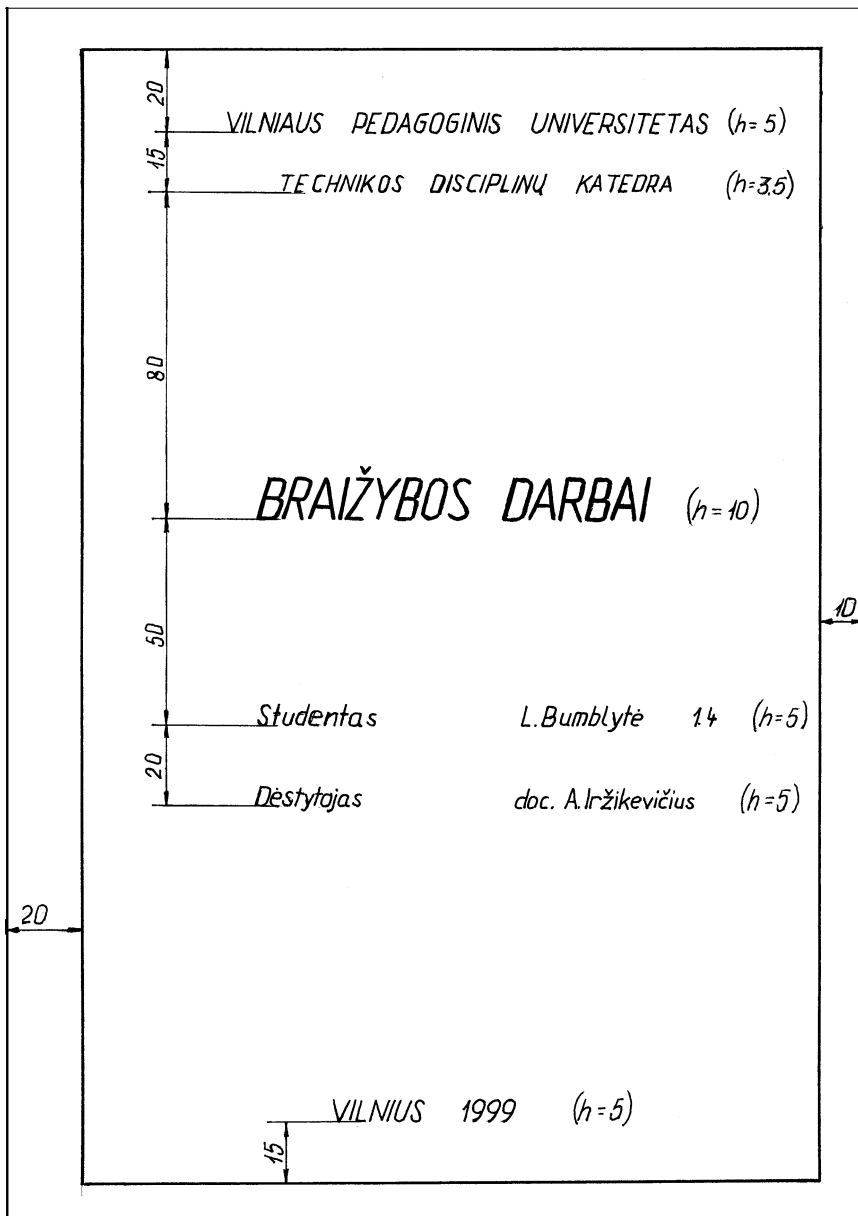
Mastelis parenkamas pagal vaizdo sudėtingumą ir brėžinio paskirtį. Leidžiama smulkius elementus atvaizduoti stambesniu masteliu atskirame vaizde kaip išskeltinius elementus. Šiuo atveju virš išskeltinio elemento vaizdo nurodomas mastelis, pvz., M2:1, M5:1. Brėžinio pagrindinio įrašo lentelėje mastelis įrašomas jam skirtoje vietoje be raidės M, pvz., 1:1, 2:1 ir kt.

Namų darbas Nr.2:

1. Namų darbo užduotys atliekamos tušu formate A4.
2. Pagal 2.5 paveiksle pateiktą pavyzdį atliekami du titulinio lapo variantai. Pirmame darbo pavadinime rašome - "Braižybos darbai", o antrajame - "Braižomosios geometrijos darbai".
3. Namų darbo Nr.2 pavyzdys duotas 2.5 paveiksle.



2.4 pav. Į segtuvą segamų brėžinių lapų lankstymas



2.5 pav. Titulinio lapo užpildymo pavyzdys

III. Brėžinių linijos

Linijų pavadinimai, braižymo taisyklės ir jų paskirtis nustatyti standarto (VST 2.203-68). Pagrindinės linijos storis s imamas ribose 0,5.. 1.4 mm, priklausomai nuo matmenų ir brėžinio sudėtingumo, o taip pat nuo brėžinio formato.

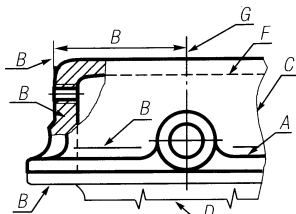
Linijų pavadinimai, storis ir kiti parametrai nurodyti 3.1 lentelėje.

Brėžinių linijos

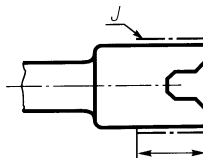
3.1 lentelė

Linijos pavadinimas	Grafinis vaizdas	Storis	Pagrindinė paskirtis
A. Pagrindinė ištisinė		$S=0,5..1,14$ mm	Matomojo kontūro linijos Matomosios perėjimo linijos Skerspjūvių ir pjūvių kontūro linijos
B. Plonoji ištisinė		$S/3..S/2$	Įterptinio skerspjūvio kontūro linijos Matmenų ir išskeltinės linijos Brūkšniavimo linijos Išnašų linijos Išnašų lentynėlių ir užrašų pabraukimo linijos Projekcinio ryšio linijos Besiribojančių detalių vaizdavimo linijos Išskeltinių elementų apribojimo linijos Sklandaus perėjimo linijos Plokštumų pėdsakai, projekcinės ašys, būdingų taškų projektavimo linijos
C. Banguotoji ištisinė		$S/3.. S/2$	Nutraukimo linijos Vaizdą ir pjūvį skiriančios linijos
D. Plonoji ištisinė su lūžiais		$S/3.. S/2$	Ilgos nutraukimo linijos
F. Brūkšninė		$S/3.. S/2$	Nematomo kontūro linijos Nematomos perėjimo linijos
G. Plonoji brūkšninė taškinė		$S/3.. S/2$	Ašinės ir centrų linijos Skerspjūvių linijos, esančios įterptinių arba išskeltinių kirtinių simetrijos ašimis
H. Pertrauktoji		$S.. 1S$	Pjūvio ir skerspjūvio plokštumų pėdsakų linijos
J. Storesnė brūkšninė taškinė		$S/2..S$	Terminio apdirbimo bei apdailos paviršių žymėjimo linijos
K. Plonoji brūkšninė taškinė su dviem taškais		$S/3.. S/2$	Prieš kertančią plokštumą esančių elementų vaizdavimo linijos Lenkimo linijos išsklotinės Gaminio detalių kraštutinių arba tarpinių padėčių vaizdavimo linijos. Išsklotinės, sutapdintos su vaizdu, vaizdavimo linijos

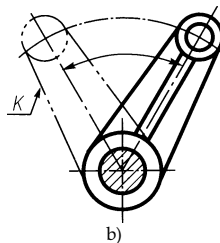
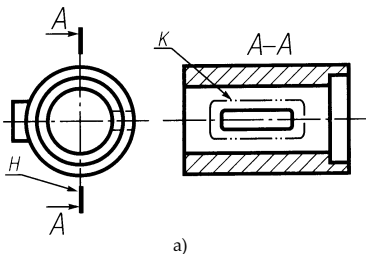
Mažesnio kaip 12 mm skersmens apskritimų centrų linijos brėžiamos plonos ištisinės, ne brūkšninės taškinės. Brūkšninės taškinės ir brūkšninės linijos turi susikirsti, prasidėti ir baigtis brūkšneliais, o ne tarpais tarp jų.



3.1 pav. Įvairių linijų (A,B,C,D,F,G) panaudojimo brėžinyje pavyzdys



3.2 pav. Terminio apdirbimo bei apdailos paviršiaus žymėjimas linija (J)



3.3 pav. Elementų, esančių prieš kertamąjį plokštumą, vaizdavimo linija (K) ir kirtimo linija (H) (a), ir gaminio dalių kraštinėse arba tarpinėse padėtyse vaizdavimo linija (K) (b)

Įvairių linijų panaudojimo pavyzdžiai pateikti 3.1 - 3.3 paveiksluose. Juose linijos pažymėtos raidėmis, duotomis 3.1 lentelėje.

Šiuo metu pagal naujai ruošiamą standartą LST ISO 128-20:1999 siūlomi linijų žymėjimo numeriai ir tipai duoti 3.2 lentelėje.

Brėžinių linijos

3.2 lentelė

Eil. Nr.	Grafinis vaizdas	Linijos pavadinimas
01	—————	Ištisinė linija
02	- - - - -	Brūkšninė linija
03	- · - · -	Brūkšninė praretinta linija
04	— · — · —	Ilgų brūkšnių su tašku linija
05	— · — · — · —	Ilgų brūkšnių su dviem taškais linija
06	— · — · — · — · —	Ilgų brūkšnių su trim taškais linija
07	· · · · ·	Taškinė linija
08	— · — · — · —	Ilgų ir trumpų brūkšnių linija
09	— · — · — · —	Ilgų brūkšnių su dviem trumpais brūkšniais linija
10	· · · · ·	Brūkšninė-taškinė linija
11	— · — · —	Dviejų brūkšnių su taškais linija
12	- - - - -	Brūkšninė su dviem taškais linija
13	- · - · -	Dviejų brūkšnių ir dviejų taškų linija
14	- · - · - · -	Brūkšninė su trim taškais linija
15	- · - · - · - · -	Dviejų brūkšnių ir trijų taškų linija

Be to, siūlomos linijos labai storos, storos ir plonos. Jų storių santykis 4:2:1. Linijoms storis d imamas iš sekančios eilutės $d = 0.13; 0.18; 0.25; 0.35; 0.5; 0.7; 1; 1.4; 2$ mm.

Priklausomai nuo linijos storio, brūkšnių ilgiai nustatyti 3.3 lentelėje.

Brūkšnių ilgiai

3.3 lentelė






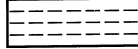

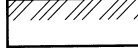


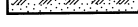
Linijų elementai	Linijų tipo Nr.	
Taškai	nuo 04 iki 07 ir nuo 10 iki 15	$\leq 0,5 d$
Tarpai	02 ir nuo 09 iki 15	3d
Trumpi brūkšniai	08, 09	6d
Brūkšniai	02, 03 ir nuo 10 iki 15	12d
Ilgai brūkšniai	nuo 04 iki 06, 08, 09	24d
Atstumas tarp brūkšnių	03	18d

Norint parodyti detalių vidaus formą, brėžiniuose atliekami kirtiniai arba pjūviai.

Kirtiniuose medžiagos ir kai kurie gaminiai žymimi pagal standartą VST 2306:68 ir LST ISO 128-23. 3.4 lentelėje matome šių medžiagų grafinį žymėjimą.

Grafinis medžiagų bei dirbinių žymėjimas kirtiniuose

3.4 lentelė

Medžiaga	Žymėjimas	Medžiaga	Žymėjimas
Metalai ir kietlydiniai		Betonas	
Nemetalinės medžiagos		Stiklas ir kitos skaidrios medžiagos	
Medis		Skysčiai	
Gamtinis akmuo		Gruntas	
Keramika, sintetinės medžiagos		Tinklas	
		Bet kokios medžiagos užpildas	

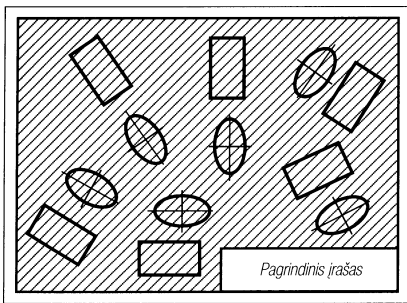
Jei kirtiniuose reikia pažymėti medžiagas, nenurodytas 3.4 lentelėje, tai leidžiama vartoti papildomus pažymėjimus, kuriuos būtina brėžinyje paaiškinti atskirai.

Pagrindiniai kirtiniai brūkšniuojami lygiagrečiomis linijomis, pasvirusiomis 45° kampu brėžinio rėmelio linijų atžvilgiu (3.4 pav.).

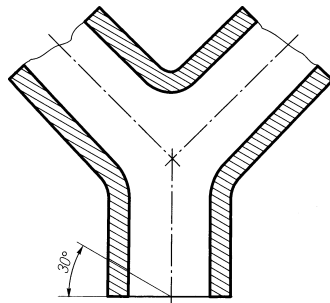
Jei brūkšniavimo linijų pasvirimo kampas sutampa su kontūro arba ašinių linijų kryptimi (3.5 ir 3.6 pav.), tai jas reikia braižyti ne 45° kampu, bet 30° arba 60° kampu.

Jeigu atvaizdo ašinės linijos sudaro 45° kampą su brėžinio rėmelio kontūru, tai brūkšniavimo linijos brėžiamos horizontaliai.

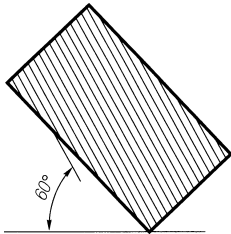
Siauresnius, kaip 2 mm kirtinius rekomenduojama užjuodinti, paliekant tarp gretimų kirtinių ne siauresnius kaip 0,8 mm tarpelius (3.7 pav.).



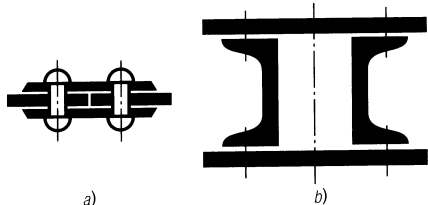
3.4 pav. Kirtinių brūkšniavimas 45° kampu brėžinio rėmelio linijų atžvilgiu



3.5 pav. Kirtinių brūkšniavimas 30° kampu

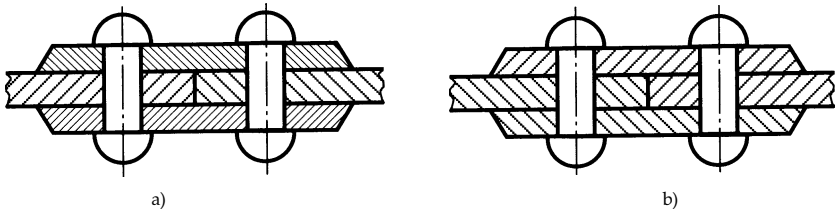


3.6 pav. Kirtinių brūkšniavimas 60° kampu



3.7 pav. Kirtinių, kurių plotis mažesnis kaip 2 mm, vaizdavimas

Brūkšniuojant dviejų detalių gretimus kirtinius, jie brūkšniuojami priešpriešinėmis kryptimis. Atstumai tarp brūkšniavimo linijų gretimų detalių gali būti skirtingi (3.8 pav.).

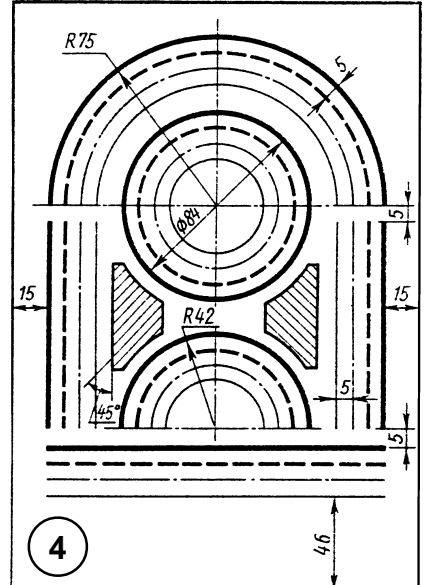
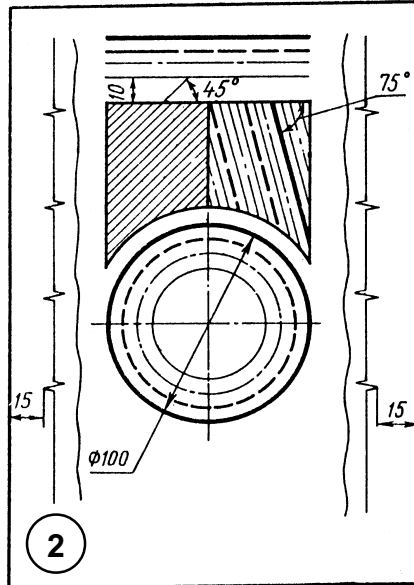
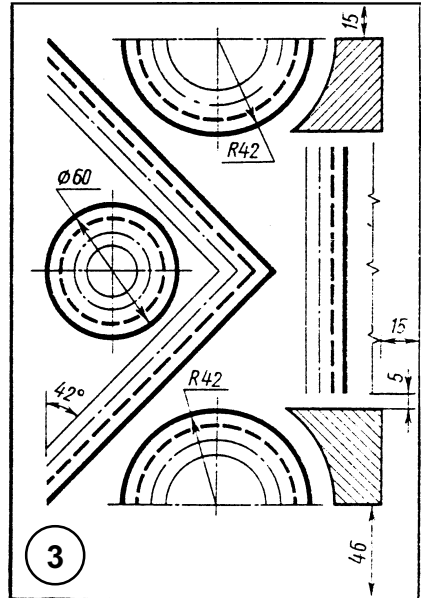
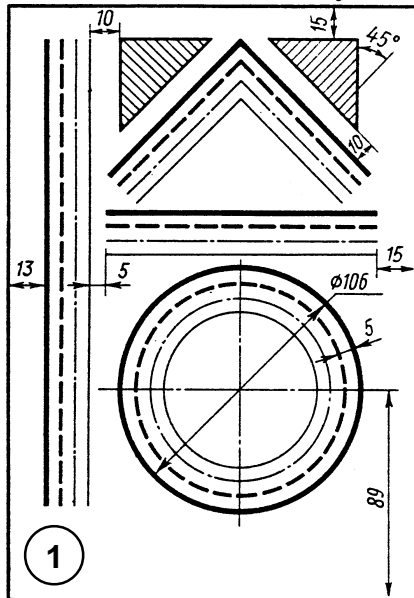


3.8 pav. Detalių gretimų kirtinių brūkšniavimas skirtingo tankumo linijomis (a) arba to paties tankumo nesutampnčiomis su kito kirtinio linijomis (b)

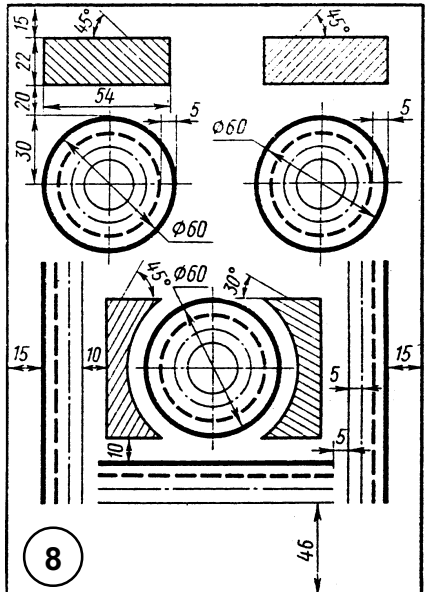
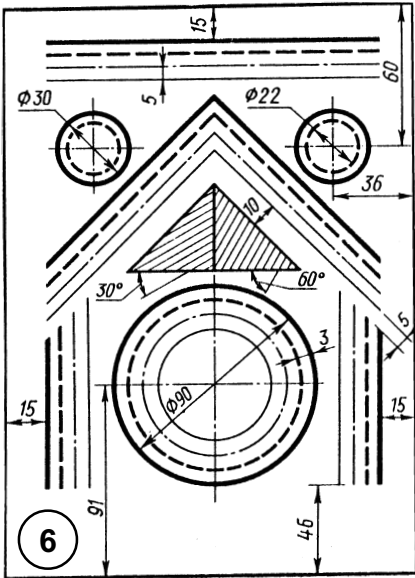
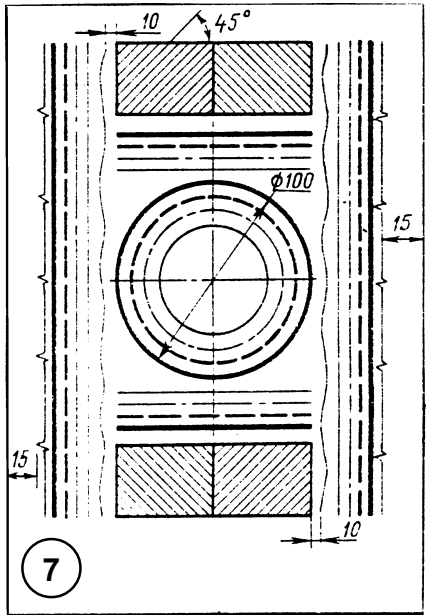
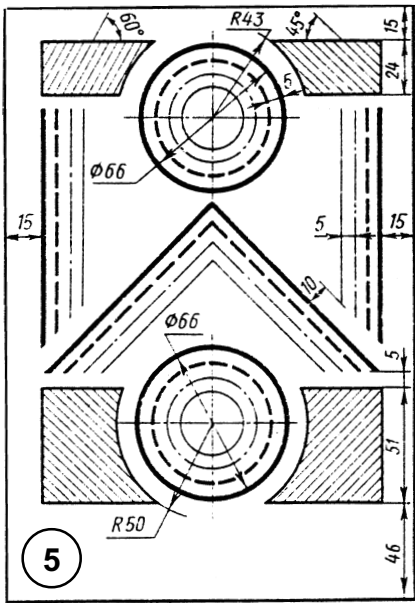
Namų darbas Nr.3:

1. Darbas atliekamas pieštuku A4 formate.
2. Pagal dėstytojo pateiktus variantus braižomos užduotys, pateiktos 3.3 lentelėje.
3. Užduotyje nurodyti matmenys yra informaciniai ir jų užrašyti nereikia.
4. Išnašose ant lentynėlių nurodyti linijų tipus pagal 3.1 lentelę.
5. Namų darbo Nr.3 atlikimo pavyzdys duotas 3.9 paveiksle.

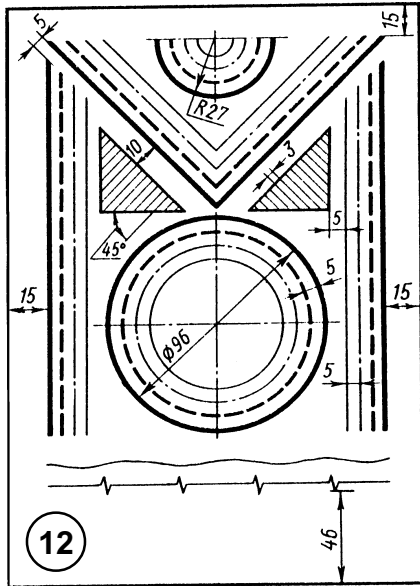
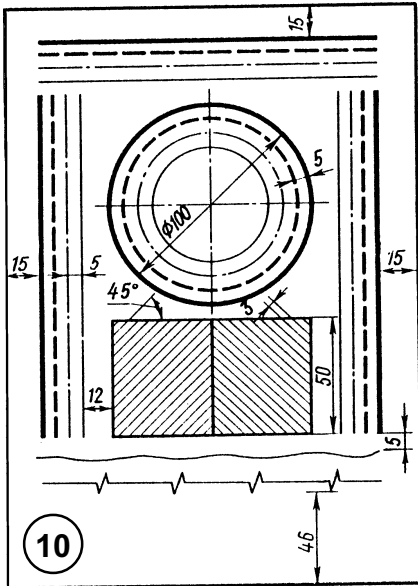
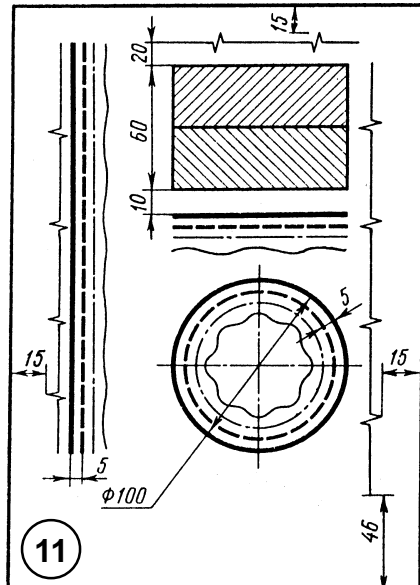
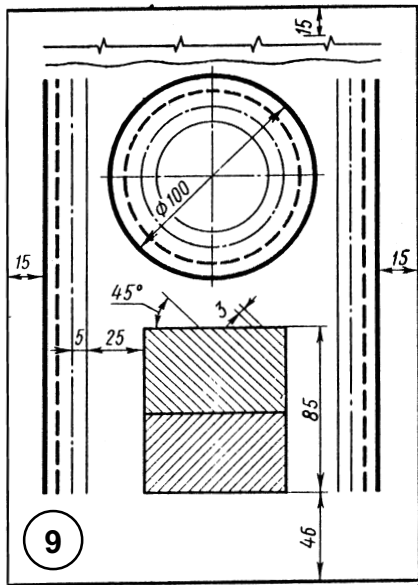
Individualios užduotys:



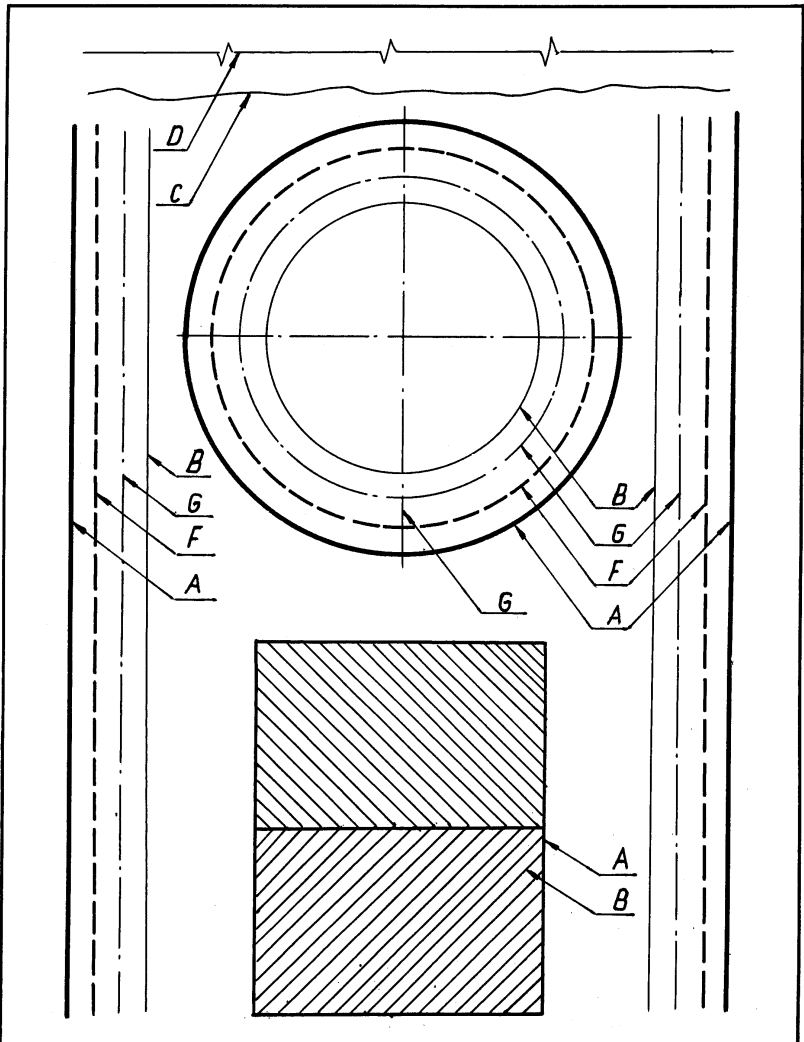
3.9a pav. Namų darbo užduotys



3.9b pav. Namų darbo užduotys



3.9c pav. Namų darbo užduotys



E	Mastelis	Studentas	A. Birkis	ABirkis 10.6	LINIJOS
		Dėstytojas			
Medžiaga					
	VPU FTF 1.4			01.11.03	Lapas Lapų

3.10 pav. Namų darbo Nr.3 atlikimo pavyzdys

IV. Matmenų žymėjimas

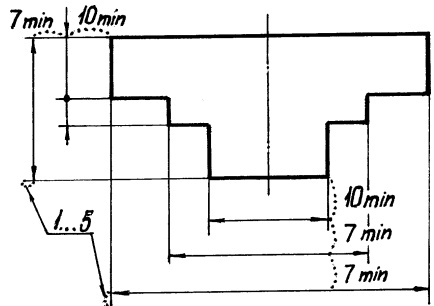
Brėžiniuose matmenys nurodomi pagal standartą LST ISO 129:1997. Linijiniai matmenys nurodomi milimetrais, nenurodant matavimo vienetų. Jei matmenys nurodomi ne milimetrais, juos reikia pažymėti. Kiekvienas matmuo brėžinyje nurodomas tik vieną kartą, ty. atskirose projekcijose tas pats matmuo negali būti kartojamas.

Matmenys nurodomi išskeltinėmis, matmenų linijomis ir skaičiais. Matmens linija brėžiama lygiagrečiai matuojamajai atkarpai (4.1 pav.), o išskeltinės linijos - statmenai matmens linijai.

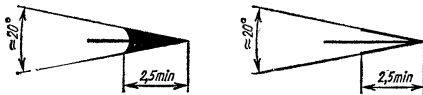
Pirmoji matmens linija brėžiama ne mažesniu kaip 10 mm atstumu nuo kontūrinės linijos. Atstumai tarp matmenų linijų ne mažesni kaip 7 mm. Išskeltinės linijos ilgis nuo paskutinės matmens linijos rodyklės 1... 5 mm.

Matmenų linijų galuose brėžiamos rodyklės, kurios viršūnėmis turi remtis į kontūro, išskeltinės, ašinės ir kt. linijas (4.2 pav.).

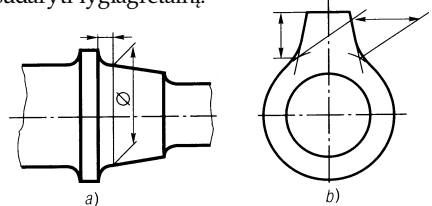
Išskeltines linijas atskirais atvejais (4.3 pav.) galima brėžti ir ne statmenai. Matmenų ir išskeltinės linijos su matuojamąja atkarpa gali sudaryti lygiagretainį.



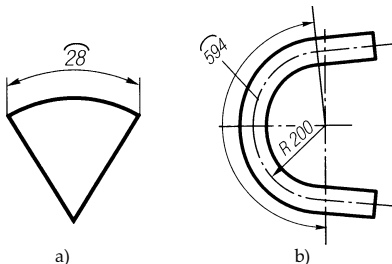
4.1 pav. Išskeltinių ir matmens linijų išdėstymas brėžinyje



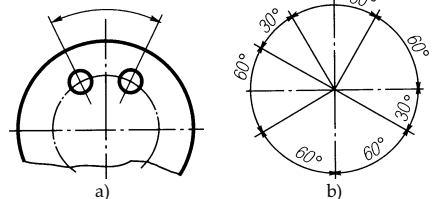
4.2 pav. Rodyklės formos



4.3 pav. Sklandžių paviršių detalių matmenų žymėjimas



4.4 pav. Apskritimo lanko ilgio matmens žymėjimas



4.5 pav. Kampo didumo matmens žymėjimas

Kai reikia pažymėti apskritimo lanko ilgi, matmens linija brėžiama koncentriškai lankui, o iškeltinės linijos - lygiagrečiai kampo pusiaukampinei (4.4 a pav.). Be to, lanko matmens iškeltinės linijos galima brėžti spinduliais, o kai yra keli koncentriški lankai, reikia nurodyti, kurio lanko yra šis matmuo (4.4 b pav.). Nurodant kampo didumą, matmens linija brėžiama lanku, kurio centras yra šio kampo viršūnė, o iškeltinės linijos - spinduliai (4.5 pav.).

Jei trumpos matmenų linijos galuose nepakanka vietos rodyklėms, linija pratęsiama ir rodyklės žymimos išorinėje pusėje (4.6 pav.). Grandine išdėstytose matmenų linijose rodyklės galima pakeisti 45°kampu į matmens liniją pasvirusiais 4..6 mm ilgio brūkšneliais arba taškais (4.7 pav.).

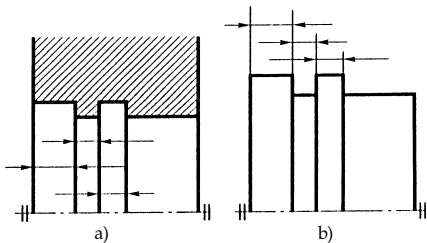
Matmens skaičius rašomas ties matmens linijos viduriu. Jei arti brėžiama keletas lygiagrečių arba koncentriškų matmenų, tai matmens skaitmenys rašomi šachmatine tvarka (4.8, 4.9 pav.).

Linijinių matmenų skaitmenys, kai matmenų linijos įvairiai pasvirusios, rašomi taip, kaip parodyta 4.10 paveiksle, o kampiniai matmenys - 4.11 paveiksle. Atkreipkime dėmesį į užbrūkšniuotas dalis abiejuose paveikslėliuose. Jei reikia nurodyti linijinius ar kampinius matmenis esančius tose dalyse, tai matmenų skaitmenis rekomenduojama rašyti virš išnašų linijų horizontalių lentynėlių.

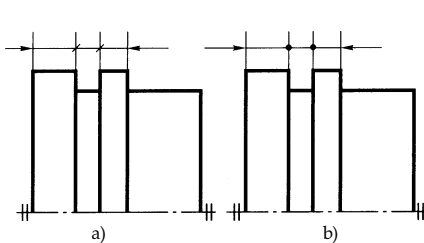
Kai matmenų skaičiui nepakanka vietos, jį reikia rašyti taip, kaip parodyta 4.12 paveiksle.

Prieš spindulio matmens rašoma raidė *R*. Suapvalintų kampų spindulių matmenų žymėjimas pateiktas 4.13 paveiksle.

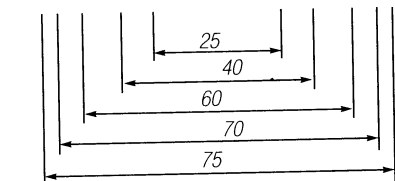
Prieš sferos spindulio ar skersmens matmens skaičių rašoma raidė *S* ir raidė *R* arba



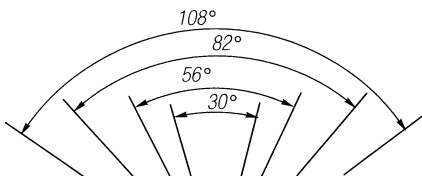
4.6 pav. Matmenų žymėjimas, kai matmenų linijų galuose nepakanka vietos rodyklėms: a - pjūvyje, b - vaizde



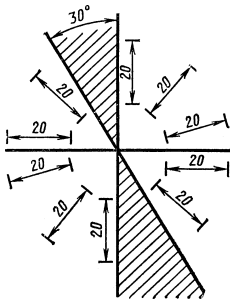
4.7 pav. Grandine išdėstytose matmenų linijose rodyklių pakeitimas; a - pasvirusiais brūkšneliais; b - ryškiais taškais



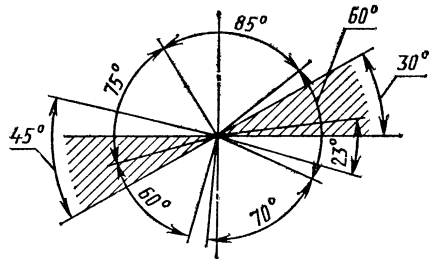
4.8 pav. Matmenų skaičių rašymas virš lygiagrečių matmenų linijų



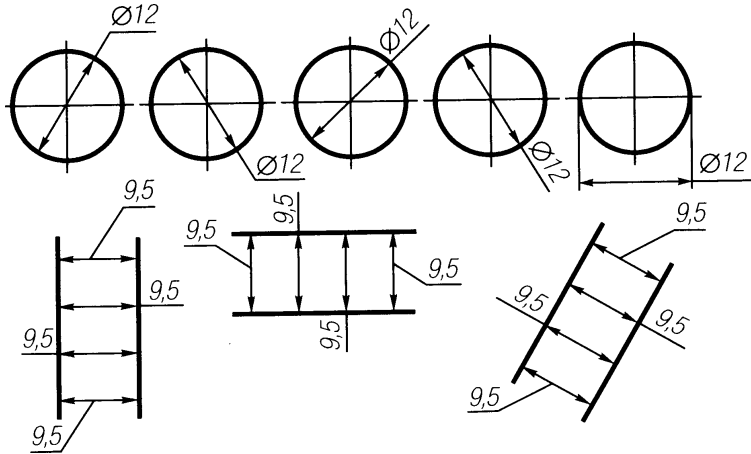
4.9 pav. Matmenų skaičių rašymas virš koncentriškų matmenų linijų



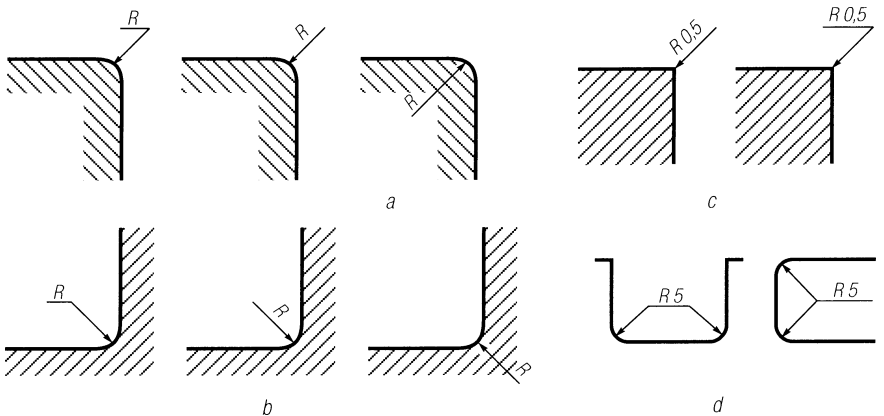
4.10 pav. Matmenų skaičių rašymas, kai matmenų linijos pasvirusios



4.11 pav. Kampų matmenų rašymas



4.12 pav. Matmenų skaičių rašymas, kai matmenų linijos trumpos



4.13 pav. Kampų suapvalinimo spindulių žymėjimas

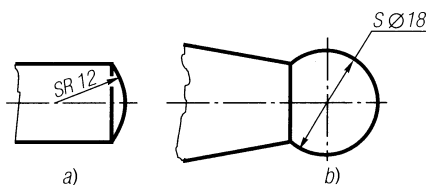
ženklas \emptyset (4.14 pav.). Jei dėl arti esančio kontūro arba iškeltinės bei brūkšniavimo linijų nėra vietos rodyklei, šias linijas galima nutraukti (4.13 a ir b pav., 4.14 a pav.).

Kvadrato matmenys žymimi prieš matmens skaičių rašant ženklą \square (4.15 pav.). Jo kraštinės dydis lygus matmens skaičiaus aukščiui. 45° nuožula brėžinyje gali būti žymima kaip nurodyta 4.15 pav. arba virš išnašos lentynėlės.

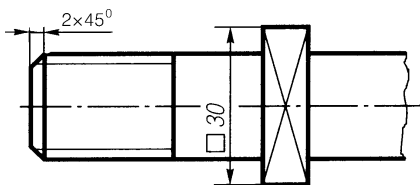
Jei brėžinyje yra keletas vienodų elementų, tai jų matmenys brėžinyje žymimi tik vieną kartą, o virš, arba žemiau, išnašų lentynėlės užrašomas visas elementų skaičius. (4.16). Jei gaminys yra simetriškas, tai matmenys (išskyrus skylės) žymimi tik vieną kartą ir jų skaičius nenurodomas. Matmenys koncentruojami vienoje vietoje. Informacinis matmuo rašomas skliaustuose.

Kai gaminio elementai (skylės, išdrožos ir t.t.) išdėstyti vienoje ašyje arba viename apskritime, tai matmenis, rodančius jų tarpusavio padėtį, galima žymėti nuo bendros bazės (pav. 4.17) ar grandine tarp gretimų elementų (4.18 pav.).

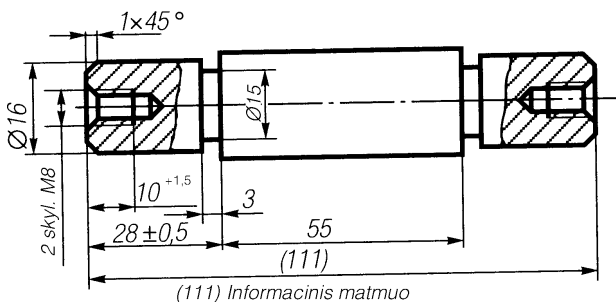
Kiti matmenų grupavimo bei matmenų žymėjimo supaprastinimo atvejai bus nagrinėjami mašinų braižybos dalyje.



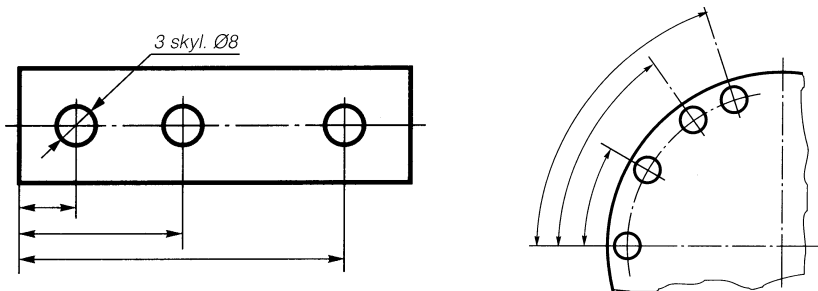
4.14 pav. Sferos matmens žymėjimas



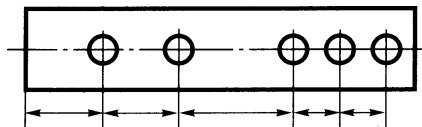
4.15 pav. Kvadrato ir 45° nuožulos matmenų žymėjimas



4.16 pav. Detalės su simetriškais elementais matmenų žymėjimo pavyzdys



4.17 pav. Linijinių ir kampinių matmenų žymėjimas nuo bendros bazės



4.18 pav. Matmenų tarp skylių centrų žymėjimas grandine

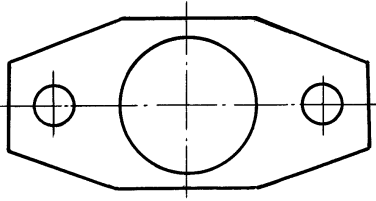
Namų darbo užduotis Nr.4:

1. Darbas atliekamas pieštuku formate A3.
2. Brėžinyje racionaliai išdėstyti ir perbraižyti 4.1; 4.2; 4.4; 4.6; 4.7; 4.8; 4.9; 4.12; 4.17 ir 4.18 paveikslai.
3. Pagal dėstytojo pateiktą pavyzdį nubraižyti detales ir taisyklingai užrašyti matmenis, pagal pateiktą mastelį.
4. Namų darbo Nr.4 atlikimo pavyzdys duotas 4.19 paveiksle.

Individualios užduotys:

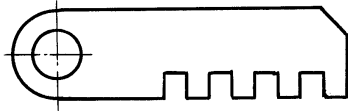
1

M2:1



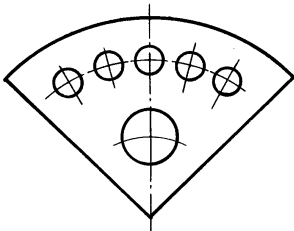
5

M2,5:1



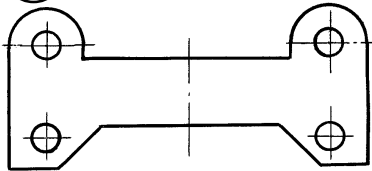
2

M2,5:1



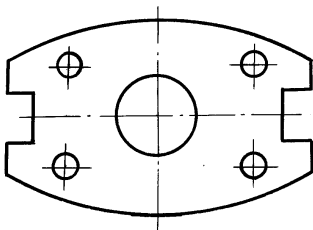
6

M1:2,5



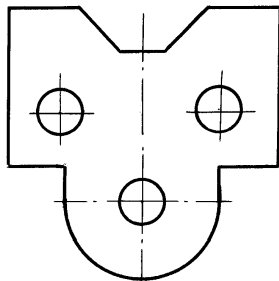
3

M2,5:1



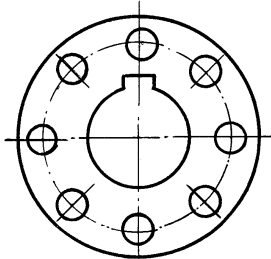
7

M1:2



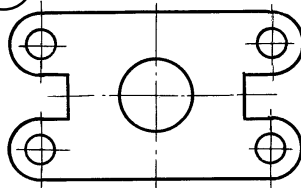
4

M2,5:1



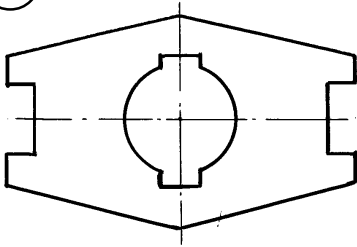
8

M1:4



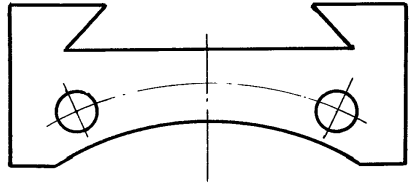
9

M1:2



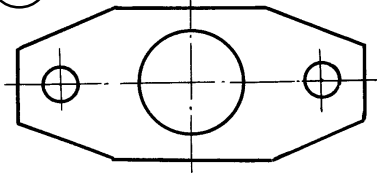
13

M5:1



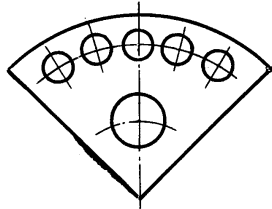
10

M2:1



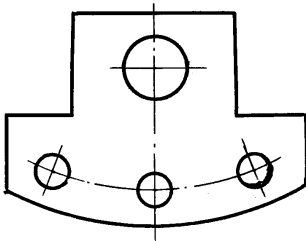
14

M2,5:1



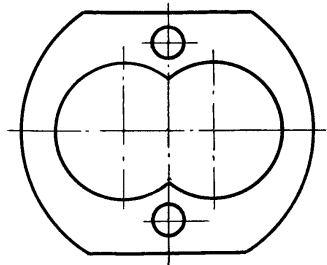
11

M1:2



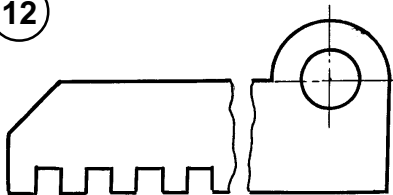
15

M4:1



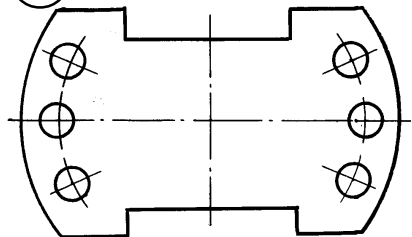
12

M2:1



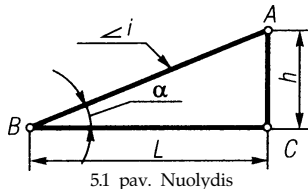
16

M2,5:1



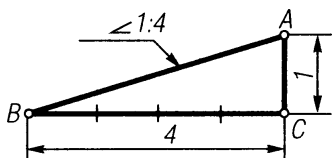
V. Nuolydis ir kūgiškumas

Nuolydis charakterizuoja vienos tiesės polinkį kitos tiesės atžvilgiu. Norint nustatyti nuolydį i tiesės AB, kuri sudaro kampą su horizontalia tiese BC, duotoje tiesėje laisvai pasirinkame tašką A ir iš jo nuleidžiame statmenį h į tiesę BC. Nuolydį i apskaičiuosime kaip dviejų statinių santykį, t.y. $AC:BC = \operatorname{tg} \alpha = i$ (5.1 pav.).

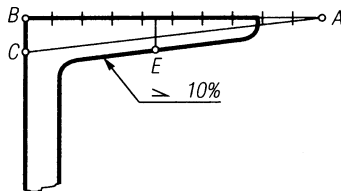


5.1 pav. Nuolydis

Nuolydis gali būti užrašomas procentais, dviejų skaičių santykiu arba dešimtaine trupmena. Norint nubrėžti užduotu nuolydžiu tiesę, pavyzdžiui 1:4, horizontalioje tiesėje atidedami 4 ilgio vienetai nuo taško C keliamo statmenį ir kuriame atidedame vieną ilgio vieneta. Tiesės AB nuolydis tiesės BC atžvilgiu bus 1:4 (5.2 pav.).



a)



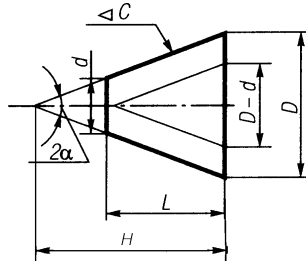
b)

5.2 pav. Nuolydžio matmuo užrašomas dviejų skaičių santykiu (a) arba procentais (b)

Analogiškai braižoma ir 10% nuolydis (5.2b pav.). Nuolydžio ženklų \sphericalangle dydžiai A tipo šrifte yra tokie: jo aukštis $5/14$ h ir plotis $8/14$ h (1.5 pav.), ir žymimas prieš matmens skaičių, kuris rodo nuolydį. Ženklo \sphericalangle smailus kampas visada nukreiptas į nuolydžio kampo α pusę.

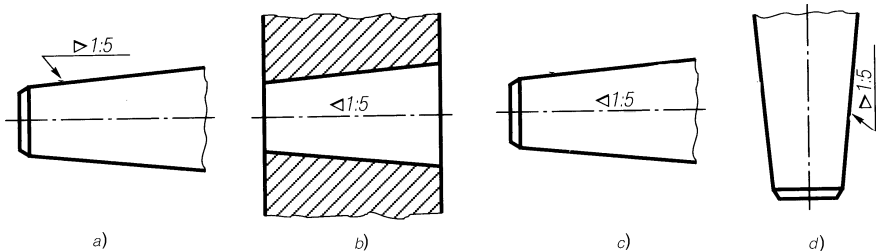
Nuolydžio ženklų linija, esanti arčiau lentynėlės, turi būti jai lygiagreti.

Kūgiškumu vadinama status kūgio pagrindo skersmens ir kūgio aukštinės santykis, t.y. $C = D/H$, arba dviejų status kūgio pjūvių skersmenų skirtumo santykis su atstumu tarp jų, t.y. $C = (D - d)/L$ (5.3 pav.).



5.3 pav. Kūgiškumas

Prieš matmens skaičių, žymintį kūgiškumą, rašomas ženklas \sphericalangle arba \triangleright . Ženklo parametrai A tipo šrifte yra tokie: plotis - $8/14$ h, o aukštis - $6/14$ h (1.5 pav.). Smailus ženklų kampas visada nukreiptas kūgio viršūnės kryptimi.



5.4 pav. Kūgiškumo žymėjimas

Kūgiškumo ženklas ir matmens skaitmuo rašomi virš išnašos lentynėlės, nubrėžtos lygiagrečiai kūgio ašiai (5.4 a,d pav.) arba virš kūgio paviršiaus simetrijos ašies (5.4 b, c pav.). Rekomenduojamos kūgiškumo bei nuolydžių reikšmės pateiktos 5.1 lentelėje.

Standartiniai kūgiškumai ir nuolydžiai (VST 8593-81)

5.1 lentelė

Kūgiškumas K	Kūgio kampas 2α	Nuolydžio kampas α	Kūgiškumas K	Kūgio kampas 2α	Nuolydžio kampas α
1:200	0°17'11"	0°8'36"	1,866	30°	15°
1:100	0°34'23"	0°17'11"	1,1,207	45°	22°30'
1:50	1°8'45"	0°34'23"	10,866	60°	30°
1:30	1°54'35"	0°54'17"	10,652	75°	37°30'
1:20	2°51'51"	1°25'26"	10,500	90°	45°
1:15	3°49'6"	1°54'33"	10,289	120°	60°
1:12	4°46'19"	2°23'9"			
1:10	5°43'29"	2°51'45"			
1:8	7°9'10"	3°34'35"			
1:7	8°10'16"	4°5'8"			
1:5	11°25'16"	5°42'38"			
1:3	18°55'29"	9°27'44"			

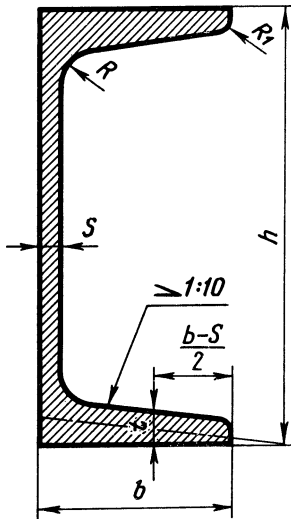
Namų darbas Nr.5:

1. Atliekama pieštuku A3 formate.
2. Pagal dėstytojo pateiktus variantus braižom dvi detales: vieną - su nuolydžiu (det. 1, 2), o antra - kūginė detalė (det. 3,4).
3. Namų darbo Nr.3 atlikimo pavyzdys duotas 5.5 paveiksle.

Pastaba:Jeigu užduotis masteliu 1:1 netelpa brėžinyje, tai atskirai detalei galima imti mastelį M2:1.

Individualios užduotys:

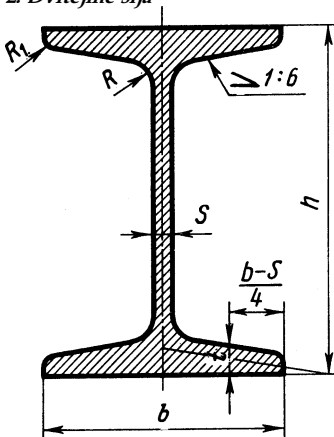
1. Lovinis profilis.



5.2 lentelė

Var. Nr.	Matmuo, mm					
	h	b	s	f	R	R ₁
1	50	32	4,4	7	6	25
2	80	40	4,5	7,4	6,5	2,5
3	100	46	4,5	7,6	7	3
4	120	52	4,8	7,8	7,5	3
5	140	58	4,9	8,1	8	3
6	160	64	5	8,4	8,5	3,5
7	180	70	5,1	8,7	9	3,5
8	200	76	5,2	9,0	9,5	4
9	220	82	5,4	9,5	10	4
10	240	90	5,6	10,0	10,5	4

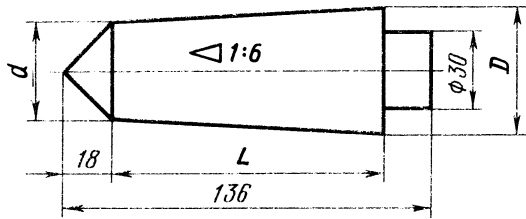
2. Dvitėjinė sija



5.3 lentelė

Var. Nr.	Matmuo, mm					
	h	b	s	f	R	R ₁
11	100	55	4,5	7,2	7	2,5
12	120	64	4,8	7,3	7,5	3
13	140	73	4,9	7,5	8	3
14	160	81	5	7,8	8,5	3,5
15	180	90	5,1	8,1	9	3,5
16	200	100	5,2	8,4	9,5	4
17	220	110	5,4	8,7	10	4
18	240	115	5,6	9,5	10,5	4
19	270	125	6	9,8	11	4,5
20	300	135	6	10,2	12	5

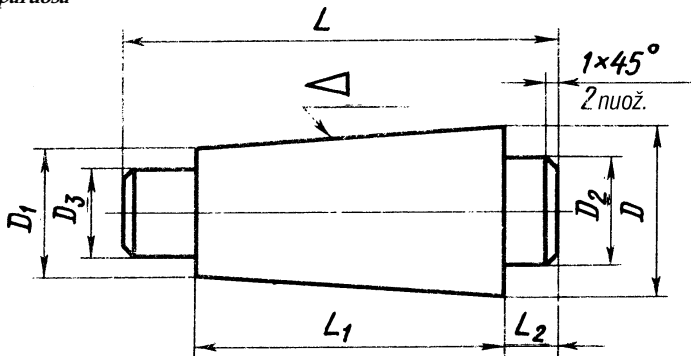
3. Svambalas



5.4 lentelė

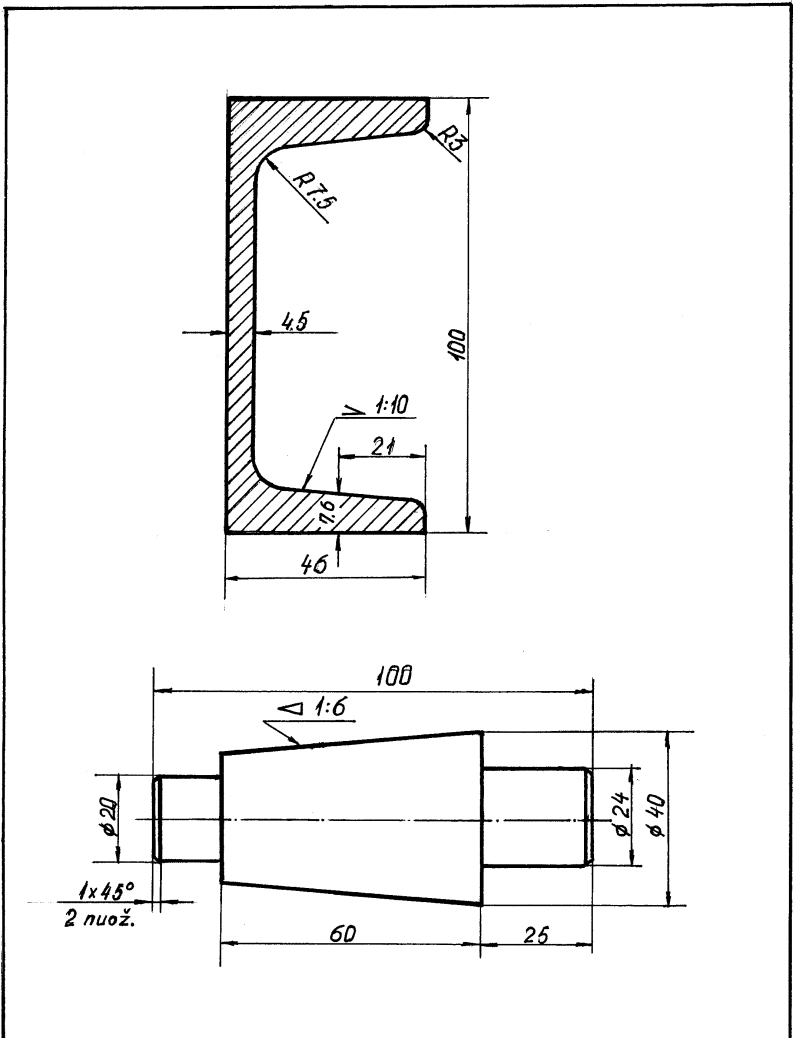
Var. Nr.	Matmuo, mm	
	L	D
1.	60	38
2	65	40
3	75	45
4	70	42
5	90	46
6	100	48
7	85	43
8	95	44
9	100	50
10	96	48

4. Krano paruoša



5.5 lentelė

Var. Nr.	Matmuo, mm						
	L	L ₁	L ₂	D	D ₁	D ₂	D ₃
11	85	70	15	36	26	20	30
12	120	80	30	42	32	28	24
13	110	75	25	44	34	30	25
14	85	64	10	38	30	23	24
15	100	60	25	40	30	24	20
16	90	70	20	36	26	28	20
17	95	65	15	34	24	22	20
18	105	68	20	42	34	24	18
19	115	80	26	36	30	26	14
20	88	50	30	38	28	30	26



E	Mastelis	Studentas	L. Bumblytis	L. Pm.	11.04	NUOLYDIS IR KŪGIŠKUMAS
		Dėstytojas				
Medžiaga						
VPU FTF 1.4					01.11.05	Lapas Lapų

55 pav. Namų darbo Nr. 5 atlikimo pavyzdys

VI. Geometrinė braižyba

Techninėje braižyboje dažnai tenka taikyti įvairius geometrinės braižybos elementus. Tai sudaro tiesės, kampo ir apskritimo dalijimas į lygias dalis, tiesės ir apskritimo, dviejų apskritimų sklandus sujungimas. Taip pat skries-tuvinių ir lekaliųjų kreivių braižymas.

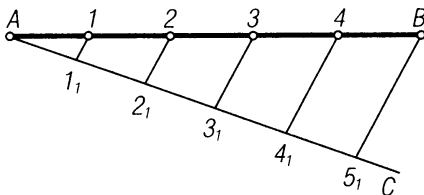
Norint padalinti tiesės atkarpą AB (6.1 pav.) į bet kokį skaičių lygių dalių, pavyzdžiui, į penkias dalis, iš taško A bet koku kampu brėžiama pagalbinė tiesė AC. Šioje tiesėje iš taško A atidedame pasirinkto ilgio lygias penkias atkarpas. Taškas 5_1 sujungiamas tiese su tašku B. Iš pagalbinės tiesės taškų $1_1, 2_1, \dots, 4_1$ brėžiamos tiesės lygiagrečios $B5_1$. Sankirtos taškai $1, 2, 3, 4$ ir bus atkarpos AB dalijimo taškai.

Apskritimo dalijimas į tris lygias dalis atliekamas taip. Iš bet kurio apskritimo skersmens taško, pavyzdžiui, taško 4 (6.2 pav.) brėžiamas apskritimo spinduliu R lankas. Šis lankas su apskritimu kertasi taškuose 2 ir 3, kurie ir bus ieškomo trikampio pirmoji ir antroji padala. Trečioji padala yra priešingame apskritimo skersmens gale - taškas 1. Sujungus taškus 1, 2 ir 3 tiesėmis, gaunamas lygiašonis trikampis.

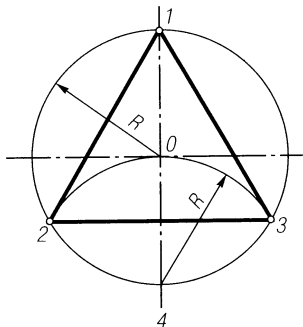
Norint padalinti apskritimą į keturias lygias dalis (6.3 pav.), apskritime reikia išbrėžti du tarpusavyje statmenus skersmenis 1 - 3 ir 2 - 4. Juos brėžiame taip. Iš taškų A, C ir B brėžiame vienodo dydžio spindulio lankus iki jų susikirtimo. Nubrėžę per sankirtos taškus ir apskritimo centrą O tieses 1 - 3 ir 2 - 4, gausime du tarpusavyje statmenus skersmenis. Sujungę paeilui šiuos taškus tiesėmis, gaunamas kvadratas.

Apskritimo dalijimas į šešias lygias dalis atliekamas taip.

Iš bet kurio skersmens galinių taškų, pavyzdžiui, 1 ir 4, kaip iš centrų, spinduliu R brėžiami du lankai (6.4 pav.). Šių lankų ir ap-

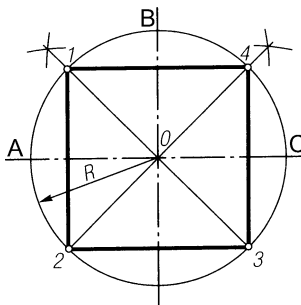


6.1 pav. Tiesės atkarpos AB dalijimas į lygias dalis



6.2 pav. Apskritimo dalijimas į tris lygias dalis

taškus 1, 2 ir 3 tiesėmis, gaunamas lygiašonis



6.3 pav. Apskritimo dalijimas į keturias lygias dalis

skritimo sankirtoje gaunami taškai 2, 3, 5, 6 sujungus gretimus taškus tiesėmis, gaunamas taisyklingas šešiakampis.

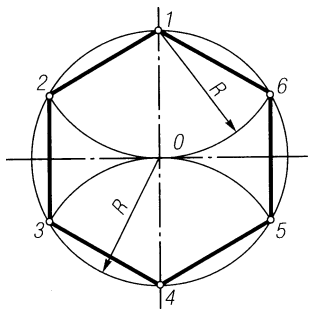
Apskritimo dalijimas į penkias lygias dalis brėžiamas taip (6.5 pav.). Apskritimo spindulys OB dalijamas pusiau ir gaunamas taškas C . Iš šio taško, kaip iš centro, spinduliu $C-1$ brėžiamas lankas iki sankirtos su apskritimo skersmeniu AB - gaunamas taškas E . Atkarpa $E-1$ yra lygi į apskritimą įbrėžto taisyklingo penkiakampio kraštinei. Iš taško 1 spinduliu $E-1$ brėžiamas lankas iki sankirtos su apskritimu taškuose 2 ir 5. Tuo pačiu spinduliu nubrėžus lankus iš taškų 2 ir 5, gaunami taškai 3 ir 4. Sujungus paeiliui rastuosius gretimus taškus, gaunamas taisyklingas penkiakampis.

Apskritimo dalijimas į n lygių dalių ir n -daugiakampių braižymas atliekamas taip. Apskritimo vertikalinis skersmuo padalijamas į n lygių dalių (aukščiau aprašytu būdu), pavyzdžiui devynias (6.6 pav.). Iš taško 9_0 spinduliu, lygiu duoto apskritimo skersmeniui, brėžiamas lankas iki sankirtos su horizontaliojo skersmens taša taškuose A ir A_1 . Iš taškų A ir A_1 per nelyginius vertikalojo skersmens dalijimo taškus brėžiami spinduliai iki sankirtos su apskritimu už vertikalojo skersmens. Gauti taškai 1...9 ir yra apskritimo dalijimo taškai. Sujungus juos eilės tvarka tiesėmis, gaunamas taisyklingas devyniakampis. Jei brėšime iš taškų A ir A_1 spindulius per lyginius vertikalojo spindulio dalijimo taškus, tai gautas devyniakampis būtų pasuktas 180° kampu. Analogišku būdu galima nubraižyti taisyklingą daugiakampį su bet koku kraštiniu skaičiumi.

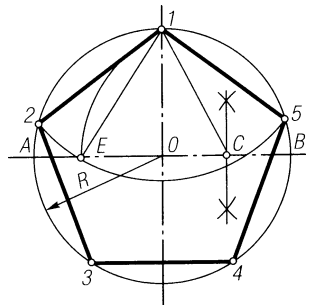
Sklandus tiesės perėjimas į kreivę arba vieno lanko perėjimas į kitą vadinamas sklandžiu sujungimu.

Taškas, kuriame iš vienos linijos pereinama į kitą, vadinamas sujungimo tašku. Vienodai nutolęs nuo jungiamųjų linijų taškas vadinamas sujungimo centru. Skiriami šie sujungimų būdai:

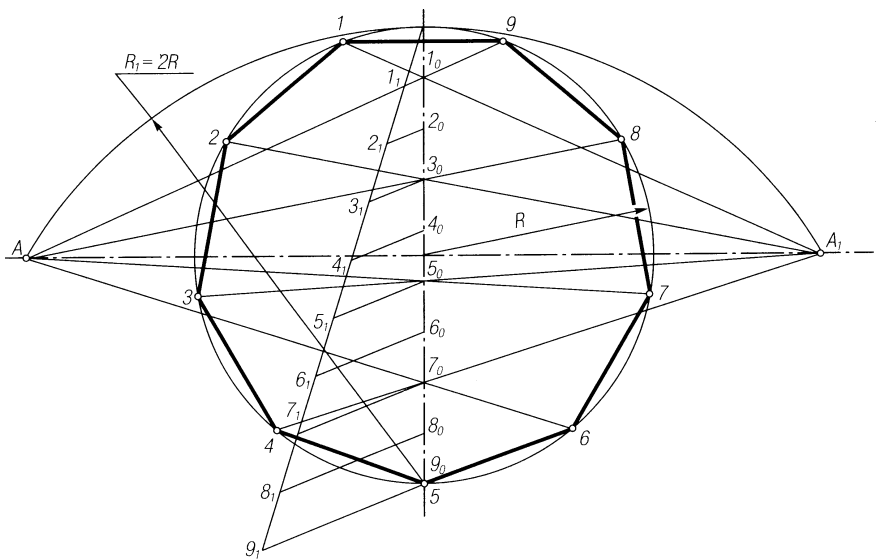
1. Apskritimų lankų sujungimas liestine tiese;
2. Dviejų tiesių sujungimas apskritimo lanku;
3. Apskritimo lanko ir tiesės sujungimas lanku;
4. Dviejų apskritimų lankų sujungimas trečiu lanku.



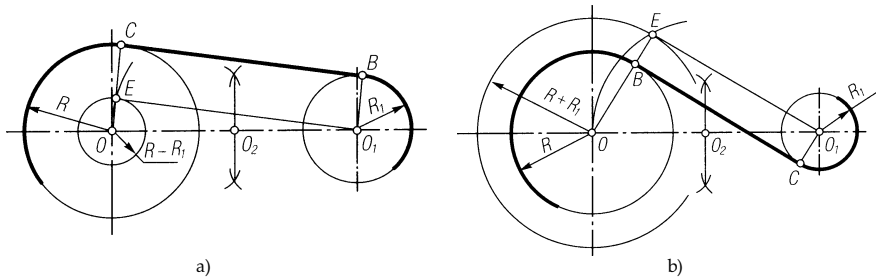
6.4 Apskritimo dalijimas į šešias lygias dalis



6.5 pav. Apskritimo dalijimas į penkias lygias dalis



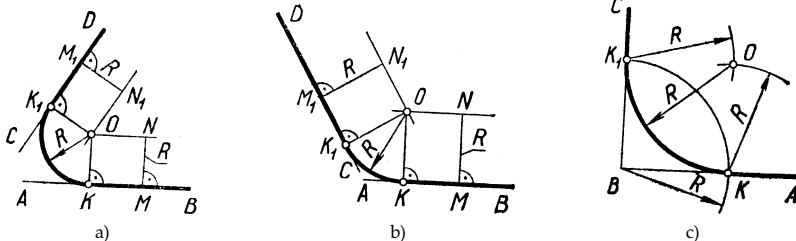
6.6 pav. Apskritimo dalijimas į n lygių dalių ir n -daugiakampio braižymas



6.7 pav. Apskritimų liestinės brėžimas: a) - dviejų apskritimų išorinė liestinė; b) - dviejų apskritimų vidinė liestinė

Panagrinėkime atskirai šiuos atvejus.

Apskritimų lankų sujungimas tiese - tai liestinės brėžimas (išorinės arba vidinės). Išbrėžkime išorinę liestinę dviem apskritimams su spinduliais R ir R_1 (6.7a pav.). Iš centro O spinduliu $R - R_1$ brėžiamas pagalbinis apskritimas. Padalijus centrų ryšio liniją OO_1 pusiau, gausime tašką O_2 . Iš šio taško spinduliu O_2O brėžiamas lankas iki sankirtos taško E su pagalbinio apskritimu. Nubrėžus tiesę per tašką E ir centrą O gausime sujungimo tašką C ant apskritimo spinduliu R . Iš kito apskritimo centro O_1 nubrėžus tiesę lygiagrečią su tiese OE gausime antrą sujungimo tašką B . Sujungiame sujungimo taškus B ir C tiese. Šiame uždavinyje galime išskirti dar vieną atvejį. Jei ant pagalbinio apskritimo gautą tašką E



6.8 pav. Dviejų tiesių, susikertančių smailiu (a), buku (b) arba stačiu (c) kampu, sujungimas

sujungsime su centru O_1 , tai tiesė O_1E bus liestinė, nubrėžta iš duoto taško O_1 apskritimui, kurio spindulys $R-R_1$.

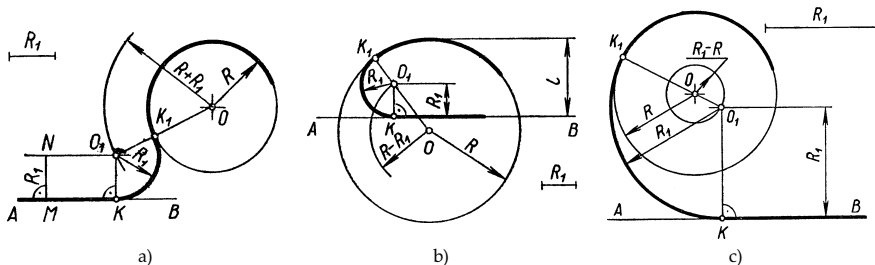
Vidinė liestinė dviems apskritimams su spinduliais R ir R_1 brėžiama analogiškai anksčiau aprašytu būdu. Tik šiuo atveju pagalbinio apskritimo spindulys yra lygus dviejų duotų apskritimų spindulių sumai, t.y. $R+R_1$ (6.7b pav.).

Dviejų tiesių AB ir BC , susikertančių smailiu, buku ar stačiu kampu, sujungimas duoto spindulio lanku atliekamas taip (6.8 pav.).

Nuo duotų tiesių atstumu R , lygiu duoto sujungimo lanko spinduliui nubrėžiamos joms lygiagrečios tiesės ir randamas jų sankirtos taškas O . Iš šio taško, nubrėžus statmenis į tieses iki jų sankirtos su jomis, gaunami sujungimo taškai K ir K_1 . Per šiuos taškus spinduliu R brėžiamas sujungimo lankas. 6.8 c paveiksle pateiktas atvejis, kai žinomas sujungimo taškas K tiesėje AB .

Apskritimo ir tiesės sujungimo uždavinyje skiriami trys atvejai. Pirmas - kai užduotas sujungimo lanko spindulys ir antras - kai užduotas sujungimo taškas ant apskritimo, trečias - kai duotas sujungimo taškas ant tiesės. Be to, ir apskritimo ir lanko lietimasis gali būti išorinis ir vidinis.

Tegu tiesę AB reikia sujungti su apskritimu, kurio spindulys R , duoto spindulio R_1 apskritimo lanku (6.9a pav.). Iš apskritimo centro O spinduliu $R+R_1$ brėžiamas pagalbinis apskritimas, o atstumu R_1 nuo tiesės AB - pagalbinė tiesė, lygiagreti su ja. Gautas pagalbinės tiesės ir pagalbinio apskritimo sankirtos taškas O_1 ir bus ieškomasis sujungimo centras.

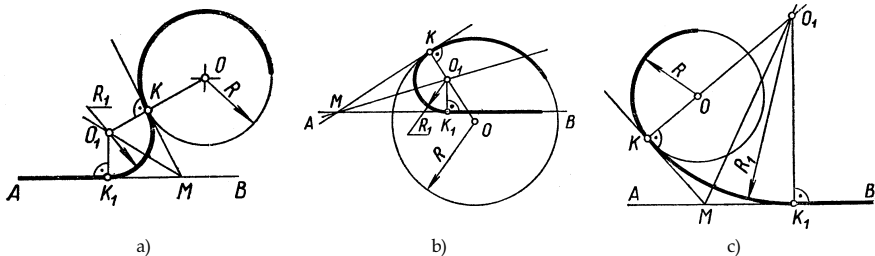


6.9 pav. Apskritimo ir tiesės sujungimas lanku, kai duotas sujungimo lanko spindulys R

Sujungimo taškus K_1 ir K gausime sujungus centrų O_1 ir O ir išvedus iš taško O_1 statmenį į tiesę AB . Tarp šių taškų spinduliu R_1 iš centro O_1 brėžiamas sujungimo lankas.

Priklausomai nuo padėties, tiesė gali kirsti apskritimą arba praeiti šalia jo. 6.9b paveiksle parodytas sujungimas spindulio R apskritimo su tiese, kertančia duotą apskritimą. Atstumu R_1 , lygiu jungimo lanko spinduliui, brėžiame pagalbinę tiesę lygiagrečiai duotajai ir pagalbinį apskritimą spinduliu $R-R_1$ iš centro O . Gautas pagalbinės tiesės ir pagalbinio apskritimo susikirtimo taškas O_1 ir bus sujungimo centras. Sujungimo taškus K_1 ir K gausime iš centro O_1 išvedę statmenį į tiesę AB (taškas K_1); nubrėžę tiesę per centrus O_1 ir O iki susikirtimo su apskritimu (taškas K_1). Iš centro O_1 duotu spinduliu R_1 nubrėžiame sujungimo lanką tarp taškų K ir K_1 .

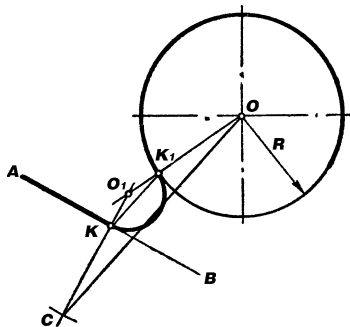
6.9c paveiksle parodytas vidinis sujungimas apskritimo lanko su tiese, kuri nekerta duoto apskritimo. Šis sujungimas braižomas analogiškai anksčiau aprašytam, tik pagalbinio apskritimo spindulys lygus skirtumui tarp sujungimo lanko ir duoto apskritimo spindulių, t.y. R_1-R .



6.10 pav. Apskritimo ir tiesės AB sujungimas lanku, kai duotas sujungimo taškas K apskritimu: a) - išorinis sujungimas; b), c) - vidinis sujungimas

Norint sujungti tiesę su duoto spindulio R apskritimo lanku, kai duotas sujungimo taškas K apskritime, reikia rasti sujungimo centrą, sujungimo lanko spindulį ir sujungimo tašką tiesėje (6.10a pav.).

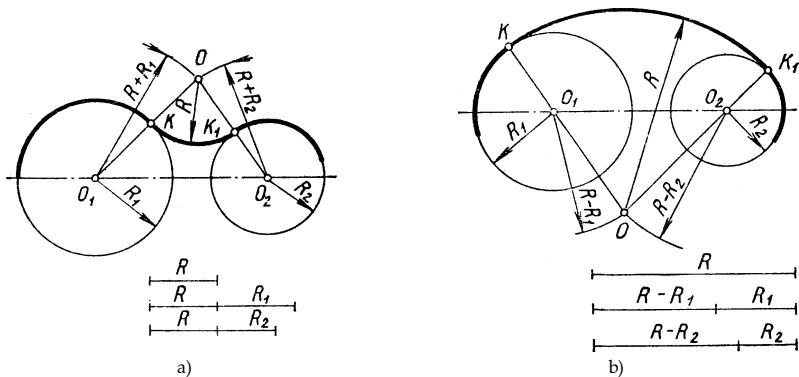
Per centrą O ir sujungimo tašką K nubrėžiame tiesę. Iš taško K brėžiame liestinę duotam apskritimo lankui iki susikirtimo taško M su tiese AB . Gautam kampui AMK nubrėžiame pusiauakampinę iki susikirtimo su normale OK . Šių tiesių sankirtoje gauname ieškomo sujungimo lanko centrą O_1 , o atstumas O_1K bus ieškomo lanko spindulys R_1 . Sujungimo su tiese AB tašką K_1 gausime įprastu būdu iš centro O_1 nubrėžę statmenį iki susikirtimo su tiese AB . Tarp sujungimo taškų nubrėžiame lanką spinduliu R_1 . Analogiškai brėžiame vidinius sujungimus, kai tiesė kerta (6.10b pav.) arba eina šalia apskritimo (6.10c pav.).



6.11 pav. Apskritimo ir tiesės sujungimas lanku, kai duotas sujungimo taškas K tiesėje

mosios tiesės AB, reikia rasti sujungimo centrą O_1 , sujungimo lanko spindulį R_1 ir sujungimo tašką K_1 apskritime (6.11 pav.).

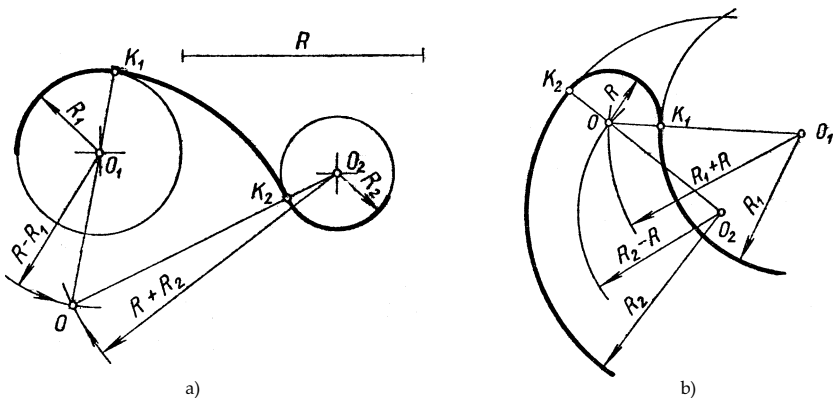
Per tašką K brėžiame statmenį tiesei AB ir jos priešingame tęsinyje nei ieškomas centras O_1 atidedame atkarpą KC, lygią apskritimo spinduliui ($KC = R$). Gautas taškas C sujungiamas su apskritimo centru O. Iš taško K vedama tiesė lygiagrečiai OC iki susikirtimo su apskritimu taške K_1 . Šis taškas ir bus sujungimo taškas apskritime. Sujungimo centrą gausime pratęšę tiesės KC ir OK_1 iki jų susikirtimo taške O_1 . Sujungimo lanko spindulys $R_1 = O_1K = O_1K_1$.



6.12 pav. Dviejų apskritimų lankų sujungimas: a) - išorinis sujungimas; b) - vidinis sujungimas

Dviejų apskritimų lankų sujungimas trečio lanko pagalba gali būti išorinis, vidinis ir mišrus.

Išorinio sujungimo atveju iš centrų O_1 ir O_2 brėžiame pagalbinius lankus spinduliais $R+R_1$ ir $R+R_2$ (6.12a pav.). Šių lankų sankirtos taškas ir bus ieškomo sujungimo centras.



6.13 pav. Dviejų apskritimų lankų vidinis ir išorinis sujungimas

Sujungimo taškai K_1 ir K yra ant centrų tiesių OO_1 ir OO_2 . Sujungimo lanką tarp taškų K ir K_1 brėžiame iš centro O .

Vidinio sujungimo atveju (6.12 b pav.) brėžiame pagalbinius lankus spinduliais $R-R_1$ ir $R-R_2$ iš centrų O_1 ir O_2 atitinkamai. Sujungimo taškai K ir K_1 gaunami ant tiesių jungiančius centrus OO_1 ir OO_2 . Šiuos taškus jungiame lanku spinduliu $R=OK=OK_1$.

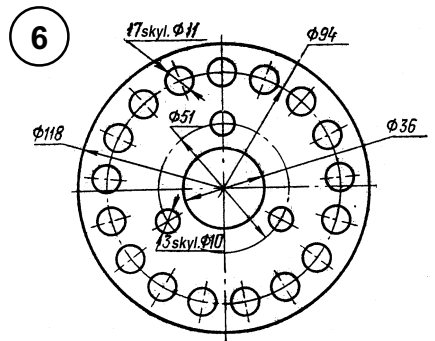
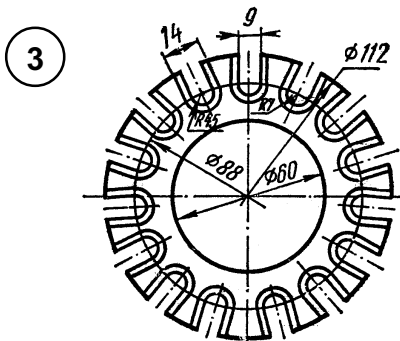
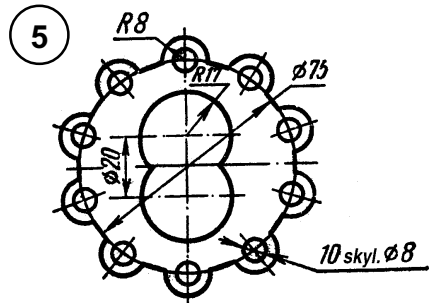
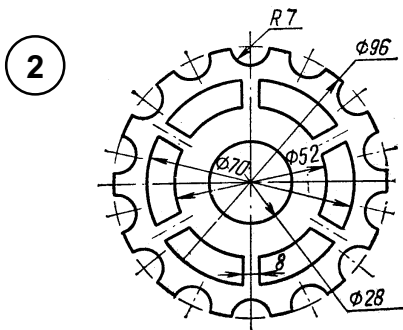
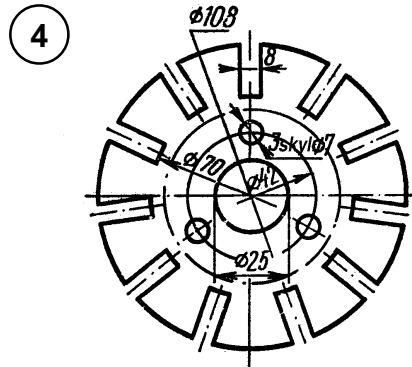
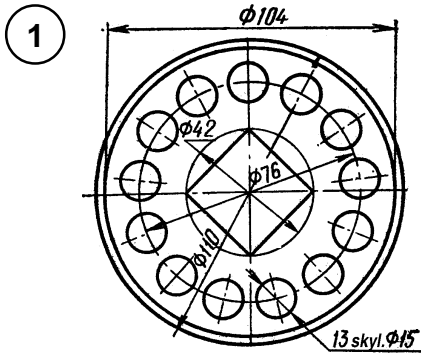
Mišraus sujungimo atveju pagalbiniai lankai iš centrų O_1 ir O_2 brėžiami spinduliais $R-R_1$ (vidinis sujungimas) ir $R+R_2$ (išorinis sujungimas) (6.13a pav.) arba spinduliais $R_2 - R$ (vidinis sujungimas) ir $R_1 +R$ (išorinis sujungimas) (6.13b pav.).

Namų darbas Nr.6:

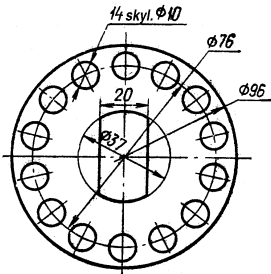
1. Namų darbas atliekamas tušu A3 formate.
2. Pagal dėstytojo pateiktus variantus atlikti užduotis, susijusias su apskritimo dalijimu bei įvairiais sujungimais. Atliekant užduotis su sujungimais pagalbinių linijų neištrinti.
3. Namų darbo Nr.6 atlikimo pavyzdys duotas 6.14 paveiksle

Individualios užduotys

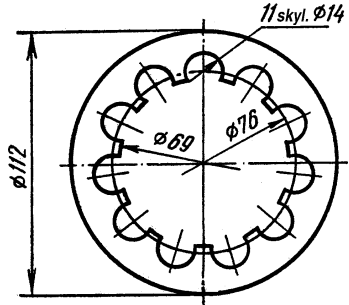
1. Apskritimo dalijimas



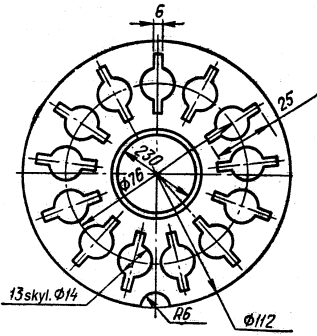
7



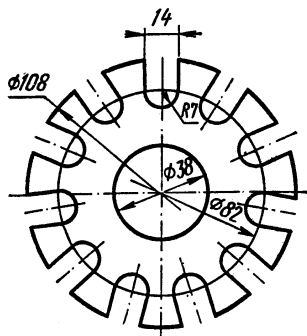
11



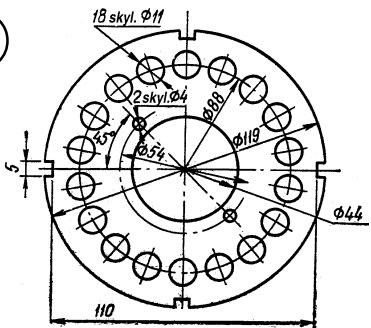
8



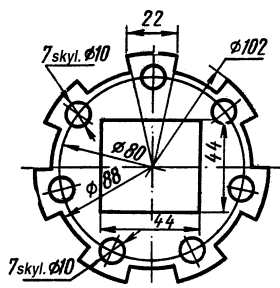
12



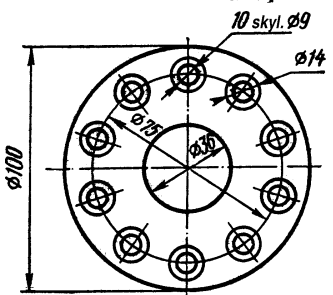
9



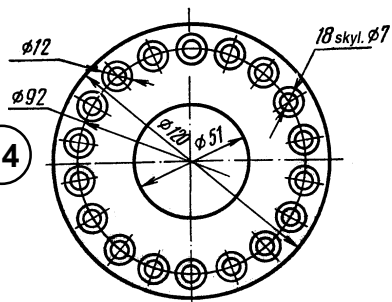
13



10



14

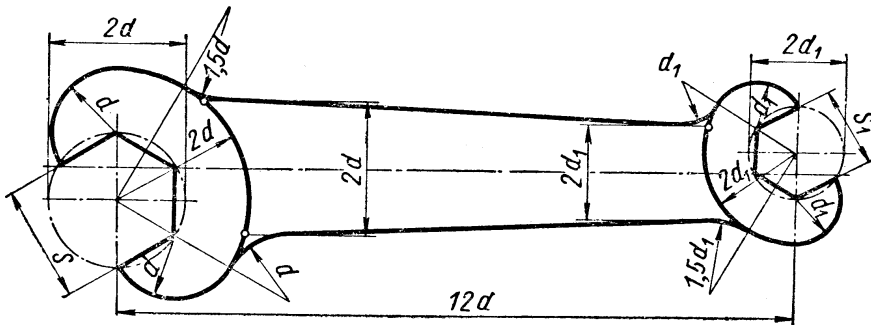


2. Veržlių raktas

6.1 lentelė

Eil.Nr.	d	d ₁	Eil.Nr.	d	d ₁
1	12	8	5	20	14
2	14	10	6	22	16
3	16	10	7	24	18
4	18	12	8	26	20

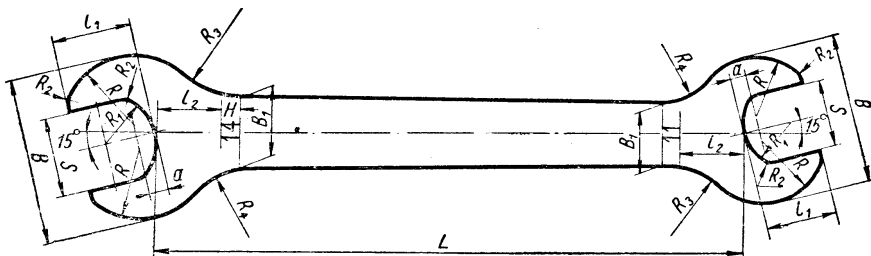
Pastaba: Matmenys S ir S₁ gaunami braižiant



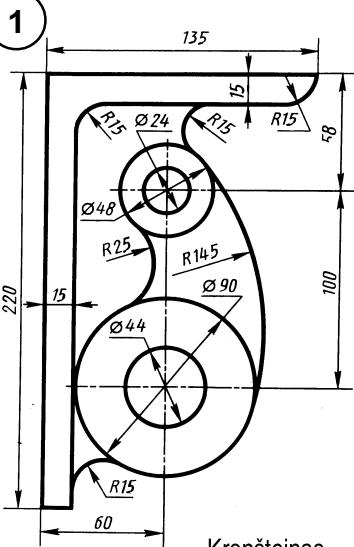
3. Veržlinis raktas (VST 2840 - 54)

6.2 lentelė

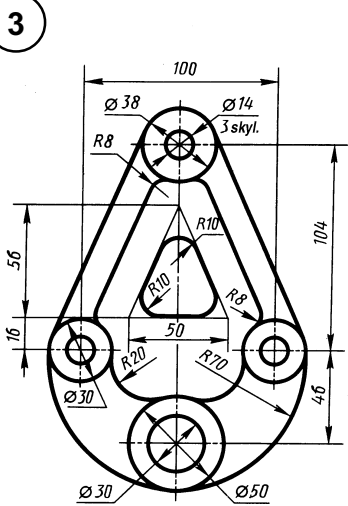
Eil. Nr.	Žiočių S santykis	Matmenys, mm											
		L	B	B ₁	I ₁	a	R	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	I ₂	H
9	14-17	125	30-35	14-16	15-17	3-4	14-16	11-13	1-1	16-16	14-16	20	5
10	17-19	135	35-40	16-18	17-19	4-4	16-18	13-14	1-1	16-22	16-18	20	5
11	17-22	150	35-46	16-20	17-21	4-4	16-20	13-15	1-1	16-25	16-20	20	5
12	19-22	160	40-46	18-20	19-21	4-4	18-20	14-15	1-1	22-25	18-20	20	5
13	22-24	170	46-50	20-22	21-23	4-4	20-22	15-16	1-1	25-28	20-22	20	5
14	22-27	180	46-56	20-24	21-26	4-5	20-24	15-18	1-2	25-32	20-24	20	5
15	24-27	190	50-56	22-24	23-26	4-5	22-24	16-18	1-2	28-32	22-24	30	8
16	27-30	200	56-62	24-26	26-28	5-5	24-26	18-19	2-2	32-34	24-25	30	8



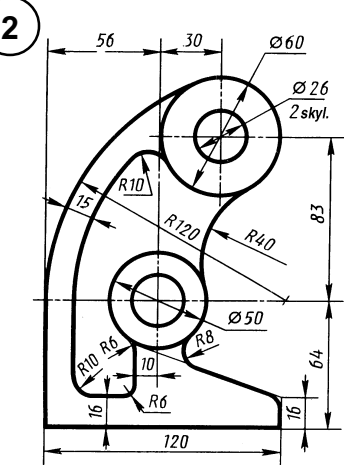
4. Detalių kontūrai



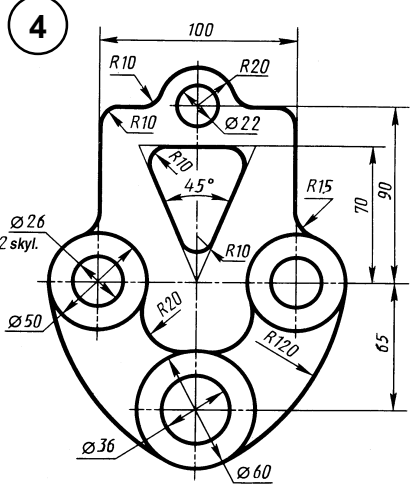
Kronšteinas



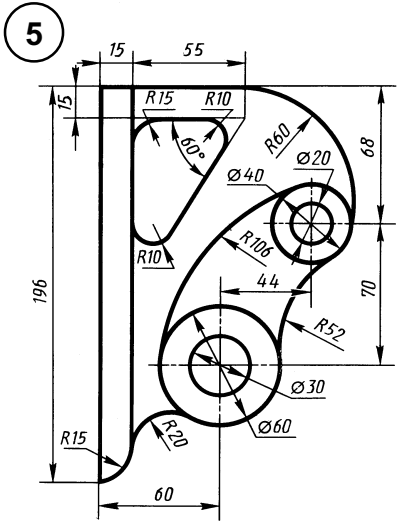
Pakaba



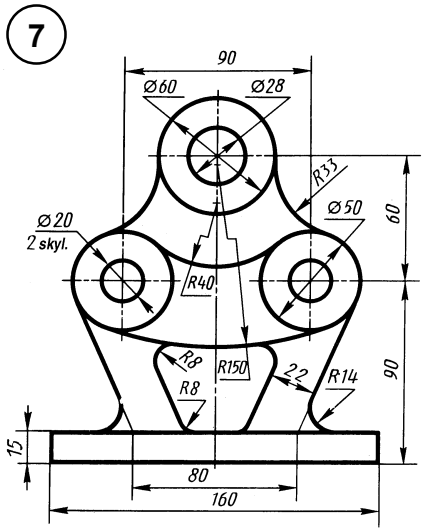
Stovas



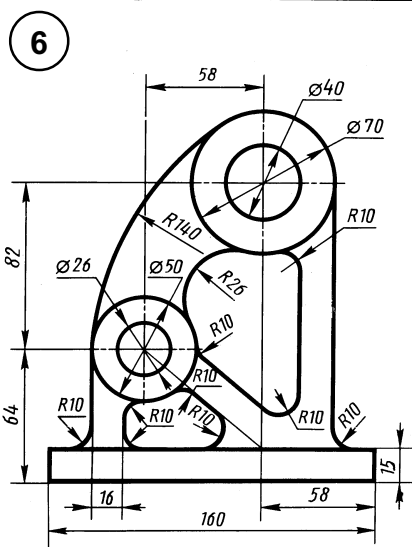
Pakaba



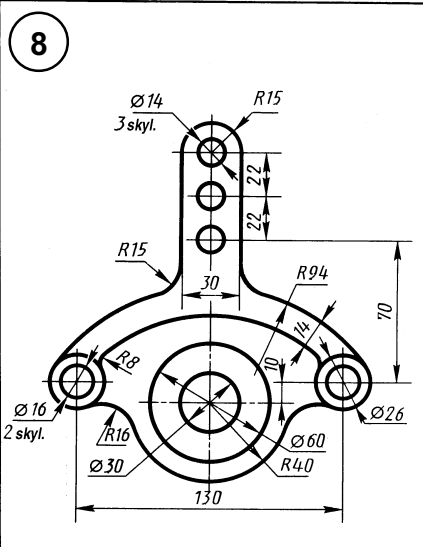
Kronšteinas



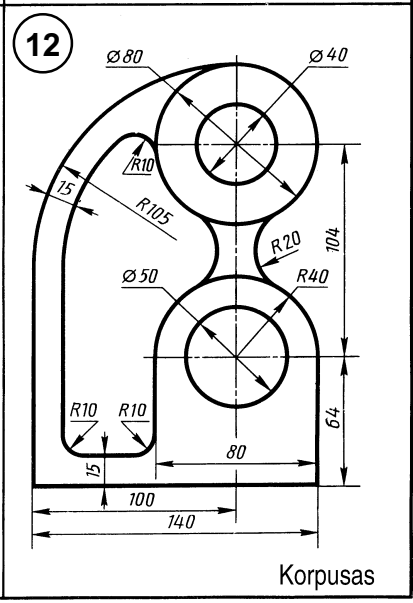
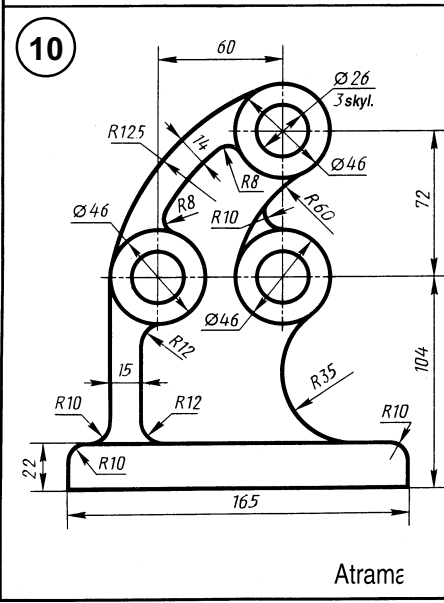
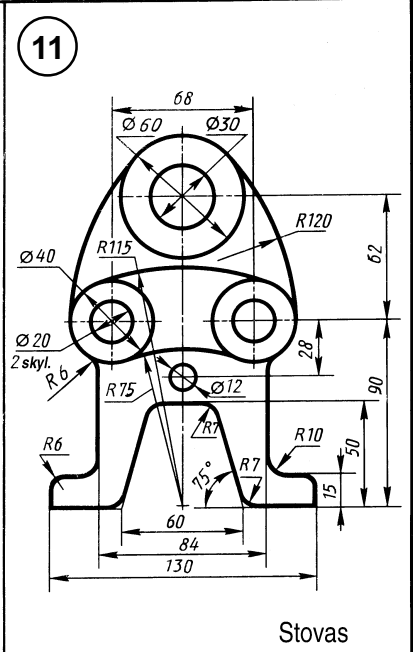
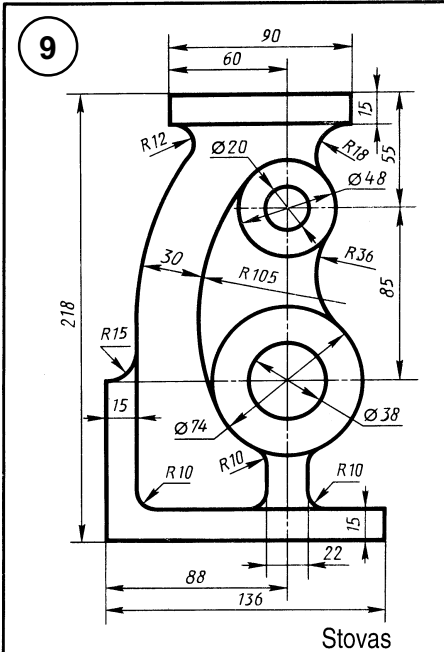
Stovas

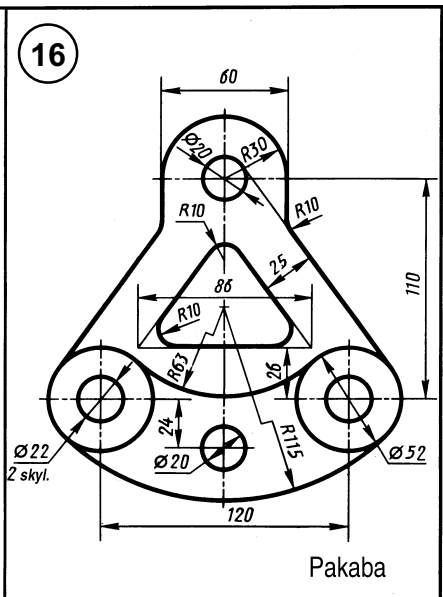
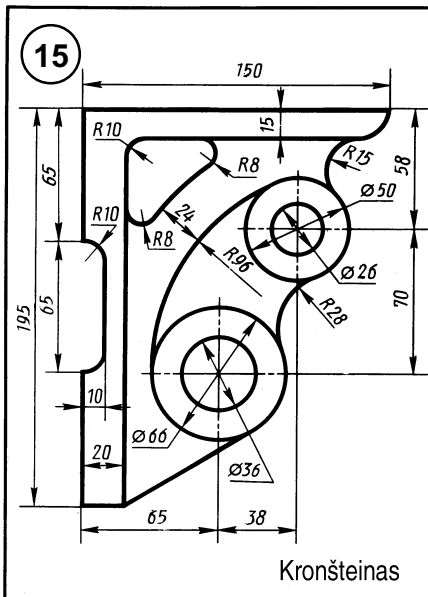
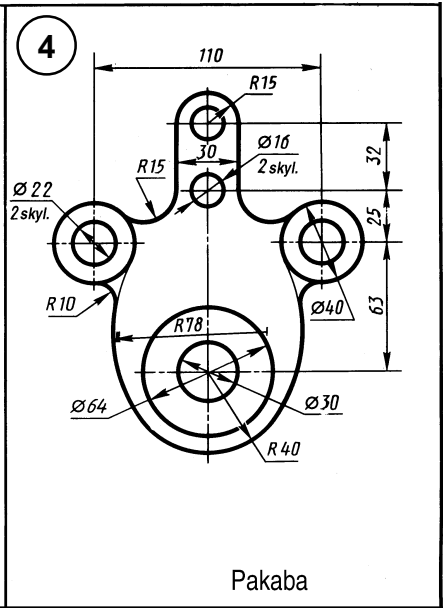
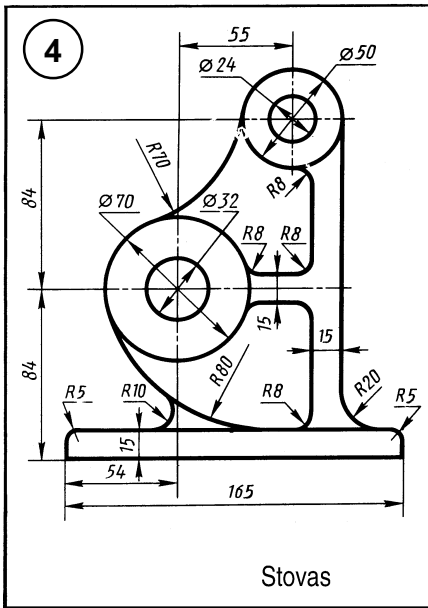


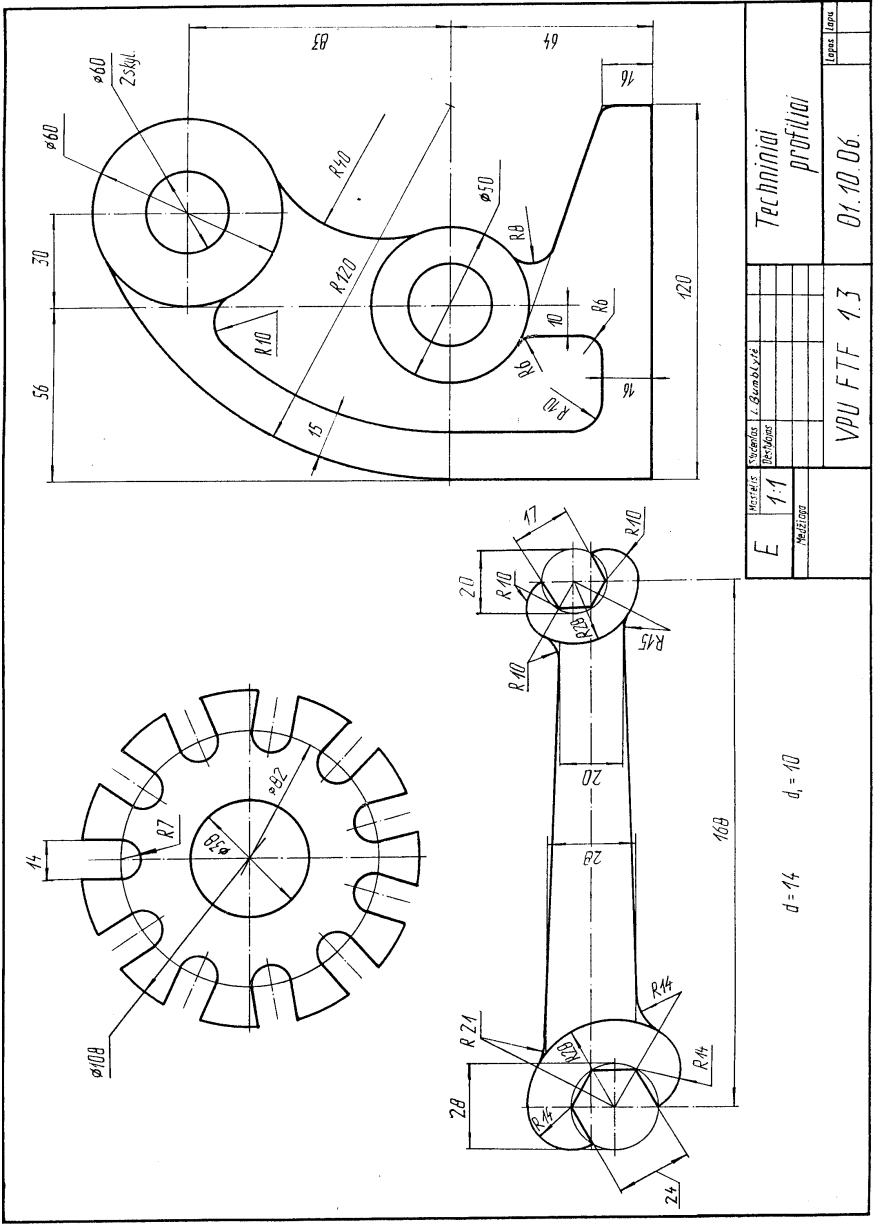
Stovas



Pakaba







6.14 pav. Namų darbo Nr.6 atlikimo pavyzdys

VII. Skriestuvinės ir lekalinės kreivės

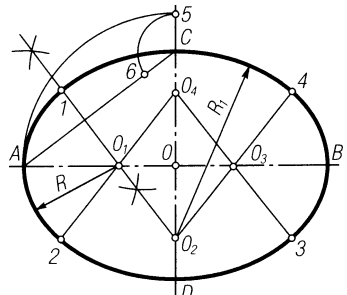
Kai kurių mašinų detalių (dangtelių, kumštelių, flanšų ir kt.), o architektūroje - arkų, langų bei durų kontūrus sudaro kreivės - ovalai, ovoidai, spiralės ir t.t. Šios kreivės, nubraižytos skriestuvu, vadinamos skriestuvinėmis. Plokščia uždara kreivė su dviem simetrijos ašimis vadinama ovalu, o su viena simetrijos ašimi - ovoidu.

Ovalo su dviem simetrijos ašimis forma panaši į elipsę, bet braižyti jį daug paprasčiau, todėl mokomuosiuose brėžiniuose vietoje elipsės aksonometrinėse projekcijose braižomas ovalas.

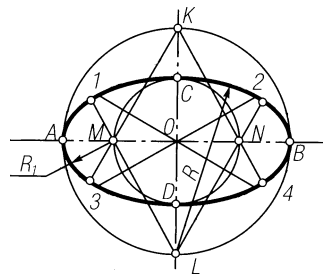
Kai žinomos dvi ovalo ašys AB ir OC (7.1 pav.), iš centro O brėžiamas spindulio OA lankas iki mažosios ašies OC tęsinio taško 5, pusašių skirtumo spinduliu 5C užkertamas atkarpoje AC taškas 6. Per atkarpos 6A vidurį brėžiamas statmuo. Jis kerta ovalo ašis taškuose O_1 ir O_2 , kurie ir bus ovalo sujungimo lankų 12 ir 14 centras. Panašiai randami ir sujungimo lankų 43 ir 32 centrai O_3 ir O_4 . Iš šių centrų brėžiame lankus atitinkamai spinduliais R ir R_1 iki sujungimo taškų 1, 2, 3, 4. Šis ovalo braižymo būdas yra universalus ir tinka esant bet kokiam ašių santykiui. Aksonometrinėse projekcijose, kai apskritimai transformuojami, ašių santykis yra fiksuotas, galimi dar paprastesni ovalo braižymo būdai. Stačiakampėje izometrinėje projekcijoje ovalo didžioji ašis lygi $1,22d$, o mažoji ašis $0,71d$, kur d - apskritimo skersmuo. Supaprastintas ovalo braižymas stačiakampėje izometrinėje projekcijoje atliekamas taip (7.2 pav.).

Iš centro O spinduliu OA vedame lanką iki susikirtimo su mažosios ašies OC tęsiniu taško K ir L. Analogiškai iš centro O spinduliu OC vedame lanką iki susikirtimo su didžiąja ašimi taškuose M ir N. Gauti taškai K, L, M, ir N - sujungimo lankų centrai. Iš šių centrų vedame lankus spinduliais R_1 ir R iki susikirtimo su tiesėmis, išvestomis per sujungimo lanko centrus, taškuos 1, 2, 3 ir 4, kurie ir bus lankų sujungimo taškai.

Supaprastintas ovalų braižymas stačiakampėje dimetrinėje bei pražulniojoje frontalinėje dimetrinėje projekcijoje yra duotas literatūroje [L7 195 - 206, L3 207, 212].



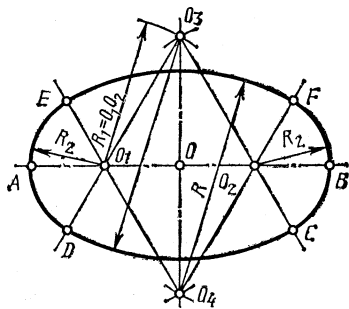
7.1 pav. Ovalo brėžimas, kai žinomos abi ašys AB ir DC



7.2 pav. Ovalo braižymas

Jeigu yra žinoma tikrai didžioji ovalo ašis AB, tai uždavinys nėra pilnai apibrėžtas ir gali turėti daug sprendinių. Vienas iš šio uždavinio sprendimo variantų gali būti toks (7.3 pav.).

Didžiąją ovalo ašį AB dalijame į keturias lygias dalis ir randame sujungimo lankų centrus O_1 ir O_2 . Centrus O_3 ir O_4 rasime iš centrų O_1 ir O_2 išvedę lankus spinduliu $AO=AB/2$ iki jų susikirtimo. Iš centrų O_1 ir O_2 vedame sujungimo lankus spinduliais $R_2=AB/4$ iki susikirtimo su tiesėmis, jungiančiomis centrus taškuose C, D, E, F. Šie taškai ir bus sujungimo taškai. Iš centrų O_3 ir O_4 vedame lankus spinduliais $Q=O_3E$ iki sujungimo taškų C, D, E, F. Kitus šio uždavinio sprendimo būdus galima rasti [L3, 105-106].

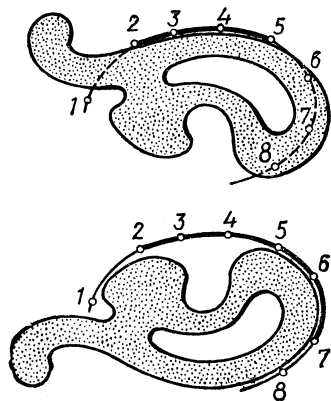
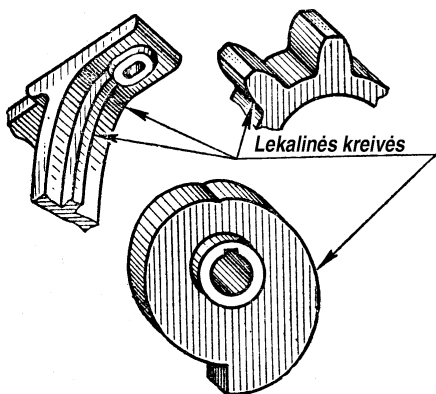


7.3 pav. Ovalo braižymas, kai žinoma tikrai didžioji ašis AB

Kreivės, kurių taškai nėra apskritime, braižomos pagal lekalą ir vadinamos lekalinėmis kreivėmis. Kai kurias lekalines kreives galima aprašyti matematinėmis formulėmis. Tai elipsė, parabolė, hiperbolė, evolventė, Archimedo spiralė, cikloidė, epicikloidė, hipocikloidė, sinusoidė ir kt. Kitos kreivės gali būti užduotos tik grafiniu būdu.

Lekalai - tai plokščios figūrines liniuotės, kurios turi įvairaus kreivumo briaunų dydžius atskirose dalyse tarpusavyje sklandžiai sujungtos (7.4 pav.). Kiekvieną lekalą naudojame įvairių kreivių braižymui. Visų pirma nustatome taškus, priklausančius lekalinei kreivei. Prieš panaudojant lekalą, iš rankos plona linija sujungiame minėtus taškus. Po to lekalą parenkame taip, kad jis liestų keturis arba daugiau nuosekliai išdėstytus kreivės taškus. Tačiau jungiamąją liniją pravedame tik per pirmus tris taškus.

Elipsė - tai uždara plokščia kreivė, gaunama statų apskritą kūgį arba statų apskritą

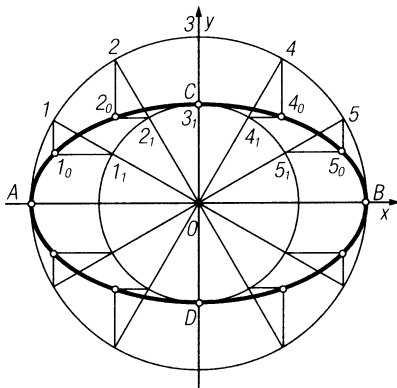


7.4 pav. Lekalai ir jų panaudojimo būdai

cilindrą kertant pasvirusia plokštuma per visas sudaromąsias. Elipsės braižomos tiksluose brėžiniuose, vaizduojant apskritimus įvairiose aksonometrinėse projekcijose.

Kai žinomos abi elipsės ašys AB ir CD, ji braižoma taip (7.5 pav.).

Iš centro O brėžiami du apskritimai, kurių skersmenys lygūs didžiajai AB ir mažajai CD elipsės ašims. Didysis apskritimas dalijamas į kelias lygias dalis, pavyzdžiui, 12. Kiekvieną dalijimo tašką 1.. 12 sujungus su centru O, į tokį pat dalių skaičių padalijame ir mažąjį apskritimą. Per didžiojo apskritimo dalijimo taškus brėžiame tieses lygiagrečias mažajai elipsės ašiai, o per mažojo apskritimo dalijimo taškus - tieses lygiagrečias didžiajai elipsės ašiai iki susikirtimo su vertikaliai nubrėžtomis tiesėmis. Susikirtimo vietoje gaunami taškai priklausantys elipsei. Juos reikia nuosekliai sujungti sklandžia kreive pagal leklą.



7.5 pav. Elipsės braižymas, kai žinomos abi ašys AB ir CD

Kitų lekalinių kreivių braižymo būdus galima rasti [L1 156-165, L7 109-133].

Namų darbas Nr.7:

1. Darbas atliekamas pieštuku A3 formate.
2. Pagal dėstytojo pateiktus variantus braižomi ovalai visais trimis aprašytais būdais.
3. Pagal užduotas žinomas ašis braižome elipsę.
4. Pagal dėstytojo pateiktą variantą braižoma pasirinktinai viena iš lekalinių kreivių.
5. Namų darbo Nr.7 atlikimo pavyzdys duotas 7.6 paveiksle.

Individualios užduotys

1. Ovalo braižymas pagal dvi žinomas ašis

7.1 lentelė

Eil.Nr.	AB	DC	d	Eil.Nr.	AB	DC	d
1	60	40	68	9	68	44	84
2	64	42	72	10	70	50	76
3	74	50	60	11	72	52	74
4	68	48	82	12	82	58	66
5	72	52	62	13	80	60	63
6	66	44	70	14	78	88	65
7	82	58	64	15	84	62	73
8	62	42	78	16	76	50	58

2. Ovalo braižymas pagal žinomą didžiąją ašį AB

7.2 lentelė

Eil.Nr.	AB	Eil.Nr.	AB	Eil.Nr.	AB	Eil.Nr.	AB
1	80	5	60	9	76	13	62
2	78	6	84	10	74	14	60
3	76	7	64	11	88	15	68
4	82	8	86	12	66	16	70

3. Elipsė

7.3 lentelė

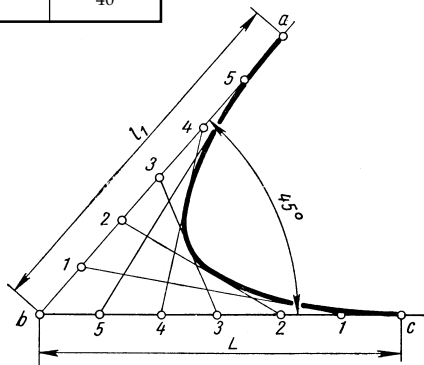
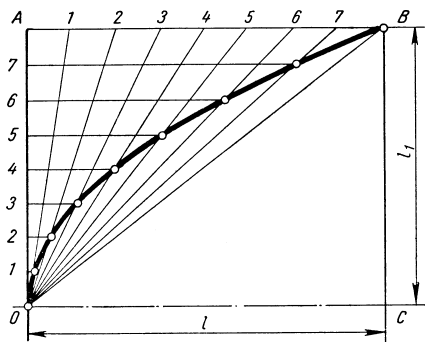
Eil.Nr.	AB	DC	Eil.Nr.	AB	DC
1	70	50	9	76	56
2	75	48	10	80	68
3	90	60	11	86	66
4	85	64	12	76	58
5	74	56	13	78	56
6	74	48	14	88	68
7	68	40	15	92	70
8	72	62	16	82	62

4. Lekalinės kreivės

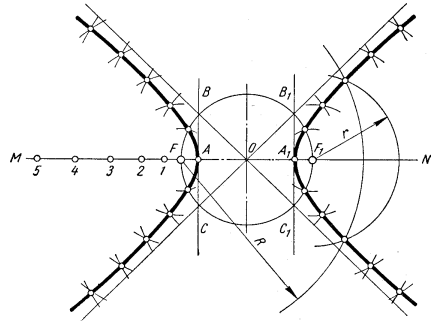
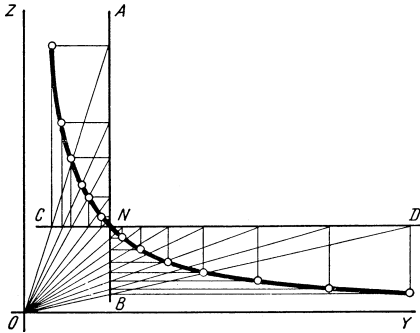
a) parabolė [L3 67-68, L7 112-116]

7.4 lentelė

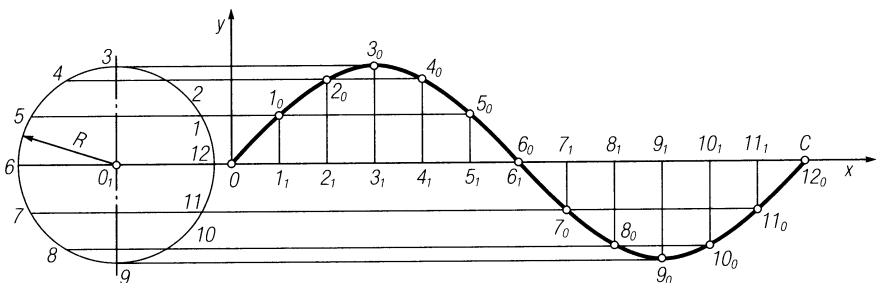
Eil.Nr.	l	l_1
1	92	70
2	82	62
3	78	56
4	68	40



Eil. Nr.	Matmenys mm			
	AA ₁	AF=A ₁ F ₁	Taško N koordinatės	
			z	y
5	12	8	16	10
6	20	12	24	20
7	13	10	20	28
8	16	10	18	16

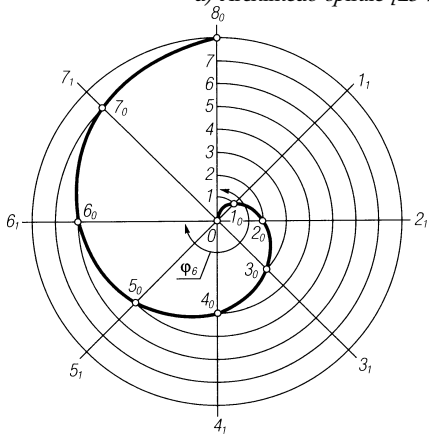


Eil. Nr.	D = 2R
9	40
10	36



d) Archimedo spirale [L3 70, L7 129 - 130]

7.7 lentelė

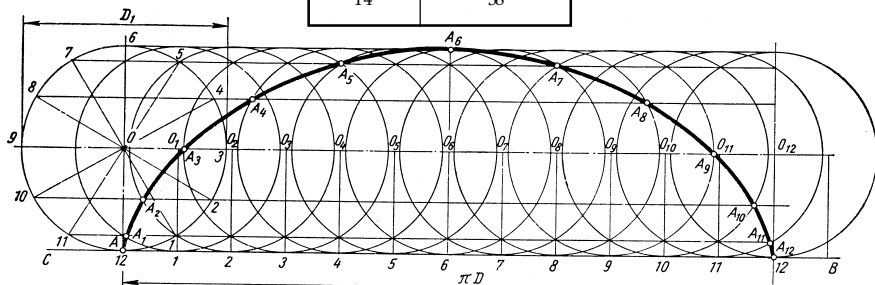


Eil. Nr.	Matmuo mm
	D
11	72
12	84

e) cikloidė [L3 71-72, L7 119-121]

7.8 lentelė

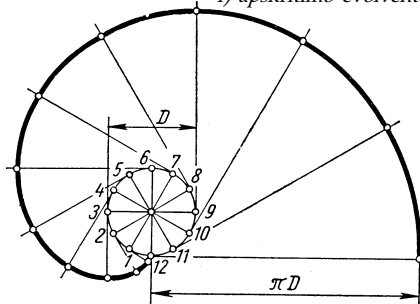
Eil. Nr.	Matmuo mm
	D_1
13	44
14	38

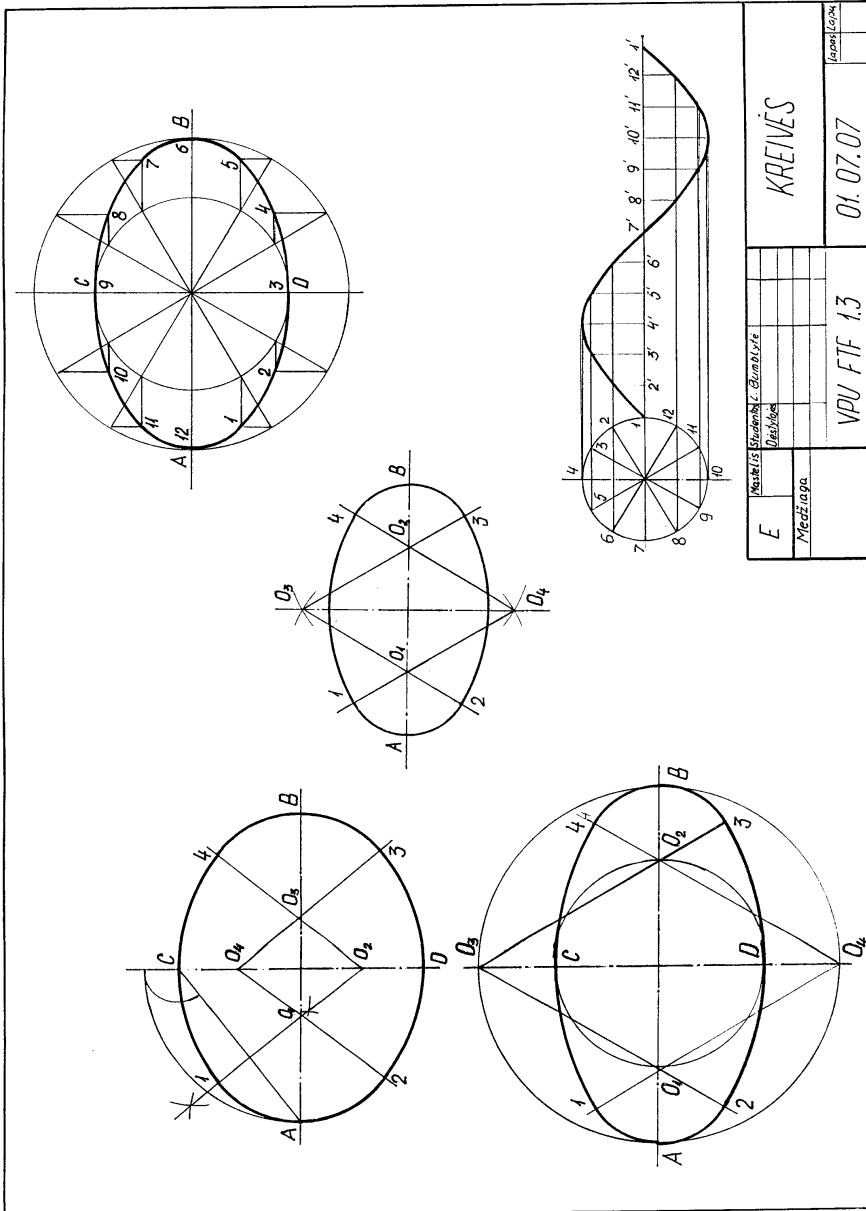


f) apskritimo evolventė [L3 69 - 70]

7.9 lentelė

Eil. Nr.	Matmuo mm
	D
15	20
16	16





E	Matė (S)	Erasmus	Chomskis	KREIVĖS	01.07.07
	Mechizaga				
				VPD FTF 1.3	
					01.07.07

76 pav. Namų darbo Nr.7 atlikimo pavyzdys

Literatūra

1. Baltrimas A. Inžinerinės grafikos žinynas. - V., 1997.
2. Sliesoriūnas V. Mašinų braižyba. - V., 1987.
3. Sliesoriūnas V., Jurgaitis J., Čiuprinas V. Inžinerinė grafika. - V., 1998.
4. Baltrimas A. Inžinerinė grafika. - V., 1995.
5. Baltrimas A. Inžinerinės grafikos uždavinynas. - V., 1995.
6. Ryvesas J. Standartinis šriftas. - V., 1987.
7. Богданов В.Н., Малежик И.Ф., Верхоль А.П. и др. Справочное руководство по черчению. - М., 1988.
8. Гордон В.О., Старожилец Е.Г. Почему так чертят. - М. 1988.
9. Федоренко В.А., Шошин А.И. Справочник по машиностроительному черчению. - Л., 1976..

Turinys

Pratarmė	3
I. Braižybos šriftai	4
II. Brėžinių apiforminimas	11
III. Brėžinių linijos	15
IV. Matmenų žymėjimas	23
V. Nuolydis ir kūgiškumas	31
VI. Geometrinė braižyba	36
VII. Skriestuvinės ir lekalinės kreivės	51
Literatūra	58

Arvydas Jonas Iržiikevičius
Nijolė Bulovienė

BRAIŽYBOS ĮVADAS

Metodiniai nurodymai su darbų užduotimis

Tir. 150 egz. 3,75 sp. l. Užsak. Nr. 63
Išleido Vilniaus pedagoginis universitetas
Maketavo ir spausdino VPU leidykla
Kaina sutartinė