

Kiri nr. 1.

EESTI KORRESPONDENTS-INSTITUUT.

Eesti Merekool.

GEOMEETRILINE JOONESTAMINE.

Koostanud dipl.
ins. M. Nõmmik

E e s m ä r k.

Geomeetrilise joonestamise ülesandeks merekooli ettevalmistus-
klassi kursuses on õpetada ja harjutada tulevase laevajuhtkonna
liikmeid kasutama joonestamise vahendeid ja materjale, et oma ame-
tis tekijuhtkonna liikmed võiksid teostada joonestustehniliselt
puhtalt kaarditöid, laadungiplaanide koostamist, diagrammide joo-
nestamist ja hõlpsasti aru saada laevatöö ja muudest ettetulevatest
plaanidest; samuti masina-alal õppijaile sellega anda tugevat alust
joonestamises ja joonestustest arusaamiseks, mis võimaldaks neile
järgmises, see on - III-järgu laevamehhaanikute eriklassis taga-
järjekalt õppida tehnilisi aineid jooniste järgi ja ka jätkata edu-
kalt seal joonestamist, üle minnes masina-ala joonestamisele nende
ameti tarviduse ulatuses.

Teiseks, kergendab ja soodustab geomeetrilise joonestamise
oskus õpilastele matemaatika ülesannete lahendamist ja vastavate
visandite joonestamist.

Ka avaldab joonestamine, kui üks puhtust, korda ja täpsust
nõudev õppeaine, kasvatuslikku mõju aineõppijaile ja süvendab kor-
ra-, puhtuse- ja ilutunnet.

J o o n e s t a m i s t a r b e d.

Vajalikud joonestusvahendid merekooli õpilasele on järgmised:

- 1) Joonestuslaud.
(Ritbräde) Joonestuslaua suurus tuleb valida
vastavalt kõige suuremale ettetuleva-
le joonisele. Käesolevas kursuses
ettenähtud ülesannete joonestamiseks
piisab lauast, mille mõõdud on ca
38 x 50 cm.
- 2) Vinkelliineal (vinkeljoonlaud) - see on kas kindla või pöö-
(Vinkellinjal) ratava vinkel otsakuga liineal. Otsak
liinealil on selleks, et võimaldada
liinealiga tõmmata paralleelseid joo-
ni, kui nihutada liineali joonestus-
laual üles-alla, hoides seejuures
otsakut tihedalt vastu joonestuslaua
serva. Liineali pikkus peab olema sel-
line, et ulatuks üle joonestuslaua
pikema külje (Antud juhul 50 cm).

Märge. Mõõgil leidub ka joonestus-
laudu külgemonteeritud paralleelselt
liikuva horisontaalse liinealiga. Sel

korral, iseenesest-möista, ei ole vajadust lahtise vinkelliineali ostmiseks.

3) Kolmnurgad:
(Vinkelhakar)

üks $30^{\circ}/60^{\circ}$ ja teine 45° nurkadega.

Kolmnurgad leiavad kasutamist vertikaal- ja kallakjoonte tõmbamisel. Vertikaaljoone tõmbamiseks surutakse kolmnurga üks kaatet vastu horisontaalset vinkelliineali joonestuslaual ja joon veetakse mööda teist kaatetit.

Esimese ülalnimetatud kolmnurga pikem kaatet võiks ca 35 cm pikk olla. Teine kolmnurk võib olla väiksem.

4) Möödupuu - millimeetrites. Soovitatav valge skaalaga ja mustade jaotusjoonte ja numbritega.
(Mättsticka)

5) Sirklikarp.
(Ritbestick)

Sirklikarp peab sisaldama vähemalt a) ühe vahetatavate otstega ja põlveliigendiga sirkli (insatspassare).

Sirkli teravikud peavad olema vahetatavad ja liigend kruviga reguleeritav, mitte aga kokku needitud. Üks vahetatav otstükk on grafiitsüdamik, teine - tuši jaoks.

Sellele hädavajalikule sirklile lisaks on soovitatav omada kroonsirkli (fjäderpassare) - täpsete mõõtude ülekandmiseks. Kroonsirkli haare on mikromeeterkruviga seatav. Kroonsirkel peab samuti omama vahetatavaid teravikke ja otstükke nii tuši kui grafiidi jaoks, - siis asendab ta ühtlasi nullsirkli ja temaga on võimalik joonestada vähemaid ja isegi väga väikseid ringisid. (Geomeetrilise joonestamise ülesannetes "antud punktid" nii ka tähtsamad "saadud punktid" märgitakse teatavasti ringikestega).

b) Teise hädavajaliku riistana peab sirklikarp sisaldama joonsule (dragstift) tuši jaoks.

6) Lekaalid
(Kroklinjäl)

üks suurem (ca 25 sm), teine väiksem mitmesuguste kõverustega.

Lekaalid leiavad kasutamist kõverate joonte tõmbamisel, mis ei ühtu ringjoonega.

7) all
(Gradskiva)

nurkade mõõtmiseks kraadides.

8) Redissuled 2 tk:

üks $3/4$ mm ja teine $1/2$ mm - tusiga kirjutamiseks.

Soovitatav on veel omada üht väikest sulge terava otsaga (textpenna) - peene kirja ja paranduste jaoks.

Peale selle on vajalikud järgnevad joonestusmaterjalid:

- 9) Joonestuspaber.
(Ritpapper)
Geomeetrilise joonestamise ülesanded tuleb joonestada heale, tihedale valgele joonestuspaberile, mis ei anna kiudusid ja millel tušš ei imbu laiali. Niisuguste vajalike omadustega on nii-nimetatud Watmani paber või Wasa ritpapper Rootsis.
Joonised, millest soovitakse teha valguskoopiaid, joonestatakse kas läbipaistvale (transparent) paberile või kalkale (kalkerväv). Viimane on eriline löuend, mis prepareerimise teel on tehtud siledaks ja läbipaistvaks.
- 10) Joonestuspliiatsid.
(Blyertspennor)
Joonestamiseks kasutatakse hea kvaliteediga ja peenelt liigitatud kõvadusastmikuga pliiatseid, harilikult mitte pehmemaid kui märgiga HB, enamasti 2H, 3H.
Joonestuspliiatsid tuleb teritada pikalt, koonusekujuliselt. Grafiidi ots teritatakse peeneima liivapaberil peal.
- 11) Kustutuskumm.
(Radergummi)
Soovitav pehmemat sorti.
- 12) Tušš.
(Tusch)
Must tušš on sügavat-musta värvi. Kui vab võrdlemisi kiirelt. Mägil pudelites ja tuubides. Tuleb eelistada tuši-tuubisid, sest selle kasutamine on hõlpsam ning ökonoomsem ja pole ümbermineku hädasõitu.
Värvilised tušid, nagu punane, sinine, roheline jne. on läbipaistvad. Neid kasutatakse diagrammide joonestamisel, jooniste abijoonte ja telgjoonte tõmbamisel jne. Joonis selle tagajärjel on elavam ja selgem.
- 13) Läätsnaelad.
(Häftstift)
Lääts- ehk paberinaelu kasutatakse joonestuspaberi kinnitamiseks joonestuslauale.
Sobivaimad on spetsiaal läätsnaelad õhukuse pea ja kolme teravikuga.
Soovitav on veel läätsnaelakujuline tsentriplaat (centrumstift), mida kasutatakse juhul, kui ühest tsentrist tuleb tõmmata sirkliga palju ringe. Nimetatud tsentriplaat ei lase sirkli jalga teravikku puurida läbi paberi suurt auku.

J o o n e s t a m i s e t e h n i k a .

1. Kõik ülesantud joonised tuleb esitada tušis. Kuid ei ole võimalik alata joonimist tušiga puhtalt, kui ei ole terve joonis

- 4 -

esiteks valmis pliiatsis, sest ainult pliiatsis saab kõik eeltööd, möötude ülekanded, kustutused ja parandused läbi viia. Tušijoonise korral tuleb esialgne pliiatsijoonis teha õrnalt ja võimalikult peente joontega, et oleks võimalik peale tuši kuivamist kergelt kõrvaldada kustutuskummi abil pliiatsi jälgi. Palju hõõrudes kummiga saab tušijoon osaliselt rikutud.

2. Tušši pannakse joonsule harude vahele tuši pudeli korgi küljes oleva teraviku või torukese abil. Selle puudumisel võib tarvitada tuši ülekandmiseks niiskuskindla paksu paberi ribakest või harilikku kirjutussulge sulepea otsas. Tuši tuubil on enesel vastavakujuline avaus tušši surumiseks otse joonsule harude vahele pipeti põhimõttel. Joonsulge ennast ei pisteta tušisse; ta peab väliskülgedelt täitma puhas ja kuiv olema, et mitte ära määrada liineali ja joonist.

3. Sule puhastamiseks hoida käepärast õhuke pehme riidelapike. Joonsule harude vahet tuleb töö keskel lapi abil korduvalt puhastada. Kõige parem on iga kord, siis, kui harude vahe on tühjaks saanud, et ära hoida kuivanud tuši tekkimist harude vahele, mis rikub joont.

Pärast joonte tõmbamist tuleb joonsulg eriti hoolikalt niiske lapiga tušist puhastada. Külgekuivanud tussi eraldamiseks ei tohi sulge noaga või mõne muu kõva esemega kraapida, mis rikub sulge.

4. Tušši asetatakse joonesule harude vahele korraga mitte palju, sest vastasel korral vajub ta oma samba raskuse mõjul paberile laiali ja rikub joonise, eriti just jämedamate joonte tõmbamisel. Palju oleneb muidugi tuši sordist ja joonsule laiusest. Üldiselt on soovitatav alguses katsetada tuši kvantumi piiri joonsules lühikeste jämedate kriipsude tõmbamisega proovipaberil.

Joone tõmbamisel hoitakse joonsulge väikse kallakuga tõmbe suunas.

5. Joonestamises ettetulevad harilikumad joonte liigid on järgmised:

- a) Täisjoon (pidevjoon)
- b) Kriipsjoon
- c) Punkt-kriips joon
- d) Punktjoon (punktliir)
- e) Peenike täisjoon
- f) Vabakäe joon

(Vaata joonist 1. jooniste lehe nr. 1 peal).

Jämeda täisjoonega (läbimõõt ca 0,6 - 1,0 mm) joonestatakse antud või otsitavad lõigud ja kujud, eseme kontuurid ja nähtavad detailid.

Kriipsjoonega (läbimõõt ca 0,3 - 0,5 mm) joonestatakse eseme varjatud detailid.

Kriipsjoone tõmbamisel tuleb rõhku panna, et kriipsud oleksid ühtlased, samuti nende vahed.

Punkt-kriips joonega tähistatakse kujundi või eseme sümmeetria teljed, jaotusringid, lõigete suunajooned ja uuemal ajal ka katkestusjooned.

Punktiir (punktjoon) asendab erijuhul peenikest kriipsjoont, näitab hiljem-kirjutatava teksti kohta blanketil jne. Punktide vahemaad peavad olema ühtlased.

Peenikese täisjoonega joonestatakse geomeetrilise joonestamise ülesannete lahendamise abijooned, üldiselt, üldiselt kõik mööt- ja distantsjooned ja lõikes esitatud pindade viirutusjooned.

Vabakäe joone abil näidatakse katkestust kui ei ole vajadust eset terves ulatuses joonestada, puu toimib jne. Vabakäega joonestamine (joonistamine) kuulub õieti graafika valdkonda. (Vaata joon. 2.)

M ä r g e. Projektsiooni-õpetuses kasutatakse sageli punktiire ja kriipsjooni ettekujutatavate suundamise (nn. loodimise) joonena projektsioonide kujundamisel.

6. Eseme nurkade joonestamisel tuleb tähele panna, et täisjooned kohtaksid üksteist, mitte aga ei lõpeks varem või ületaks üksteist; samuti ka kriipsjooned. (Vaata joonist 3.)

Punkt-kriipsjooned ja kriipsjooned ristlemisel peavad lõikuma kriipsu kohas. (Vaata joon. 4)

7. Tušiga joonte tõmbamisel esialgselt pliiatsis valminud joonisele - tõmmatakse kõigepealt kaared ja muud kõverikud ja siis alles sirgjooned. Eriti tähtis on see ümardatud nurkade joonestamisel.

Kahe kaare ühendamiseks on kergem tõmmata kaarte otste vahele joont, kui kahe sirgjoone vahele neid ühendavat kaart. (Vaata joon. 5.)

8. Paljude radiaalsete joonte suunamisel ühte punkti katkestatakse jooned juba enne punkti jõudmist, et ära hoida omavahel kokkusattumist ja tuši pleki tekkimist. (Vaata joon. 6.)

9. Lekaalidega mitmesuguste kõverikkude, näiteks ellipsi, parabooli, diagrammide jne. tõmbamisel läbi niisuguste punktide rea, mille kohta on teada, et need asetsevad joonestataval kõverikul, otsitakse esiteks sobiv lekaali kõverus lähestikku asuvatele punktidele ja tõmmatakse siis ainult see osa kõverikku, mida just need punktid määravad, mis lekaaliga ühtuvad. Järgmise osa kõverikust saab tõmmata samal viisil uut sobivat lekaali kumerust järgnevatele punktidele reas otsides.

10. Sirkli tarvitamisel tuleb sirkli teravik ja sirkli ots-tükk vastavates liigendites seada risti paberile. Vastasel korral sirkli tušisulg kriipsutab ainult ühe oma haru servaga ja sirkli teraviku ots ei seisa kindlalt paberil ning rikub paberit.

11. Üldine nõue kõigi jooniste kohta on: täpne ja puhas töö. Halvasti tehtud joonised tuleb uuesti teha ja esitada teiskordselt läbivaatamisele.

J o o n e s t u s e f o r m a a t .

Rahvusvaheliselt on kokku lepitud tarvitada kindlaksmääratud joonestuste formaate, nii-nimetatud standardformaate, mille tähised ja mõõdud on järgmised:

Formaadi tähis	Valmislöigatud joonise mõõdud mm
A 0	841 x 1189
A 1	594 x 841
A 2	420 x 594
A 3	297 x 420
A 4	210 x 297
A 5	148 x 210
A 6	105 x 148

Loetletud formaadid on joonise nn. puhtad mõõdud. Et võimaldada paberi kinnitamist joonestuslauale, võetakse paber toorformaadis veidi suurem, mis pärast joonise valmissaamist lõigatakse õigesse formaati.

Nagu tabelist näha, saab iga järgmist formaati eelmise formaadi poolitamisega, kus juures aga kõikidel formaatidel pikkuse ja laius suhe on 1,42.

N o r m i k i r i .

Joonisel olev kiri ja arvud peavad olema selgelt loetavad ja ühtlasi olema ilusad ning kergelt kirjutatavad. Mulje parimast konstruktsioonist ning hoolikast joonestusest võib täielikult häiritud saada lohakast kirjast või numbritest.

Kirjastiil on mitmeid: blokkstiil, kursiiustiil, ladina- stiil, gootistiil, tehniline normikiri, arhitektistiil, kaardistiil, mitmesugused reklaami- ja dekoratsioonistiilid.

Mida lihtsam on kirjastiil joonisel, seda parem. Niisugusena esineb normikiri.

Jooniste lehel nr. 2 on esitatud normikirja tähestik ja numbrid neljas suurusejärgus. (Vaata jooniseid 7., 8., 9., 10.).

Normikirja kallakus on 70°.

Tähtede ja numbrite suurus on sõltuv joonise ja teksti iseloomust.

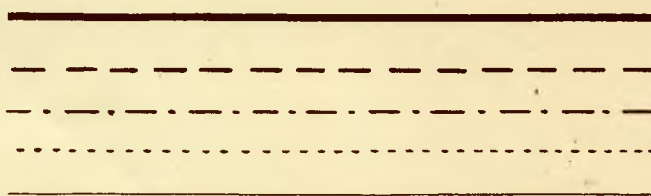
Enamsobivad suurused on:

- 2 mm ja 3 mm - teksti ja mõõtandmete tarvis,
- 5 mm - kolonni pealkirjade ja detaili numbrite tarvis,
- 7 mm - joonise pealkirja ja joonise numbriga tarvis.

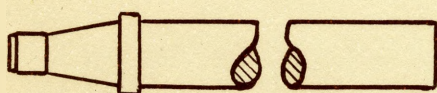
Trükiivad Geomeetrilise Joonestamise esimeses õppekirjas.

Leheküljel	Mitmendal real	On kirjutatud	Peab olema
3	5. rida alt	jalga	jala
8	5. rida alt	tarvitatav	tervitatav
8	16. rida alt	perifeerialt.	perifeerialt:
9	5. rida alt	joon. 16. p.4.	joon. 16. p.5.
9	14. rida alt	L FGY = L ABC	$\angle$ FGY = $\angle$ ABC
9	18. rida alt	punktist I	punktist J
10	2. rida pealt	L COD = L DOE = L EOF	$\angle$ COD = $\angle$ DOE = $\angle$ EOF
11	17. rida alt	mikromeeter, kruviga	mikromeeterkruviga
Jooniste lehel nr 5	Joonisel 17. p.5.	Puuduvad tähed A ja B	Märkida ringi hori- sontaaltelje vasak ots tähega A ja ver- tikaaltelje ülemine ots tähega B.

- a) Täisjoon (pidevjoon)
 b) Kriipsjoon
 c) Punkt-kriipsjoon
 d) Punktjoon (punktiir)
 e) Peenike täisjoon



JOON. 1.



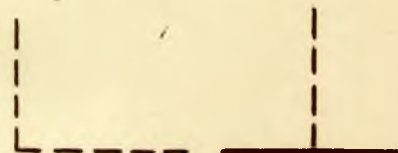
JOON. 2.



Õige

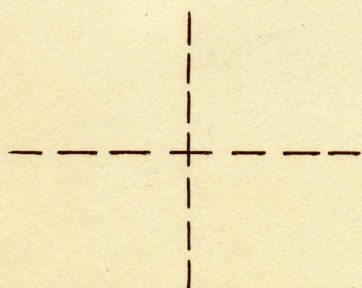


Väär

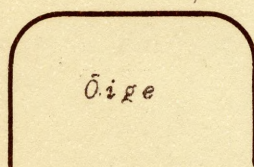
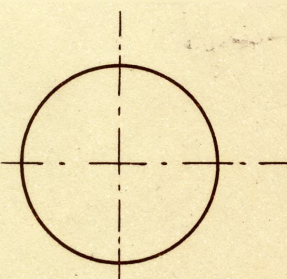


Õige

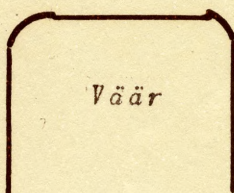
JOON. 3.



JOON. 4.

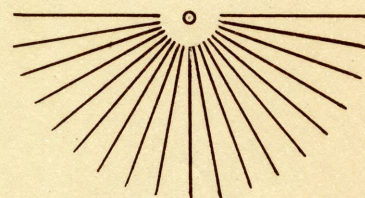


Õige



Väär

JOON. 5.



JOON. 6.

2. *abcdefghijklmnopqrstuvxyzäö*
 2. *ABCDEFGHIJKLMNopQRSTUVWXYZÄÖ*
 2. *1234567890*

JOON. 7.

3. *abcdefghijklmnopqrstuvxyzäö*
 3. *ABCDEFGHIJKLMNopQRSTUVWXYZÄÖ*
 3. *1234567890*

JOON. 8.

5. *abcdefghijklmnopq
rstuvxyzäö*
 5. *ABCDEFGHIJKLMNOPQ
RSTUVWXYZÄÖ*
 5. *1234567890*

JOON. 9.

7. *ABCDEFGHIJKLMNOPQ
RSTUVWXYZÄÖ*
 7. *1234567890*

JOON. 10.

Mitmesugused sirgjooned			10
EKI Eesti Merekool	Joon.nr 14. 12-IX-1949	Arnold Peterson Ettevalmist. kl. õpilane	15
50	30	70	

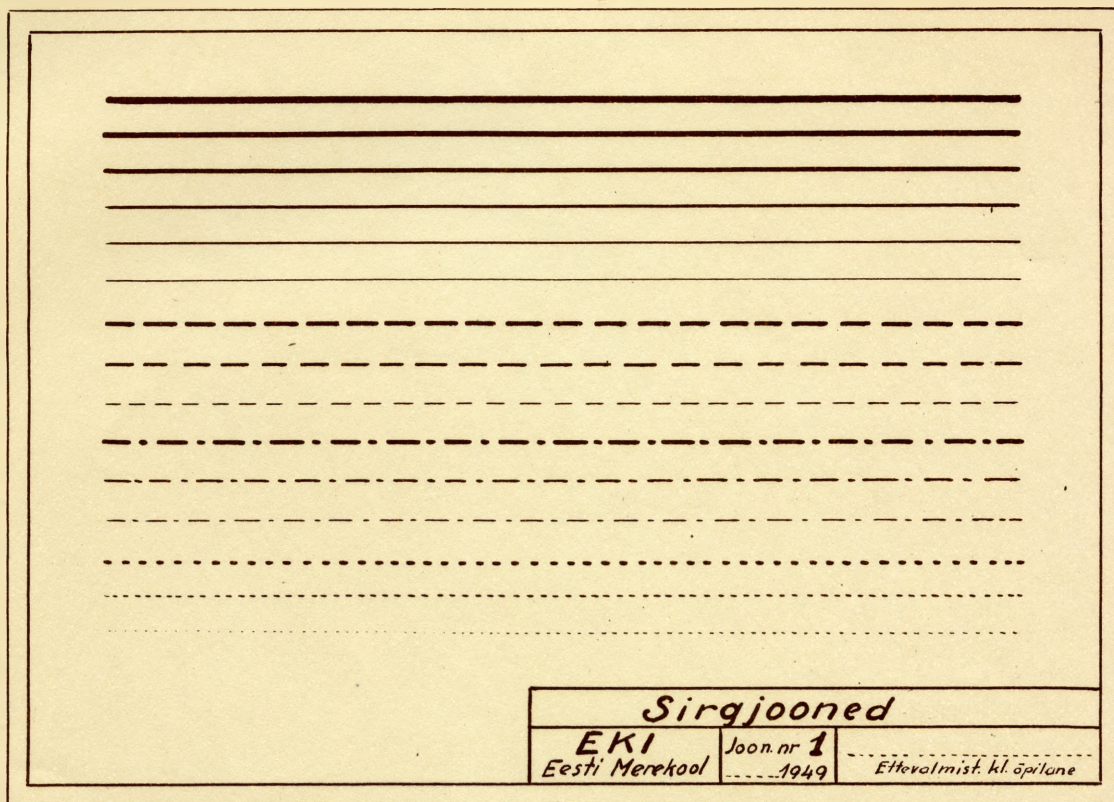
JOON. 11.

15	105	30	
4.	Hoone perspektiivis		5
3.	Sõõr ruudu sees persp.		5
2.	Sõõr perspektiivis		5
1.	Kuup perspektiivis		5
Nr	Kujundi nimetus	Märkmed	7
Perspektiiv			10
EKI Eesti Merekool	Joon. nr 1949	 Ettevalmist. kl. õpilane	15

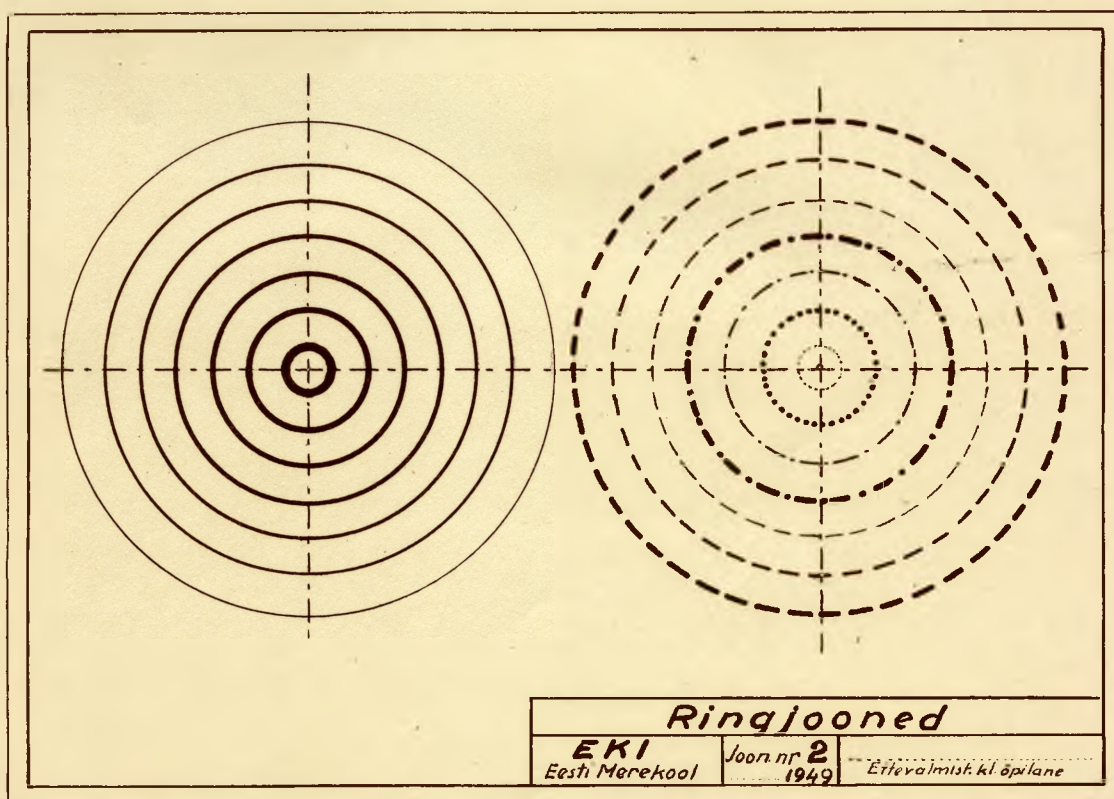
JOON. 12.

15	55	10	40	30	
5.	Tihendus	1	Puuvillane nöö	Impregneeritud	5
4.	Kruvi	2	Raud		5
3.	Tihenduskarbi krae	1	Pronks		5
2.	Ventiili punn	1	Pronks		5
1.	Ventiili keha	1	Pronks		5
Det.nr	Nimetus	Arv	Materjal	Märkmed	7
Veekraan					10
Maastaap 1:1	Joonis nr 5 1949	Linna Veevärgi Töökojad	Joonestanud:		15
			Kontrollinud:		
20	30	40	60		

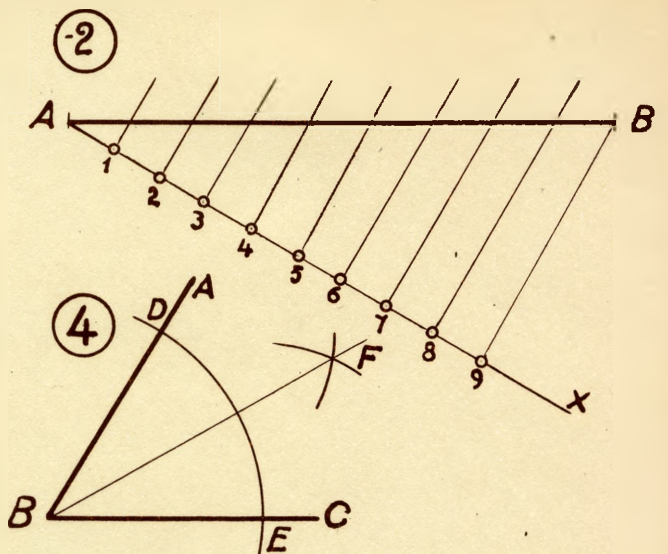
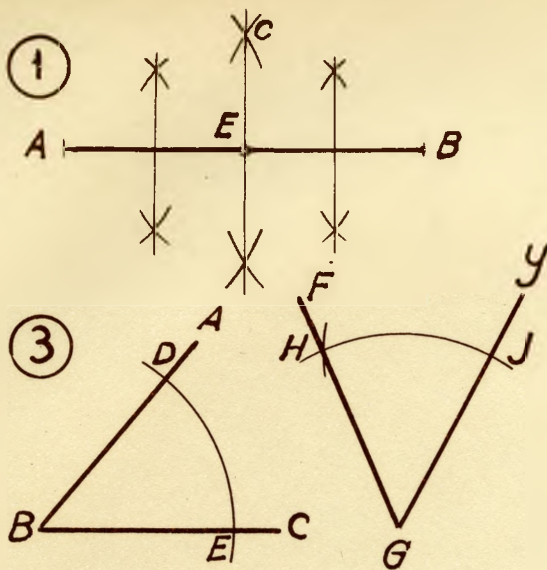
JOON. 13.



JOON. 14.

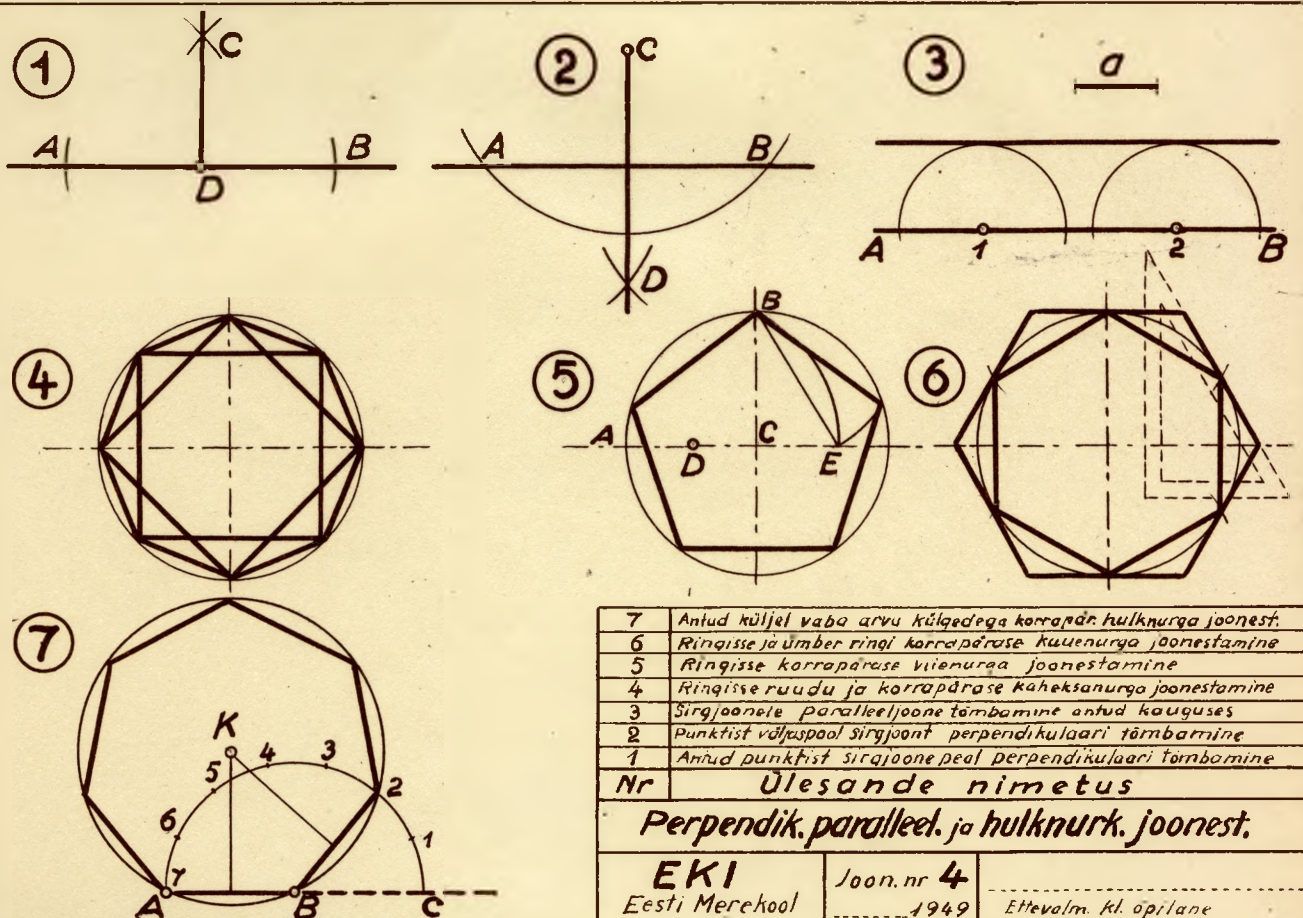


JOON. 15.



5	Tõisnurga jaotamine kolmeks võrdseks osaks
4	Nurga jaotamine kaheks võrdseks osaks
3	Nurga konstrueerimine, mis võrdne antud nurgale
2	Sirge joonlõigu jaotamine võrdseteks osadeks vabal arvul
1	Sirge joonlõigu jaotamine kaheks võrdseks osaks
Nr	Ülesande nimetus
Joonte ja nurkade jaotamine	
EKI	Joon. nr 3
Eesti Merekool	1949
Ettevalm. kl. õpilane	

JOON. 16.



7	Antud küljel vaba arvu külgedega korrapär. hulknurga joonest.
6	Ringisse ja ümber ringi korrapärase kuuenurga joonestamine
5	Ringisse korrapärase viienurga joonestamine
4	Ringisse ruudu ja korrapärase kaheksanurga joonestamine
3	Sirgjoonele paralleeljoone tõmbamine antud kauguses
2	Punktiist väljapoole sirgjoont perpendikulaari tõmbamine
1	Antud punktist sirgjoonele peal perpendikulaari tõmbamine
Nr	Ülesande nimetus
Perpendik. paralleel. ja hulknurk. joonest.	
EKI	Joon. nr 4
Eesti Merekool	1949
Ettevalm. kl. õpilane	

JOON. 17.

Väikesed lahkumineked on lubatavad, olenevalt kasutada olevast ruumist jm.

Väikeste tähtede kõrgus on $2/3$ suurte tähtede kõrgusest.

Üldiselt kirjutatakse normikiri vaba käega, kuid suurema kirja kirjutamiseks tušiga kasutatakse ka erilisi sabloneid ja erilisi torukujulisi sulgi.

Normikirja kirjutamisel tõmmatakse pliiatsiga õrnalt jooned ette ja kirjutatakse täpselt joonte vahele. Kirja üldpilt olgu ühtlane: ei tohi paista mõnede tähtede vahed suuremad või väiksemad kui teised. Sõnade vaheline vahemaa olgu nii lai, nagu oleks reas üks täht Q vahele jäetud.

Juhul, kui on tarvis kirjutada kindel tekst ettemääratud lahtrisse või teatud suurusega pind-alale, siis peab alati enne tušiga kirjutamist teksti pliiatsis õrnalt sinna ära paigutama; vastasel korral võib kiri mitte ära mahtuda või halvasti paigutatud saada.

K i r j a n u r k j a t ü k i t a b e l .

Joonise parempoolses alumises nurgas, n.n. "kirjanurgas", märgitakse normikirjaga joonise pealkiri, asutuse nimetus, joonise number ühes valmistaamise daatumiga ja joonestaja nimi.

(Vaata joonist 11. jooniste lehe nr. 3 peal).

Sel juhul, kui joonisele on asetatud mitu detaili või kujundit, siis nummerdatakse need joonisel numbritega sõõris

- ja kirjanurk suureneb

tükitabeliga, milles järjekorra numbrid lähevad alt üles. (Vaata joonist 12.).

Selline viis on valitud põhjusel, et joonestades kujundeid järjekorras ülalt allapoole ja täites samaaegselt tükitabelit alt ülespoole, ollakse alati selgusel jätkuva ruumi suhtes paberil.

Vajaduse korral antakse kirjanurgale niisugune vorm, et sinna mahuks veel teisi vajalikke andmeid, nagu joonise maastaap (möötkava), konstruktori, kontrollija ja kinnitaja nimed, joonise uuega asendamise märged jne. Tükitabelisse lisatakse detailide arv, materjal, termilise töötlemise viis, mudeli number jne.

Joon. 13. Jooniste lehel nr. 3 kujutab lihtsamat kirjanurka ühes tükitabeliga.

Üldiselt kirjanurga ja tükitabeli põhimõtte on vastu võetud. Kuna aga igal erialal on omad erinevad vajadused andmete tarvis, siis peensustes antakse kirjanurgale ja tükitabelile mitmesugused vormid ja sisu.

Joonestatud kujundite ja kirjanurga ümber jäetakse joonisel alati vaba äär. Joonistel, mis tuleb asetada kausta, on vasak vaba äär joonise kinnitamiseks kausta ca 20 - 25 mm. Teised vabad ääred on 5 mm ja suurtel joonistel kuni 10 mm.

Vaba ääre sisemiseks piiriks tõmmatakse pideva joonega joonise raamjoon.

U l e s a n d e d.

Seoses esimese õppekirjaga tuleb õpilastel täita järgmised joonestusülesanded ja esitada need Eesti Korrespondents-Instituudile läbivaatamiseks ja hindamiseks:

1) Sirgjoonte joonis.

Formaat A 4. Vabäär 5 mm kõigil neljal küljel. Jättes seespool raamjoont veel ca 2 cm - laiuselt ümberringi ruumi vabaks, - tõmmata 1 cm vahemaaga

- a) 6 pidevat joont mitmesuguses jämeduses, alates 1 mm jämedusest ja lõpetades kõige peenemaga, mida võimaldab joonsulg.
- b) 3 kriipsjoont: 1 jäme (0,6 mm), 1 keskmine, 1 peenike.
- c) 3 punkt-kriipsjoont: 1 jäme (0,6 mm), 1 keskmine, 1 peenike.
- d) 3 punktjoont: 1 jäme, 1 keskmine, 1 peenike.

Joonise all paremas nurgas täita kirjanurk normikirjas.
(Vaata joon. 14. jooniste lehel nr. 4).

2) Ringide (kaarte) joonis.

Formaat A 4. Raamjoon ja kirjanurk nagu eelmisel joonisel. Joonisele tuleb paigutada kaks gruppi ringjooni: a) pidevad ringjooned ja b) katkestatud ringjooned.

- a) Pidevad ringjooned joonestada 1 sm vahemaaga alates peeneimaga perifeerial ja lõpetades jämedaga südamikus.
- b) Katkestatud ringjooned tuleb joonestada samuti 1 sm vahemaaga ja nimelt alates perifeerialt.

3 kriips-ringjoont: 1 jäme, 1 keskmine, 1 peenike.

2 punkt-kriipsringjoont: 1 jäme, 1 peenike.

2 punkt-ringjoont: 1 jäme, 1 peenike.

(Vaata joon. 15.).

3) Joonised, mis käsitlevad geomeetriliste ülesannete lahendamist ilma mõõdupuu ja mallita.

Üldjuhul: Kõik antud ja ülesannete lahendusena saadud jooned tõmmatakse ca 0,8 mm jämeduse täisjoonega.

Ülesande lahendamise abijooned seevastu tõmmatakse võimalikult peente pidevjoontega. Värviliste tušside kasutamine abijoonte tõmbamisel tarvitav.

JOONTE JA NURKADE JAOTAMINE.

- a) Jaotada sirge joonlõik keskristjoonega kaheks võrdseks osaks. (Vaata joon. 16. p. 1. jooniste lehel nr. 5.).

Sirge AB poolitamiseks tõmmatakse sirkli haardega, mis ulatub üle poole AB pikkusest, punktidest A ja B kui keskpunktidest kaard.

Läbi kaarte lõikumispunktide tõmmatud sirgjoon CD poolitab antud sirgjoone AB punktis E ja on sellele perpendikulaarne (ristjoon).

Neljaks võrdseks osaks jaotamisel toimitakse samal viisil, kummalgi poolt uuesti poolitades.

- b) Jaotada sirge joonlõik võrdseteks osadeks vabal arvul.
(Vaata joon. 16. p.2.).

Selleks, et jagada antud sirgjoont AB võrdseteks osadeks vabal arvul (näiteks 9-ks osaks), tõmmatakse punktist A vabalt kallak abijoon AX ja selle abijoon peale möödetakse sirkli abil alates punktist A sama arv (9) vabalt võetud lõiku.

Viimane sirklisammu punkt (9.) ühendatakse antud sirgjoone lõpp-punktiga B.

Siis seatakse lahtine liineal ja kolmnurk (või kaks kolmnurka üksteise vastu serviti surutult) sarnaselt joonestuslauale, et kolmnurga üks külge ühtuks joonega 9 B. Lihistades nüüd kolmnurka mööda paigalseisvat liineali (või teist kolmnurka), tõmmatakse jooned läbi punktide 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2 ja 1, mis tegelikult on omavahel paralleelsed ja mis jaotavad antud joone AB üheksaks võrdseks osaks.

- c) Ehitada nurk, mis on võrdne antud nurgale.

Antud on nurk ABC (Vaata joon. 16. p. 3.).

Esiteks tõmmatakse vabalt üks sirgjoon Gy ja vaba muutmatu raadiusega punktidest B ja G veetakse kaared. Kaare otsepikkus DE võetakse sirkli harude vahele ja möödetakse punktist I sealsele kaarele. Seega saadakse punkt H.

Tõmmates sirgjoone läbi punktide G ja H ongi ülesanne lahendatud:

$$L FGY = L ABC.$$

- d) Jagada nurk kaheks võrdseks osaks.
(Vaata joon. 16. p. 4.).

Ülesande lahendamiseks tõmmatakse vaba raadiusega kaar punktist B. Kaare lõikumispunktidest nurga külgedega D ja E veetakse uuesti kaared raadiusega, mis ulatuks üle poole vahemaa DE.

Saadud lõikumispunkt F ühendatakse antud nurga tipuga B sirgjoonega. Sirgjoon BF ongi nurga poolitaja (bissektriss).

- e) Jagada täisnurk kolmeks võrdseks osaks.

Täisnurk AOB (vaata joon. 16. p.4.) joonestatakse kolmnurga kaatetite abil.

Kolmeks võrdseks osaks jagamiseks tõmmatakse punktist O vaba raadiusega kaar CF, ning punktidest C ja F sama raadiusega kaart CF lõigates, saadakse lõikepunktid D ja E.

Ühendades punktid D ja E nurga tipuga O, saadakse kolm võrdset nurka: $L\ COD = L\ DOE = L\ EOF$; igaüks neist on 30° .

PERPENDIKULAARIDE JA PARALLEELIDE JOONESTAMINE.

(Need kolm ülesannet lahendada ilma kolmnurga abita).

f) Antud punktist sirgjoone peal tõmmata sellele perpendikulaar (ristjoon). (Vaata joon. 17. p. 1.).

Antud punkt sirgjoonel on D.

Ülesande lahendamiseks mõeldakse sirkliga antud punktist D kaks omavahel võrdset kaugust AD ja DB ning saadud punktidest A ja B tõmmatakse raadiusega, mis ületab AD, kaared.

Kaared lõikuvad punktis C.

Sirgjoon läbi punkti C ja antud punkti D ongi otsitav perpendikulaar.

g) Punktist, mis asub väljaspool sirgjoont, tõmmata sellele perpendikulaar. (Vaata joon. 17. p. 2.).

Ülesande lahendamiseks tõmmatakse antud punktist C kaar raadiusega, mis ulatub lõikama sirgjoont. Lõikepunktidest A ja B tõmmatakse uuesti kaared, mis lõikuvad omavahel punktis D.

Sirgjoon läbi antud punkti C ja lõikepunkti D ongi otsitav perpendikulaar.

h) Sirgjoonele AB tõmmata paralleeljoon, mis asuks joonest AB antud kauguses a. (Vaata joon. 17. p. 3.).

Antud kaugus a võetakse sirkli haardeks ja joonestatakse sirgjoone kahest vabalt valitud punktist poolringid ühelt pool sirget.

Poolringidele tõmmatakse liineali abil ühine riivaja; - see ongi otsitav paralleeljoon.

HULKNUKKADE JOONESTAMINE.

i) Joonestada antud ringisse ruut ja korrapärane kaheksanurk (tippudega ringil). (Vaata joon. 17. p. 4.)

Läbi antud ringi keskpunkti tõmmatakse vinkelliineali abil horisontaalne sümmeetriatelg ja kolmnurga abil - vertikaalne sümmeetriatelg.

Ühendades telgede lõikumispunkte ringil omavahel sirgetega, saadakse ruut tipuga püsti.

Asetades 45° -kolmnurga hüpoteenuusiga vastu horisontaalset liineali, - saab läbi ringi keskpunkti tõmmata teljed 45° nurga all. Viimaste lõikumispunktide ringil ühendades omavahel, - saadakse lamav ruut. Seega on leitud kaheksa punkti ringil, mida ühendades järjekorras saadakse korrapärane kaheksanurk.

j) Joonestada antud ringisse korrapärane viisnurk. (Vaata joon. 17. p. 5.).

Kõigepealt veetakse ringi vertikaalne ja horisontaalne sümmeetria telg, nagu seda tehti eelmises ülesandes.

Raadius AC jagatakse pooleks (vaata ülesannet a) ja joonist 16. p. 1.) ja saadud jaotuspunktist D raadiusega DB veetakse kaar, mis lõikab telje punktis E.

Sirgjoone BE pikkus ongi otsitava korrapärase viisnurga külje pikkus, mida siis sirkli teravikkude vahel ringjoonele kantakse viie sammuga, märkides seega korrapärase viienurga tippude asupaigad.

k) Joonestada antud ringisse ja ümber ringi korrapärane kuusnurk. (Vaata joon. 17. p. 6.).

Hoides antud ringi raadiust muutumatult sirkli haardes, möödetakse sellega mööda ringjoont kuus sammu; - seega saadakse korrapärase kuuenurga tipud.

Ümber ringi korrapärase kuusnurga joonestamiseks kasutatakse $30^\circ/60^\circ$ - kolmnurka joonisel kriipsjoonega näidatud viisil.

Horisontaalsed küljed tõmmatakse vinkelliinealiga.

1) Joonestada vaba arvu külgedega korrapärane hulknurk, kui on antud külje pikkus.

Konstrueerida, näiteks, 7-nurkne korrapärane hulknurk. (Vaata joon. 17. p. 7.).

Külje antud pikkuseks on lõik AB.

Ülesande lahendamiseks pikendatakse joont AB ja raadiusega AB punktist B, kui keskpunktist, joonestatakse poolring.

See poolring jaotakse möötmissirkliga nii mitmeks võrdseks osaks, kui palju nurki soovitakse korrapärasel hulknurgal (käesoleval juhul seitsmeks)

(Eriti sobiv täpsaks jagamiseks on mikromeeter, kruviga kroonsirkel, sest selle haaret saab kruviga äärmiselt täpselt seada, seni kuni õnnestub jagada poolringi täpselt seitsmeks osaks, jagada, sirkliga sammudes mööda kaart, alates punktist C.)

Keskpunkt B ühendatakse alati jaotuspunktiga nr 2.

Seega omame juba kaks külge otsitaval korrapärasel seitsenurgal; need on AB ja B 2, mis on omavahel võrdsed, kui ühe ja sama poolringi raadiused.

Selleks, et leida ülejäänud 5 külge seitsenurgal, tuleb joonestada alguses ringjoon, mis hõlmab seda korrapärast seitsenurka.

Ring leitakse sel teel, et veetakse ringjoon läbi kolme punkti: A, B ja 2. Selleks jagatakse nii külge AB, kui B2 keskristjoonega pooleks (nagu ülesandes 3 a läbi võeti). Keskristjoonte lõikumispunkt K on ühekaugusel punktidest A, B ja 2 ja ongi otsitava ringi keskpunkt.

Joonestades nüüd ringjoone läbi punktide A, B, 2 ja märkides möötsirkliga hulknurga külje antud pikkuse veel viis korda ringile

(mis peab mahtuma täpselt ja ilma jäägita.), ongi leitud kõik seitsenurga tipud.

Uldmärkus. Geomeetriliste ülesannete lahendamise joonised (3 - a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l) paigutada, nii kuidas keegi soovib, kas kahele või kolmele joonisele formaadis A 4 ja kujundid (detailid) joonestada umbes $1\frac{1}{2}$ suuruses, kui nad on näidatud jooniste lehel nr. 5.

Iga joonis varuda kirjanurga ja tükitabeliga normikirjas.

Kirjanurga ja tükitabeli mõõdud on antud joonisel 12. Märkmed tabelis ära jätta.

Joonised saata Instituuti läbivaatamiseks murdmatult.