

EESTI PÕLLUMAJANDUSE AKADEEMIA

S. RIIVES ja A. RUUBEL

KUJUTAVA  
GEOMEETRIA  
KONTROLLTÖÖDE  
METOODILINE  
JUHEND

TARTU 1968

A-29294

EESTI PÖLLUMAJANDUSE AKADEEMIA

S. DIIVES ja A. DUUBEL

KUJUTAVA  
GEOMEETRIA  
KONTROLLTÖÖDE  
METOODILINE  
JUHIEND

TARTU 1968

Эстонская сельскохозяйственная академия

г. Тарту, Рийа, 12

З. Рийвс, А. Руубель

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КОНТРОЛЬНЫМ ЗАДАНИЯМ  
ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

На эстонском языке

IV trükk

Vastutav toimetaja: J. Gabovits

---

Paljundamiseks antud 10. I 1968. Paber 60x84/16 sm.

Trükipoognaid 1. Tingtrükipoognaid 0,91. Arvestus-  
poognaid 0,8. Tirasž 1000. Tellimise nr. 8

EPA rotaprint, Tartu, Riia 12

Hind 3 kop.

## E e s s õ n a

Käesolev juhend on koostatud kasutamiseks EPA Kaugõppe-  
teaduskonna üliõpilastele. Juhendis on antud kontrolltööde  
ülesanded ja nõuded nende täitmise kohta. Ülesannete valikul  
on silmas peetud ülesannete mitmekesisust ning taotletud võimalust kinnistada teoreetilist kursust. Kontrolltööde koostamisel on mõningal määral allikana kasutatud varasemat meetodilist juhendit Н. Н. Иванов и И. С. Храмова - "Начертательная геометрия", Москва, 1960.

Tartus 8. veebruaril 1966. a.

Autorid

S. Riives ja A. Ruubel

## I. SISSEJUHATUS

Aine omandamiseks tuleb läbi töötada:

1) teoreetiline kursus vastavalt ettenähtud programmi-  
le. Õpikutena võib seejuures kasutada:

- a) O. Rünk, N. Paluver, Kujutav geomeetria, 1961,
- b) Н. Ф. Четверухин и др., Курс начертательной геометрии, 1963,
- c) Н. Н. Пшеничный и др., Курс начертательной геометрии, 1956,
- d) С. О. Гордон и др., Курс начертательной геометрии, 1961,
- e) E. Targo, Tehniline joonestamine, Tallinn, 1965

või mõnda muud kujutava geomeetria õpikut.

2) Teoreetilise kursuse kinnistamiseks tuleb süstemaatilisel iseseisvalt lahendada harjutusülesandeid, valides ülesannete kogudest ülesandeid vastavalt igale läbivõetud peatükile. Ülesannete kogudena võib kasutada:

- a) А. Д. Посвянский, Н. Н. Рыжов, Сборник задач по начертательной геометрии, 1963.
  - b) X. A. Арустамов, Сборник задач по начертательной геометрии.
  - c) А. К. Рудаев, Сборник задач по начертательной геометрии, 1959,
  - d) Н. Ф. Траутман, Сборник задач по начертательной геометрии в применении к различным областям техники, 1953,
  - e) A. Ruubel, S. Riives, Kujutava geomeetria koduseid harjutusülesandeid EPA Kaugõppeteaduskonna üliõpilastele, Tartu, 1963.
- 3) Et õppejõud saaks kontrollida üliõpilase iseseis-

valt omandatud teadmisi, tuleb üliõpilasel esitada 2 kontrolltööd kujutatavas geomeetrias: nr. 1 esimesel semestril ning nr. 2 teisel semestril, vastavalt määratud tähtaegadele.

Kujutava geomeetria kursus tuleb omandada kahe semestri vältel, kusjuures esimese semestri lõpul on arvestus, teise semestri lõpul eksam.

Arvestusele pääsemiseks on nõutav, et oleksid: 1) läbi töötatud aine kohustuslikust programmist peatükid 1 ja 2 ning 2) arvestatud kujutava geomeetria kontrolltöö nr. 1.

Kontrolltööde retsensioonid tuleb kaasa võtta nii arvestusele kui ka eksamile.

Arvestusel nõutakse: 1) ülesannete lahendamist vastavalt eelnimetatud peatükkide ulatusele, 2) lahendatud ülesannete lahendamisevõtete sisulist põhjendamist ruumilisest seisukohast ja joonisel, 3) retsensioonides märgitud puuduste parandamise oskust.

Eksamile pääsemiseks on nõutav, et: 1) oleks sooritatud arvestus, 2) oleksid arvestatud mõlemad kontrolltööd kujutatavas geomeetrias, 3) oleksid lahendatud kohustuslikud ülesanded harjutusvihikus nr. 2.

Eksamil nõutakse teoreetilisi teadmisi kogu kohustusliku programmi ulatuses ja nende teadmiste ratsionaalset rakendamist ülesannete lahendamisel.

## II. KOHUSTUSLIK PROGRAMM

### Sissejuhatus

Kujutava geomeetria aine ja põhimeetod (projektsiooni-meetod). Tsentraal- ja paralleelprojektsioon tasandile. Ristprojektsioon.

#### 1. Punkt, sirge, tasand

Punkti projektsioonid kahele ja kolmele projektsioonitasandile. Punkti kompleksjoonise ehk kaksvaate ja tema Cartesiuse ristkoordinaatide vaheline vastavus.

Projektsioonitasandite suhtes mitmesugustes asendites olevate sirgete projektsioonid. Punkt sirgel. Põhiülesanded: lõigu jaotamine antud suhtes, lõigu pikkus ja kaldenurgad projektsioonitasandite suhtes. Sirge jäljed projektsioonitasanditel. Sirgete vastastikune asend. Nähtavuse tingimused. Täismurga projektsioon. Ristsirged.

Tasandi määramine. Sirge tasandil. Tasandi horisontaalid, frontaalid ja profiilsirged (tasandi nivoojooned). Tasandi langusjooned. Punkt tasandil. Tasandiliste kujundite projektsioonid. Tasandi ja sirge vastastikune asend. Sirge ja tasandi ristseis. Tasandite vastastikune asend. Risttasandid. Sirge nähtavuse uurimine tasandi suhtes. Tasandi nähtavuse uurimine teise tasandi suhtes.

## 2. Projektsioonide teisendamise võtteid

Projektsioonitasandite vahetamine. Pööramine: a) ümber telje, mis on risti projektsioonitasandiga, b) ümber telje, mis on paralleelne projektsioonitasandiga. Tasaparalleelne teisendamine. Nende meetodite rakendusi positsiooniülesannete ja meetriliste ülesannete lahendamisel (kauguste, murkade, pindade jne. määramine).

## 3. Hulktahukad

Hulktahukate projektsioonide konstrueerimine. Hulktahukate tasandilised lõiked. Sirge lõikepunktid hulktahukaga. Hulktahukate vastastikune lõikumine. Hulktahukate pinnalao-tused.

## 4. Jooned ja pinnad

Tasandilised ja ruumilised kõverjooned. Kruvijoon. Pinna definitsioon. Pinna esitamine projektsioonjoonisel.

Joonpinnad. Silindrilised ja koonilised pinnad.

Pinnad paralleelimitasandiga (silindroid, konoid, hüperboolne paraboloid).

Ühekattene hüperboloid. Kruvipinnad (helikoidid).

Pöördpinnad. Teist järku pöördpinnad. Pinnad, mis tekivad ringjoone pöörlemisel ümber telje, mis asetseb ringjoone tasandil. Tsüklilised pinnad.

Pindade tasandilised lõiked. Sirge lõikepunktid pinnaga. Pindade vastastikune lõikumine. Pindade lõikejoonte määramisviisid.

Pinna puutujasirged ja puutujatasandid. Mõningate pindade puutujatasandite konstrueerimise näiteid. Laotuvad ja mittelaotuvad pinnad. Täpse, ligikaudse ja tingliku pinna-laotuse näiteid.

### 5. Aksonomeetrilised projektsioonid

Definitsioon ja põhimõisted. Rist- ja kaldaksonomeetria. Moondetegurid. Jälkolmnurk ja tema omadusi ristaksonomeetrias. Isomeetiline ja dimeetiline ristaksonomeetria. Dimeetiline frontaalne aksonomeetria. Aksonomeetria põhilause (tõestuseta).

Maaparandusosakonnal läbi töötada veel järgmised küsimused kvooditud ristprojektsioonist.

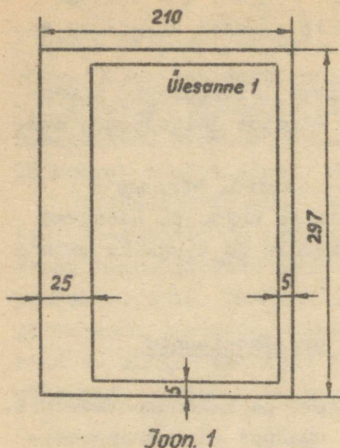
Punkt, sirge, tasand ja pinnad kvooditud projektsioonis. Isohüpsid. Tasandi punkt ja sirge. Tasandi nivoo- ja langusjooned. Tasandi ristsirge. Sirge ja tasandi vastastikune asend. Sirge lõikepunkt tasandiga. Tasandite lõikumine. Lõigu pikkus. Sirgetevaheline nurk.

### III. NÕUDEID KONTROLLTÖÖDE VORMISTAMISE KOHTA

Iga üliõpilane lahendab ühe variandi igast kontrolltööst, kusjuures variandi number tuleb võtta vastavalt õpinguraamatu numbril viimasele numbrile (näit. 10312 valib variandi nr. 2 jne.).

Iga kontrolltöö graafilised lahendused tuleb esitada koos vastava seletuskirjaga. Graafilised lahendused esitada pliiatsijoonistena.

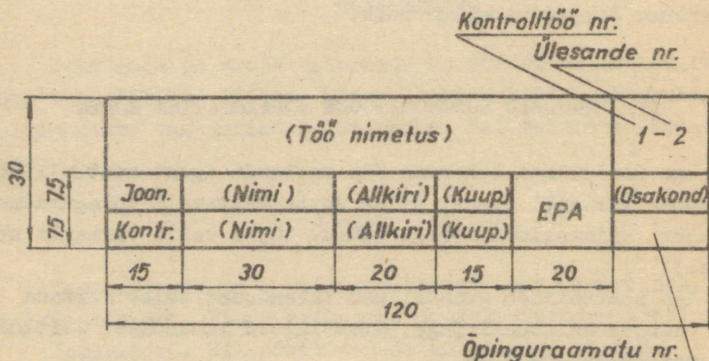
A. Graafilisel lahendamisel tuleb rangelt kinni pidada järgmistest nõuetest.



1. Iga ülesanne peab olema lahendatud nõutud standardse formaadiga joonestuspaberil.
2. Joonis tuleb ääristada raamjoonega vasakult poolt 25 mm kaugusel äärest, et oleks võimalik joonised kiirkõitjasse kinnitada (joon. 1), ülejäänud kolmest küljest aga 5 mm kaugusel. Joonis peab olema varustatud kirjanurgaga all paremas nurgas joon. 2 näidatud eeskuju kohaselt. Joonise nimetus on antud iga ülesande juures.

3. Töö vormistamisel osutada tähelepanu formaadi kogu pinna ratsionaalsele kasutamisele.

4. Joonise lõplikul vormistamisel tuleb rangelt kinni pidada põhi-, abi-, kriips- ja punkt-kriipsjoonte jämedusest, kriipsjoonte kriipsude pikkusest jne. vastavalt üleliiduliste standarditele (ГОСТ 3456-59) (E. Targo, Tehniline joo-



Joon. 2

nestamine, 1965). Lähteandmed ja abijooned tuleb tõmmata joonestuspliiatsiga, lõppresultaadi võib katta värvilise pliiatsiga (ka värvilise joone korral rangelt kinni pidada joonte jämedusest).

5. Joonisel võib kasutada ainult normkirja, niihästi kirjanurgas kui ka tähistustes.

6. Kõigis kontrolltöodes tuleb järjekindlalt tarvitada üht ja sama tähistusviisi vastavalt kasutatud õpikule. Soovitav on kasutada üht tähistusviisidest, mis esineb uue- mates õpikutes ( O. Rünk, N. Paluver, H. Ф. Четверухин и др., Н. Н. Пшеничный и др.).

7. Joonise lõplikul vormistamisel tuleb katta kõik läh- teandmed ja tulemused. Peale selle tuleb katta kõik need abi- jooned, mis on vajalikud ülesande lahenduse kirjeldamiseks.

B. Seletuskiri peab vastama järgmistele nõuetele.

1. Seletuskiri tuleb esitada tavalistel kirjaplokileh- tedel (ligikaudne formaat 11). Iga seletuskiri peab lõppema allkirja ja esitamise kuupäevaga.

2. Seletuskiri tuleb esitada koos joonistega kinnita- tult kiirköitjasse, millele on märgitud: Kujutava geomeet- ria kontrolltöö nr. ... , üliõpilase nimi, osakond ja üliõpi- laspileti number.

Seletuskiri peab sisaldama:

1) ülesande täpse sõnastuse;

2) ülesande üldise ruumilise lahenduse analüüsi, selleks et välja selgitada lahenduskäigu üksiksamme ning selle põh- jal koostada lahendamise kava.

3) Pärast ruumilise lahenduse analüüsi asuda graafilise lahendamise seletamisele, seejuures eelnevalt põhjendada iga konstruktsiooni. Tuleb silmas pidada, et üle- ande ruumiline analüüs võimaldab ülesande alajaotamist põhiülesanneteks, millele vastavalt on koostatud lahendamise kava. Nende üksi- kute põhiülesannete graafiline lahendamine tuleb samuti põh- jendada ruumilisest seisukohast. Seejuures graafilisi võt- teid ei tule kirjeldada üldsõnaliselt, vaid seletustes konk- reetselt nimetada kasutatavaid abijooni ja -pindu ning lõpp- tulemusi vastavalt joonisel esinevatele tähistustele. Kui mõnda võtet rakendatakse korduvalt, siis tuleb põhjalikult

peatuda ühe punkti või joone jne. leidmisel, ülejäänute analoogiliste tehete kirjeldamine ei ole vajalik (näit. punktide kogu projektsiooni teisendamisel põhjendada ja joonisel näidata ühe punkti uus projektsiooni leidmine jne.).

#### IV. KONTROLLTÖÖDE ÜLESANDED

##### K o n t r o l l t ö ö n r . 1

Kontrolltöö nr. 1 sisaldab neli ülesannet, millest igaüks tuleb lahendada kompleksjoonisel ehk kaksvaates joonestuspaberil formaadis 11. Joonise katmisel arvestada joonete nähtavust, eeldades, et antud kujundid on läbipaistmatud. Nähtamatud jooned esitada kriipsjoontena vastavalt üleliidulistele standarditele (ГОСТ 3456-59).

Märkus:Ülesanne nr. 1 - Positsiooniülesanded. Lahendada kompleksjoonist ehk kaksvaadet teisendamata. Lõigu pikkuse leidmisel kasutada vajaduse korral kolmnurgameetodit.

Ülesanne nr. 2 - Tasandi pööramine nivoojoone ümber. Projektsiooniks saadavatel ellipsitel näidata teljed. Ühelnendest näidata lühema telje otspunkti määramine pöörendi järgi, teisel konstruktiivselt pikema telje ja ühe tuntud punkti alusel.

Ülesanne nr. 3 - Tasaparalleelne teisendus.

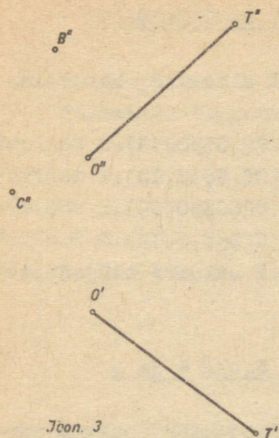
Ülesanne nr. 4 - Projektsioonitasandite vahetus.

##### Ülesanne nr. 1 variantidele 1, 2, 3, 4 ja 5

Konstrueerida püramiid  $TABC$ , mille kõrguseks on etteantud üldasendiline lõik  $OT$  ja põhja esiprojektsiooniks  $\triangle A'' B'' C''$  (joon. 3). Leida püramiidi vari tasandil  $ABC$  vabalt valitud paralleelsete valguskiirte korral, mis ei ole paralleelsed püramiidi ühegi servaga. Andmed võtta vabalt.

Ülesanne nr. 1 variantidele 6,

7, 8, 9 ja 0



Esitada kaksvaates püramiid, millel on antud püramiidiga ABCD ühine pöhi ABC, mille kõrgus on 50 mm ning asetseb antud püramiidi kõrgusega samal sirgel. Punktide A, B, C ja D koordinaadid on:

Variant 6: A(40,5,55), B(0,50,10),  
C(65,25,0), D(75,65,50).

Variant 7: A(70,20,50) B(45,30,60),  
C(5,10,20), D(60,65,30).

Variant 8: A(65,15,20), B(40,25,60),  
C(0,5,25), D(60,60,20).

Variant 9: A(45,60,30), B(5,20,10), C(60,30,65), D(70,20,20).

Variant 0: A(40,60,25), B(0,20,5), C(60,25,60), D(65,20,15).

Ülesanne nr. 2 variantidele 1 ja 2

Leida püramiidi ABCD serva BD ja tahu ABC tasandi vahelise nurga tõeline suurus. Püramiidi tippude koordinaadid on:

Variant 1: A(20,50,40), B(80,0,60), C(55,50,10), D(10,20,10).

Variant 2: A(70,20,50), B(45,30,60), C(5,10,20), D(60,65,30).

Ülesanne nr. 2 variantidele 3, 4, 5 ja 6

Konstrueerida antud kolmnurga ABC ümberring, kui kolmnurga tippudeks on punktid:

Variant 3: A(65,15,20), B(40,25,60), C(0, 5,25).

Variant 4: A(40, 5,55), B( 0,50,10), C(65,25,0).

Variant 5: A(70,20,50), B(45,30,60), C( 5,10,30).

Variant 6: A(65,20,15), B(40,60,25), C( 0,25, 5).

Projektsioonidena saadud ellipsitel näidata teljed ja nende leidmine.

Ülesanne nr. 2 variantidele 7, 8, 9 ja 0

Konstrueerida antud kolmnurga ABC sisering, kui kolmnurga tippudeks on antud punktid:

Variant 7:  $A(75,65,50)$ ,  $B(40, 5,55)$ ,  $C(0,50,10)$ .

Variant 8:  $A(70,20,50)$ ,  $B(45,30,60)$ ,  $C(5,10,20)$ .

Variant 9:  $A(45,60,30)$ ,  $B(5,20,10)$ ,  $C(60,30,65)$ .

Variant 0:  $A(40,55, 5)$ ,  $B(0,20,50)$ ,  $C(65, 0,25)$ .

Projektsioonidena saadud ellipsitel näidata teljed ja nende leidmine.

Ülesanne nr. 3 variantidele 1, 2, 3, 4 ja 5

Määrata tasandite ABC ja ABD vahelise kahetahulise nurga poolitaja tasand.

Punktide A, B, C ja D koordinaadid on:

Variant 1:  $A(20,50,40)$ ,  $B(80,0,60)$ ,  $C(55,50,10)$ ,  $D(10,20,10)$ .

Variant 2:  $A(70,20,50)$ ,  $B(45,30,60)$ ,  $C(5,10,20)$ ,  $D(60,65,30)$ .

Variant 3:  $A(65,15,20)$ ,  $B(40,25,60)$ ,  $C(0, 5,25)$ ,  $D(60,60,20)$ .

Variant 4:  $A(40, 5,55)$ ,  $B(0,50,10)$ ,  $C(65,25,0)$ ,  $D(75,65,50)$ .

Variant 5:  $A(70,20,50)$ ,  $B(45,30,60)$ ,  $C(5,10,20)$ ,  $D(60,65,30)$ .

Ülesanne nr. 3 variantidele 6, 7, 8, 9 ja 0

Konstrueerida kuup, mille üks tahk asetseb antud tasandil ABC ja mille üheks servaks on lõik AB.

Punktide A, B ja C koordinaadid on:

Variant 6:  $A(40, 5,55)$ ,  $B(0,50,10)$ ,  $C(65,25, 0)$ .

Variant 7:  $A(45, 5,55)$ ,  $B(5,45,10)$ ,  $C(70,20, 0)$ .

Variant 8:  $A(40,25,60)$ ,  $B(0, 5,20)$ ,  $C(60,60,25)$ .

Variant 9:  $A(45,60,30)$ ,  $B(5,20,10)$ ,  $C(60,30,65)$ .

Variant 0:  $A(40,60,25)$ ,  $B(0,20, 5)$ ,  $C(60,25,60)$ .

Ülesanne nr. 4 variantidele 1, 2, 3, 4 ja 5

Konstrueerida korrapärane neljatahuline püramiid, mille põhi asetseb antud tasandil ABC. Põhja servaks on lõik AB ja kõrgus on 50 mm. Punktid A, B, C vt. ülesandest 2.

## Ülesanne nr. 4 variantidele 6, 7, 8, 9 ja 0

Leida püramiidi ABCD servade AD ja BC vaheline kaugus.

Püramiidi tippude koordinaadid on:

Variant 6: A(65,20,15), B(40,60,25), C(0,25, 5), D(60,20,60).

Variant 7: A(75,65,50), B(40, 5,55), C(0,50,10), D(65,20,0).

Variant 8: A(70,20,50), B(45,30,60), C(5,10,20), D(60,65,30).

Variant 9: A(45,60,30), B( 5,20,10), C(60,30,65),D(70,20,20).

Variant 0: A(40,55, 5), B( 0,20,50), C(65, 0,25),D(75,50,65).

## K o n t r o l l t ö ö n r. 2

Kontrolltöö nr. 2 sisaldab kolm ülesannet, millest kaks tuleb lahendada kompleksjoonisel ja kolmas vabalt valitud trimeetrilises ristaksonomeetrias joonestuspaberil formaadil 11.

Ülesanne nr. 1 - Abisfääride meetod.

Ülesanne nr. 2 - Abitasandite meetod.

Märkus: Lõikejoone esitamisel arvestada joone nähtavust.

Otsitavatel lõikejoontel tuleb kindlasti ära märkida ja tähistada iseloomulikud punktid ja näidata nende punktide leidmine. Iseloomulike punktidenä vaatleme: a) ekstreemseid punkte (näit. kõrgeim ja madalaim punkt; kõige vasakpoolsem ja kõige parempoolsem punkt; lõikejoone punktid, mis asetsevad piirabipindadel), b) nähtavuspunkte, s. o. punkte, mis eraldavad lõikejoone nähtavat osa nähtamatust mingis vaates. Neid punkte tuleb otsida pinna projektsioonide kontuuridelt.

Lõikejoone leidmisel abipindade kaudu tuleb kindlaks määrata piirkond, milles on otstarbekohane valida abipindu. Äärmisi abipindu nimetame piirabipindadeks (näit. kontsentriliste abisfääride korral on piirsfääradeks suurima ja vähima raadiusega sfäärid, millel on ühiseid punkte mõlema antud pinnaga).

Ülesanne nr. 3 - Aksonomeetria.

Trimeetrilise ristaksonomeetria saamiseks valida kolme

telje projektsioonid. Neile vastavalt määrata moondetegurid (vt. O. Rünk, N. Paluver, Kujutav geomeetria, 1961, § 102, p. 2, joon. 266).

Ringjoone projektsioonina saadava ellipsi lühema telje pikkuse leidmiseks määrata ringjoonetasandi langusjoone moondetegur.

### Ülesanne nr. 1

Leida antud pindade lõikejoon, kasutades abisfääride võtet. Ülesande lähteandmed võtta lisatud jooniselt 4 vastavalt variandile.

Märkus: Variantides 2, 4, 8 leida kaldteljelise pöördpinna ühe puuduva projektsiooni kontuur, kasutades sissejoonestatud sfääride võtet.

### Ülesanne nr. 2

Leida antud pindade lõikejoon kompleksjoonisel, kasutades sobivalt valitud abitasandeid.

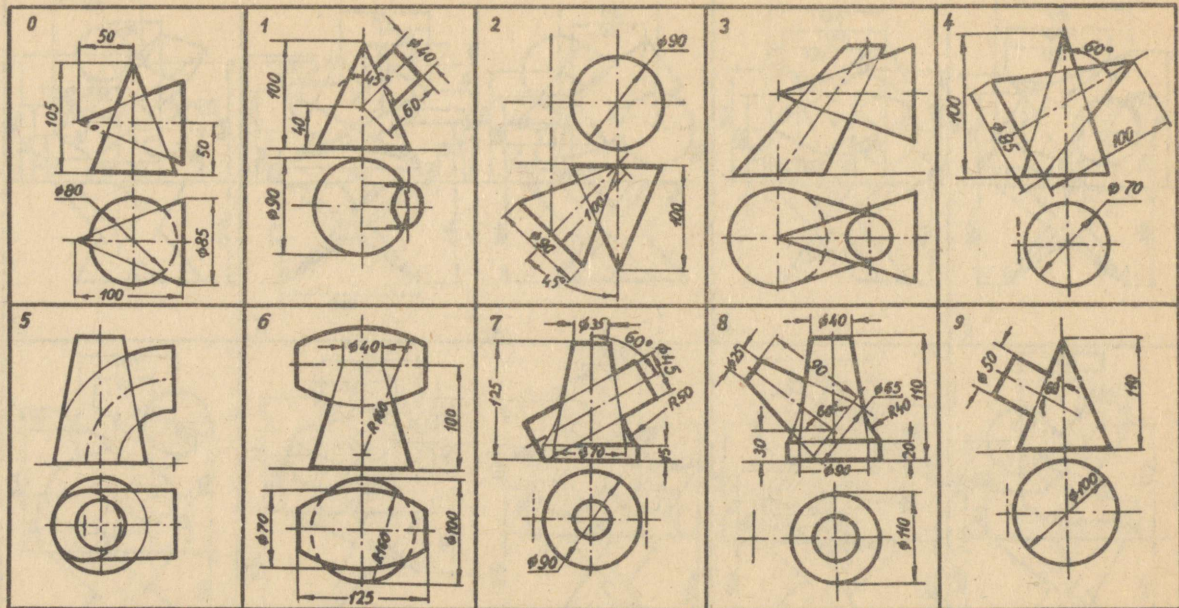
Ülesande lähteandmed võtta vastavalt variandile jooniselt 5.

### Ülesanne nr. 3

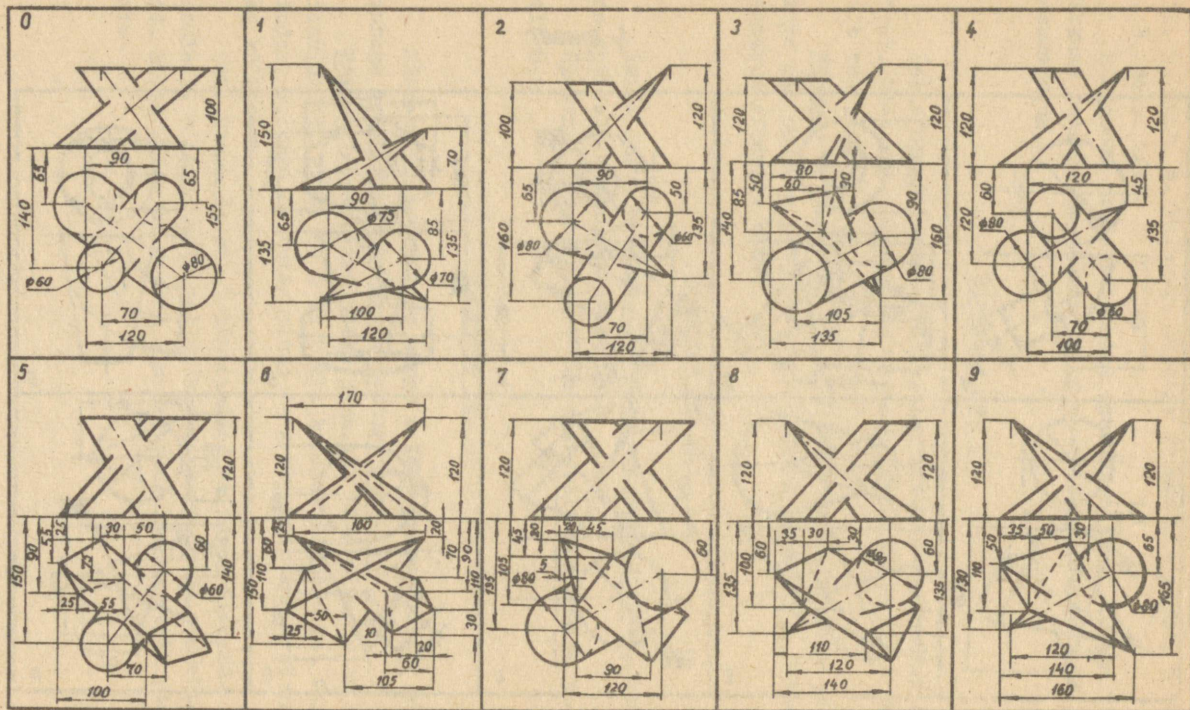
Määrata üldasendilise sirge  $s$  lõikepunktid antud kõverpinnaga trimeetrilises ristaksonomeetrias.

Märkus: Lähteandmed võtta joon. 5. Kõverpinnaks on variantidel 1, 2, 4, 6, 8 ja 9 üks koonus, ülejäänutel üks silinder. Sirgeks on teise pinna telg või hulktahuka korral üks külgserv.

Et ülesande nr. 3 lähteandmed esinevad ülesande nr. 2 joonisel, siis näidata sellel koordinaattelgede projektsioonid, mille külge on kujund kinnistatud aksonomeetria saamiseks.



Joonis 4



Hind 3 kop.

A

29294

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00896298 9