



TALLINNA TEHNIKAKÕRGGKOOI
TALLINN COLLEGE OF ENGINEERING

REAALAINETE KESKUS

HEIKI LUBI, JAAK SÄRAK

KUJUTAV GEOMEETRIA HARJUTUSÜLESANDED I

**MASINAEHITUSE JA AUTOTEHNIKA ERIALA
ÜLIÕPILASTELE**

Tallinn
2006

Descriptive Geometry

Practical Exercises I

A study aid for the students of the faculties of transport and mechanical engineering.

The publication contains 44 exercises and 6 graphical works on various themes of the descriptive geometry course (projections of a point and straight line, length of straight lines and their inclination angles, intersection of solid geometrical figures with planes etc).

Compiled by Heiki Lubi and Jaak Säarak.

Layout by Siret Trull.

Edited by Tallinn College of Engineering.

SAATEKS

Käesolev harjutusülesannete kogu on mõeldud kasutamiseks Tallinna Tehnikakõrgkoolis rakenduskõrgharidusõppe masinaehituse ja autotehnika eriala päevase õppevormi üliõpilastele. Harjutusülesannete kogu on kujutava geomeetria kursuse praktiline osa, kus suurem osa ülesannetest (v.a graafilised tööd) on lahendatavad otse siinsamas ülesannete kogus.

Väljaandja: Tallinna Tehnikakõrgkool

Pärnu mnt 62

10135 Tallinn

Trükiarv:

SISUKORD

EESSÕNA	4
ÜLESANDED (ülesanded 1...50)	5
SOOVITATAV KIRJANDUS	55
LISAD	
Lisa 1 Kontrolltöö 1 näidis	56
Lisa 2 Kontrolltöö 2 näidis	57
Lisa 3 Raamjooned ja kirjanurk	58
Lisa 4 Joonte liigid ja kasutusala	59
Lisa 5 Normkiri	60

EESSÕNA

Käesolev ülesannete kogu on koostatud vastavuses kujutava geomeetria aineprogrammiga Tallinna Tehnikakõrgkooli diplomiõppe päevase õppevormi masinaehituse ja autotehnika erialale, kuid on kasutatav ka teistel erialadel.

Õppejõu seisukohalt on see ülesannete kogu nii juhendmaterjaliks praktikumides üliõpilaste iseseisva töö organiseerimisel kui ka alusmaterjaliks loengu ülesehitamisel.

Üliõpilaste seisukohalt on antud ülesannete kogumik aga kogu kujutava geomeetria kursust hõlmava aineprogrammi praktiline osa, mille läbilahendamine arendab üliõpilase ruumilist kujutlusvõimet ja kinnistab teoreetilisi teadmisi, et toime tulla järgneva insenerigraafika kursusega. Iga lehe all paremas nurgas on viidatud kirjanduse lehekülgedele, kus vastavat ülesannet puudutatakse kujutava geomeetria teoreetilises kursuses

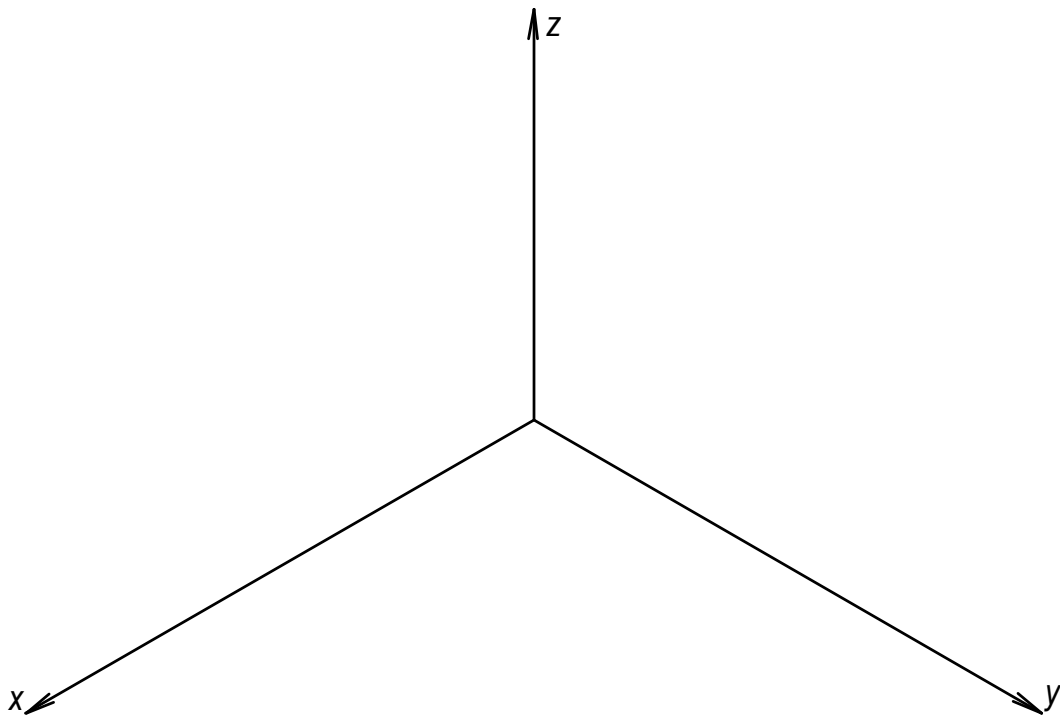
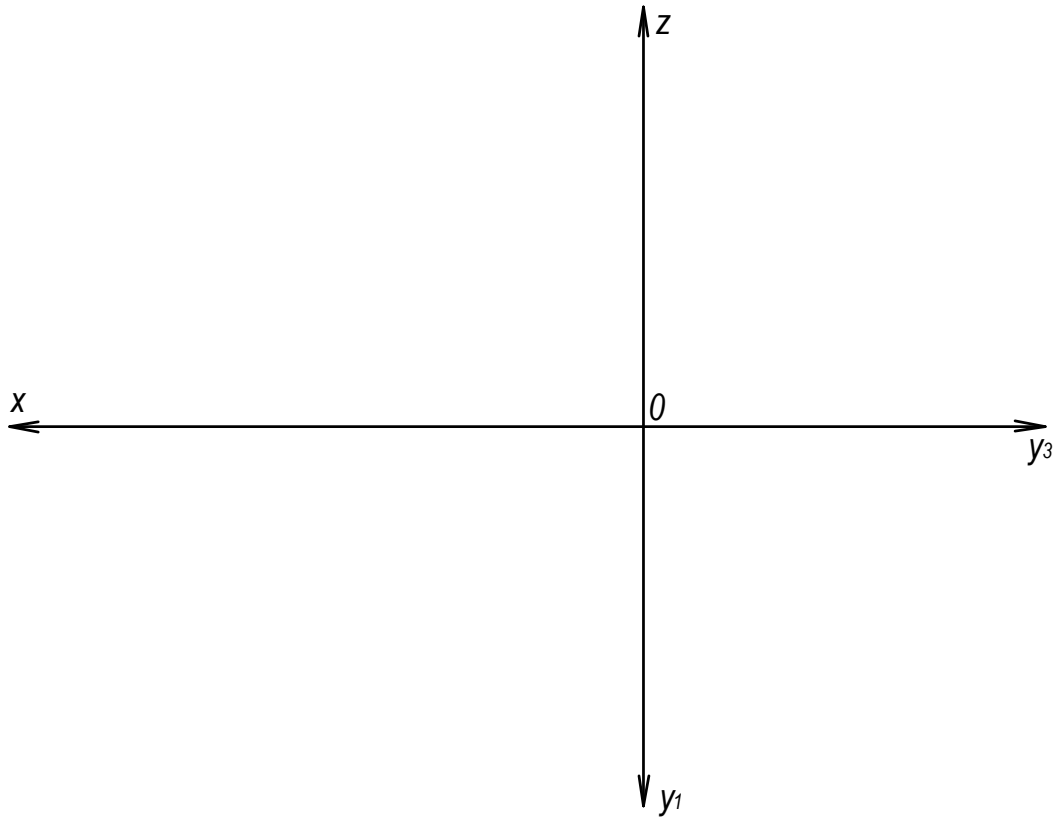
Ülesannete kogu sisaldab 50 ülesannet, millest 6 on märgistatud graafiliste töödena. Kogumik on koostatud põhimõttel, et enamik ülesannetest on lahendatavad otse siinsamas ülesannete kogus või siit tehtud koopialehtedel. Graafilised tööd on mahukamad ja need vormistatakse eraldi formaadile A3.

Arvestades adekvaatsusnõuet lahendusprotsessis ja seda, et ülesannete kogu saaks kasutada ka arvutigraafika kursuse raames, on ülesannete lähteandmed määratud üheselt, kas joonmõõtmete või matemaatiliste koordinaatide abil.

Ülesanne 1

Antud on kolm punkti oma koordinaatidega: $A(75, 20, 35)$; $B(50, 35, 0)$ ja $C(25, 0, 50)$.

Kanda kõikide punktide projektsioonid koos vastavate tähistega ekraanipindadele nii kolmvaates kui ka ristisomeetrias. Seal, kus on võimalik, näidata ka punkti asend ruumis.



Ülesanne 2

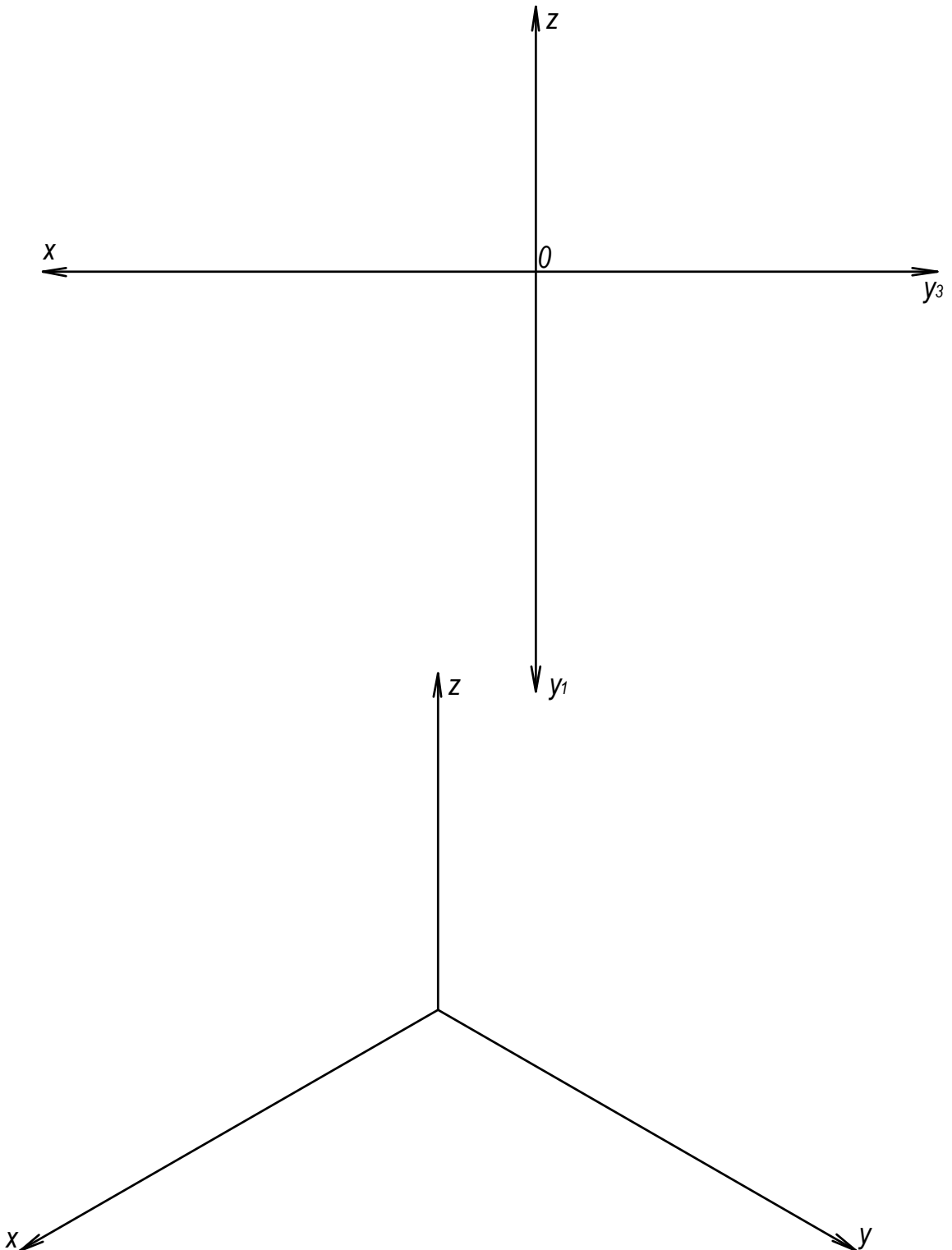
Antud on sirglõik punktide koordinaatidega: $A(75, 10, 35)$ ja $B(10, 60, 10)$.

Joonestada selle sirglõigu projektsioonid koos vastavate tähistega ekraanipindadele nii kolmvaates kui ka ristisomeetrias. Seal, kus on võimalik, näidata ka sirglõigu asend ruumis.

Pikendada seda sirglõiku peenjoonega kuni lõikumiseni ekraanipindadega (leida jälgpunktid), leida nende jälgpunktide kõik projektsioonid, koordinaadid ja need tähistada.

$E(\dots, \dots, \dots)$

$K(\dots, \dots, \dots)$



Ülesanne 3

Antud on sirge AB kaks projektsiooni punktide koordinaatidega: A(110, 70, 10) ja B(20, 20, 60).

Leida selle sirge tõeline pikkus, kasutades pööramise võtet. Näidata pööramisel tekkiv kolmnurk.

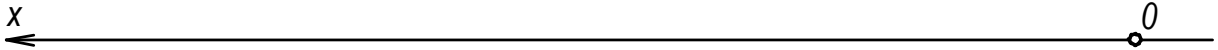
Leida sirge AB kaldenurk põhiekraani suhtes φ_1 .

Leida sirge AB kaldenurk esiekraani suhtes φ_2 .

AB =

$\varphi_1 = \dots\dots\dots$

$\varphi_2 = \dots\dots\dots$



Ülesanne 4

Antud on sirge AB kaks projektsiooni punktide koordinaatidega: $A(110, 70, 10)$ ja $B(20, 20, 60)$.

Leida selle sirge tõeline pikkus, kasutades lisaekraani võtet.

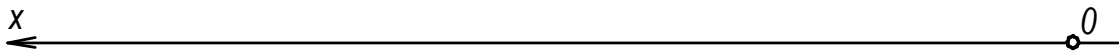
Leida sirge AB kaldenurk põhiekraani suhtes φ_1 .

Leida sirge AB kaldenurk esiekraani suhtes φ_2 .

$AB = \dots\dots\dots$

$\varphi_1 = \dots\dots\dots$

$\varphi_2 = \dots\dots\dots$



Ülesanne 5

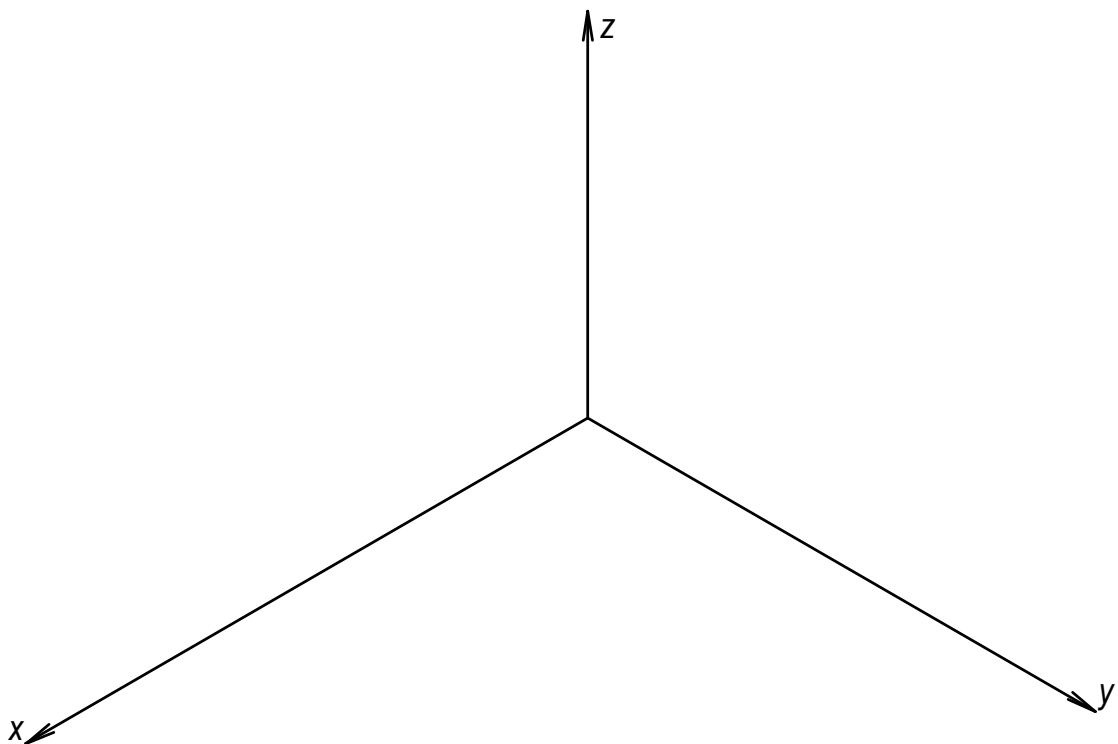
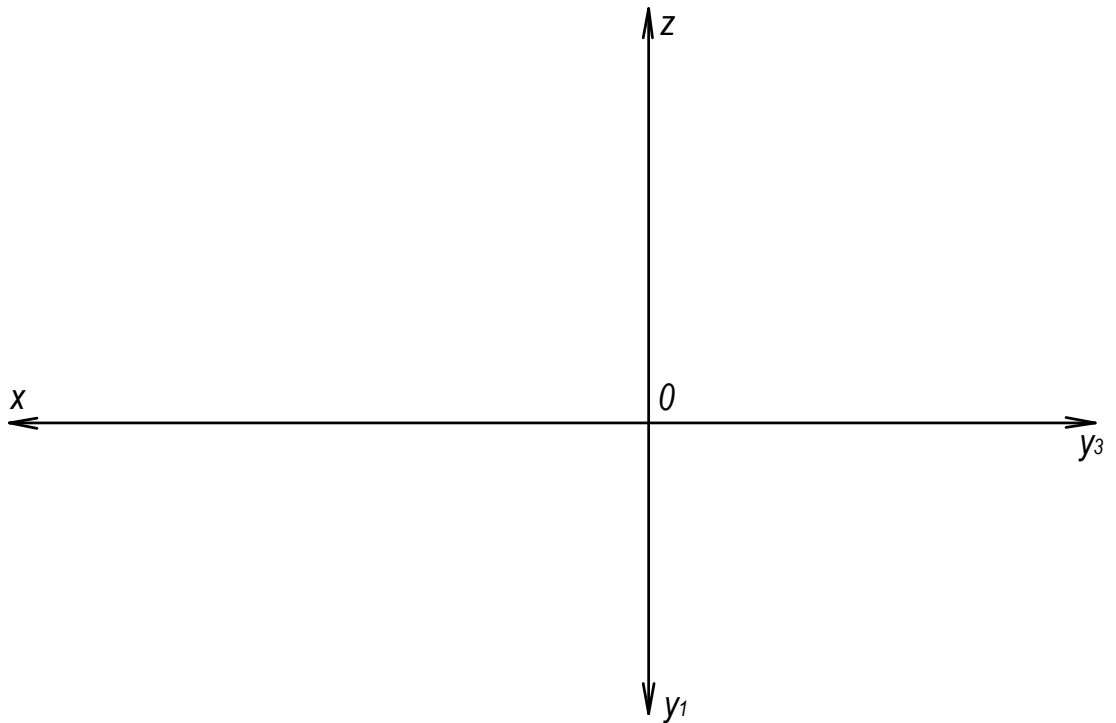
Antud on kaks sirglõiku AB ja CD punktide koordinaatidega: $A(75, 10, 35)$, $B(10, 10, 35)$, $C(40, 30, 50)$ ja $D(40, 30, 10)$.

Joonestada mõlema sirglõigu projektsioonid koos vastavate tähistega ekraanipindadele nii kolmvaates kui ka ristisomeetrias.

Leida mõlema sirge tõeline pikkus: $AB = \dots\dots\dots$ mm ja $CD = \dots\dots\dots$ mm

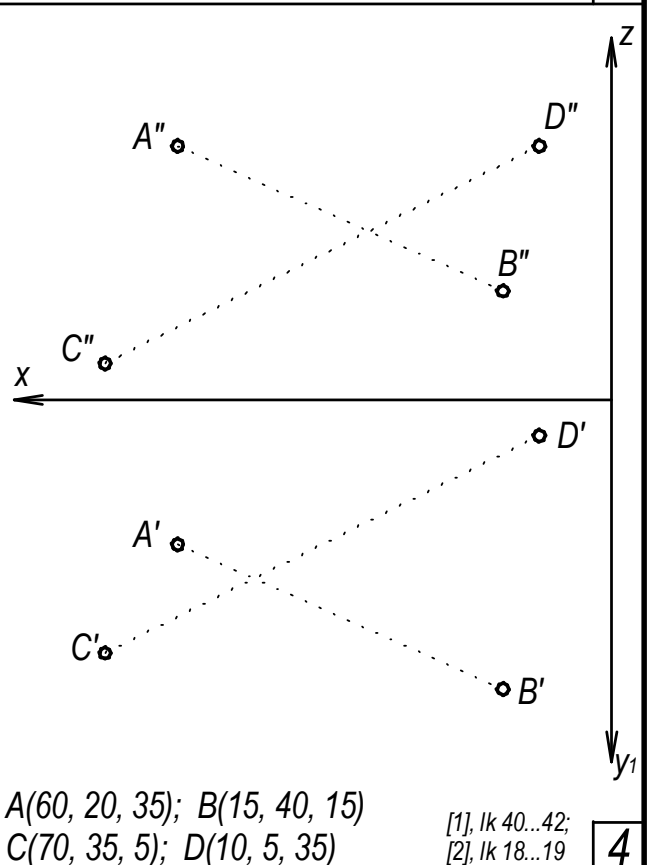
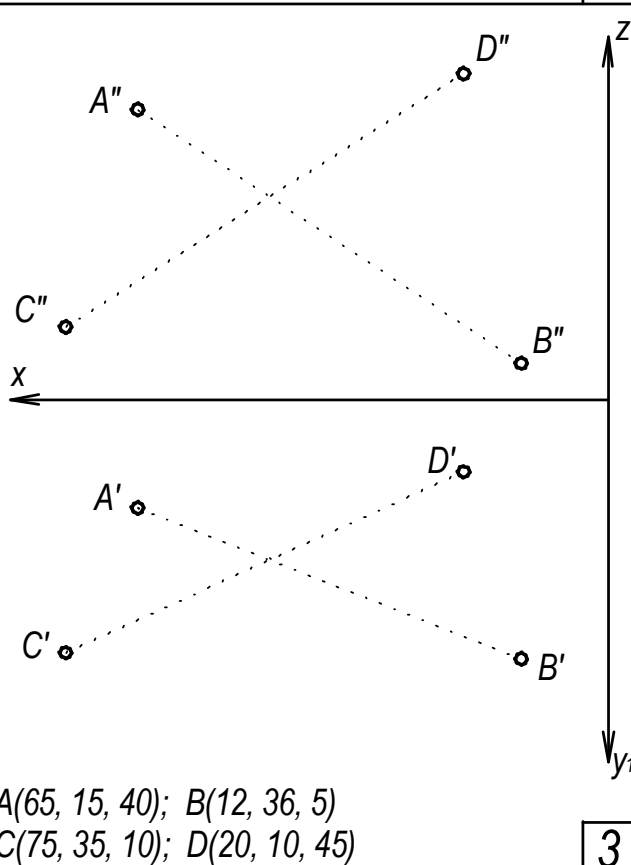
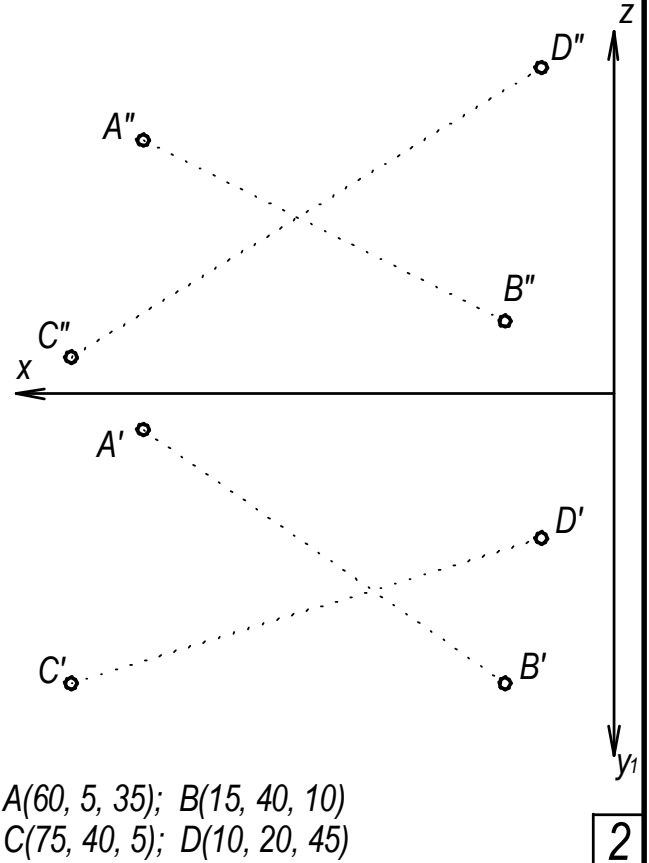
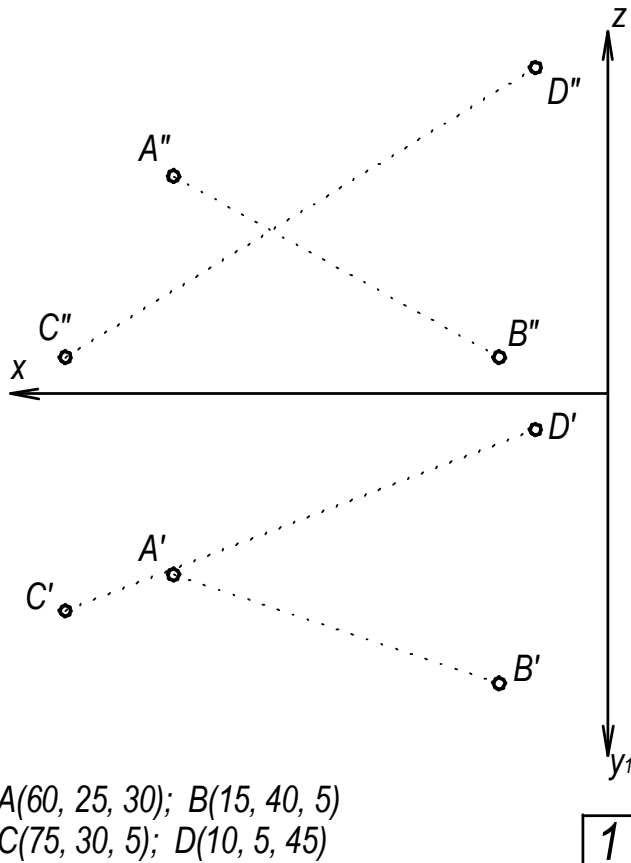
Millise ekraani normaal on sirge AB? (Kas põhiekraani xy, esiekraani xz või külgekraani yz?)

Millise ekraani normaal on sirge CD? (Kas põhiekraani xy, esiekraani xz või külgekraani yz?)



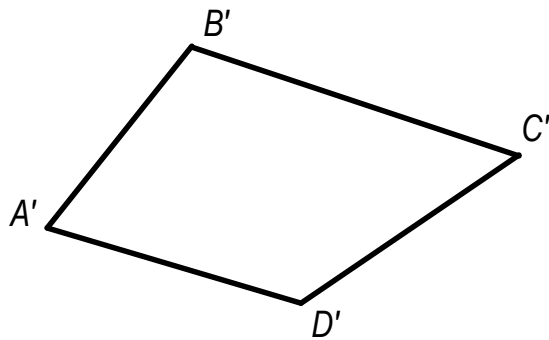
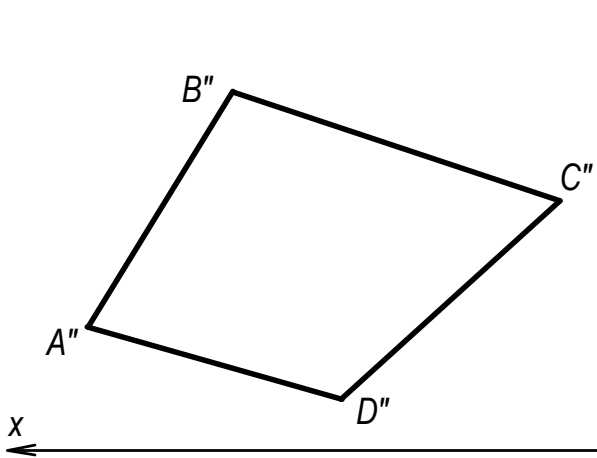
Ülesanne 6

Kas joonistel kujutatud sirged AB ja CD on omavahel paralleelsed, lõikuvad või kiivsed? Lahendada läbi kõik 4 varianti. Lõikumise korral tõmmata kontuurjoonega välja mõlemad sirged ja määrata lõikepunkti L koordinaadid $[L(\dots\dots, \dots\dots, \dots\dots)]$. Mittelõikumise korral tõmmata kontuurjoonega välja see sirge, milline asub vaataja suhtes eespool, vaatajast tahapoole jääval sirgel aga teha projektsioonide ristumiskohas katkestus. Tõmmata välja kõik sidejooned.

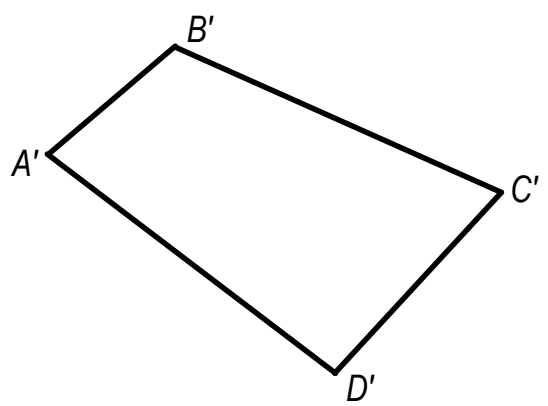
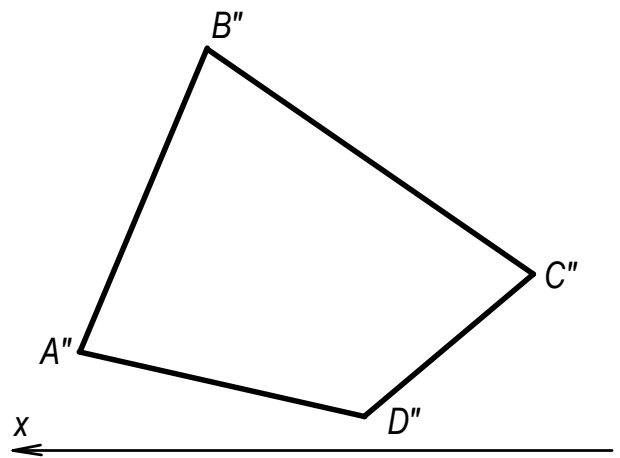


Ülesanne 7

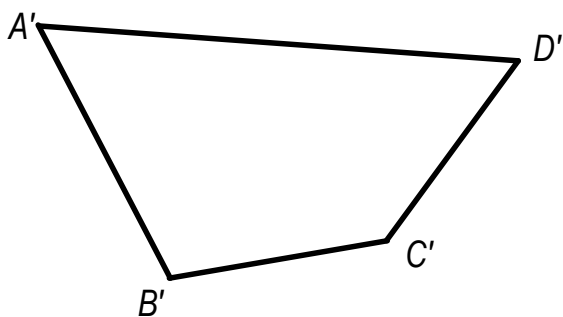
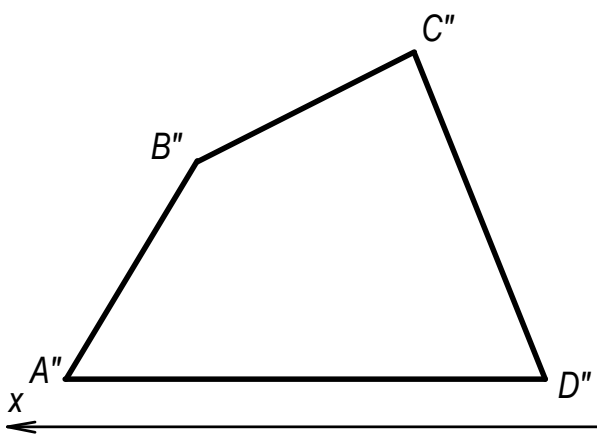
Kontrollida, kas kõik hulknurgad on tasapinnalised või mitte



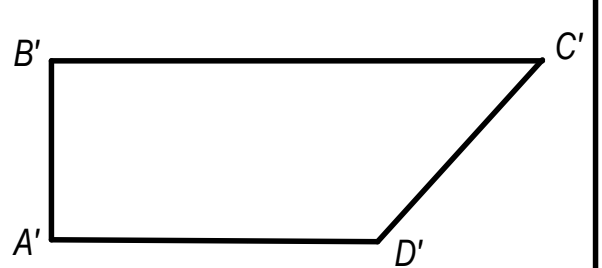
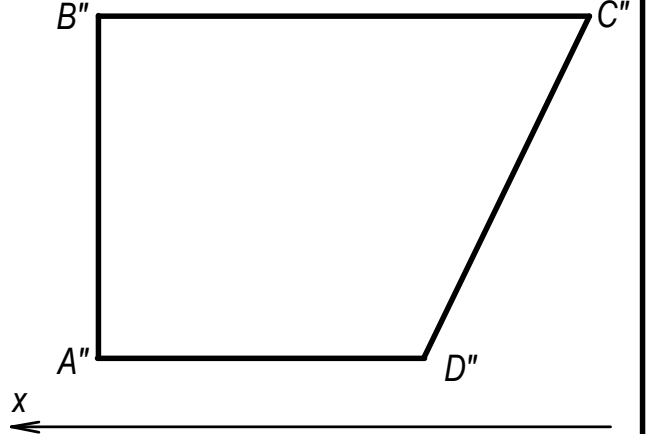
1



2



3



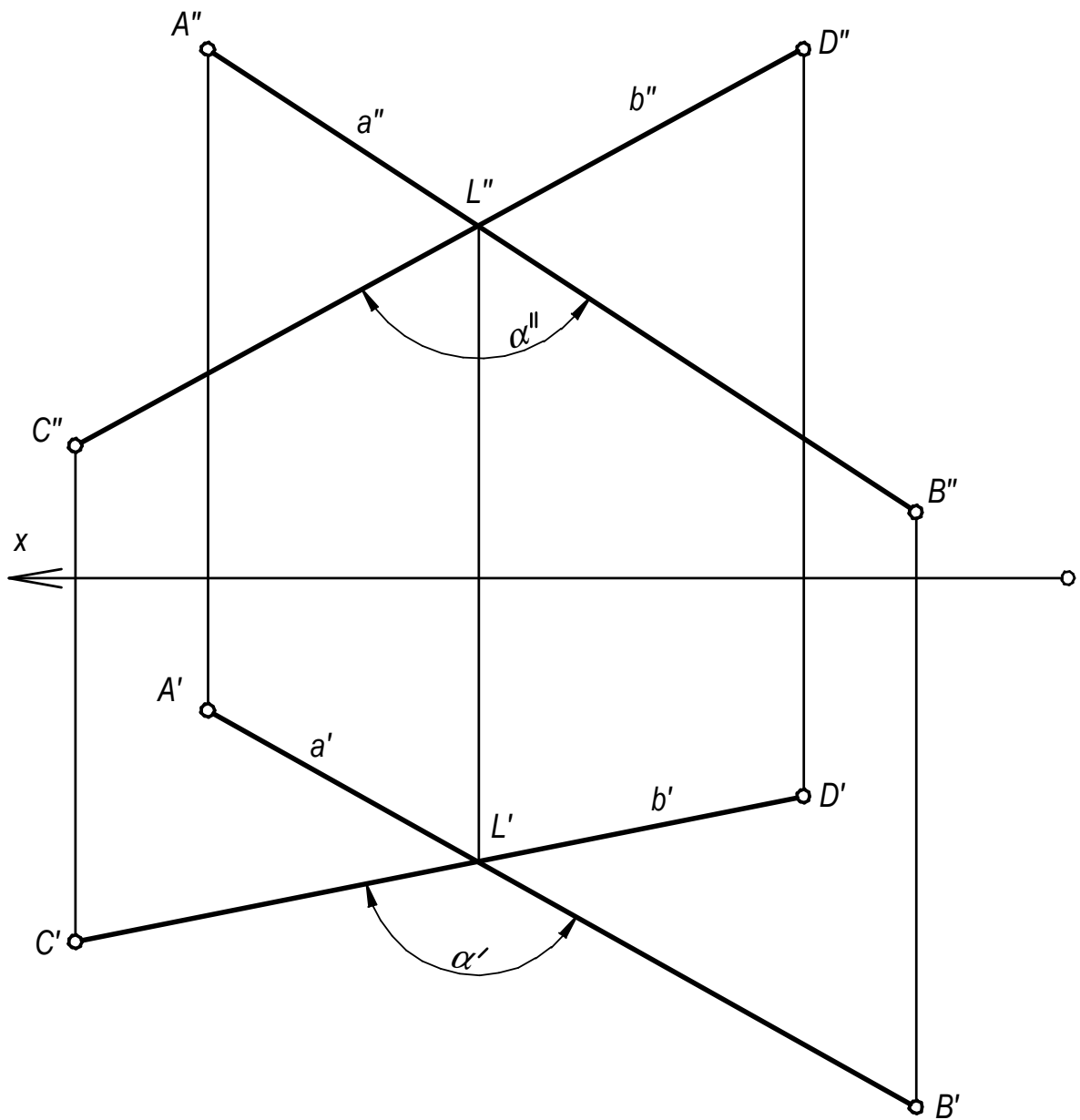
[1], lk 40...42; [2], lk 18...19

4

Ülesanne 8

Antud on sirged a ja b . Mõlemad sirged on määratud kahe punktiga. Sirge a on määratud punktidega $A(130, 20, 80)$ ja $B(23, 80, 10)$ ning sirge b punktidega $C(150, 55, 20)$ ja $D(40, 33, 80)$.

Leida nurga α tõeline suurus. $\alpha = \dots\dots\dots$



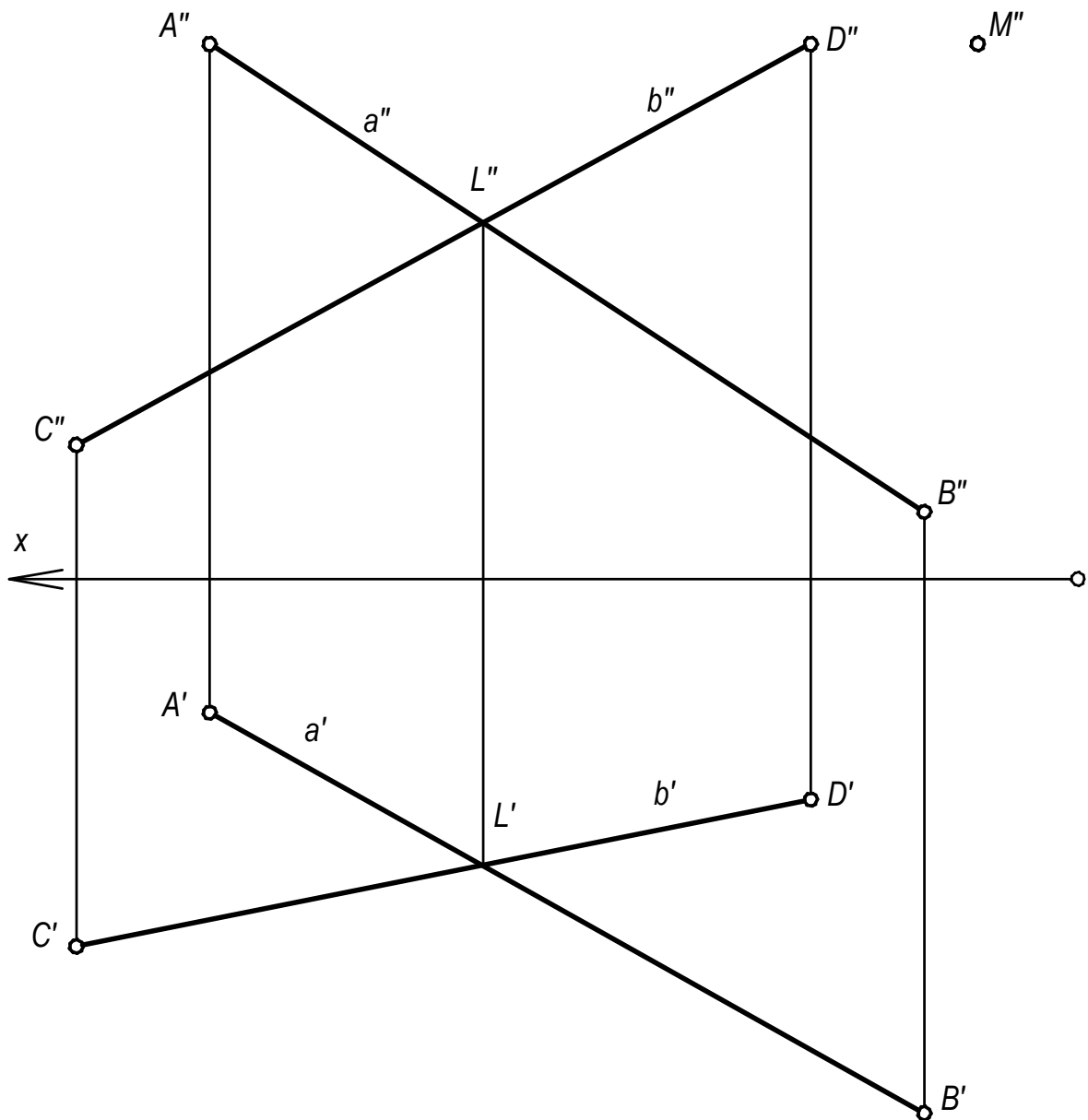
[1], lk 69...70; [2], lk 32

Ülesanne 9

Antud on sirged a ja b . Mõlemad sirged on määratud kahe punktiga. Sirge a on määratud punktidega $A(130, 20, 80)$ ja $B(23, 80, 10)$ ning sirge b punktidega $C(150, 55, 20)$ ja $D(40, 33, 80)$. Samal tasapinnal asub ka punkt M .

Leida punkti M puuduv projektsioon, kui punkt M asukoht on $M(15; \dots; 80)$.

Leida punkti M kaugus sirgete AB ja CD lõikepunktist L ; $LM = \dots$



[1], lk 47...48; [2], lk 23...24

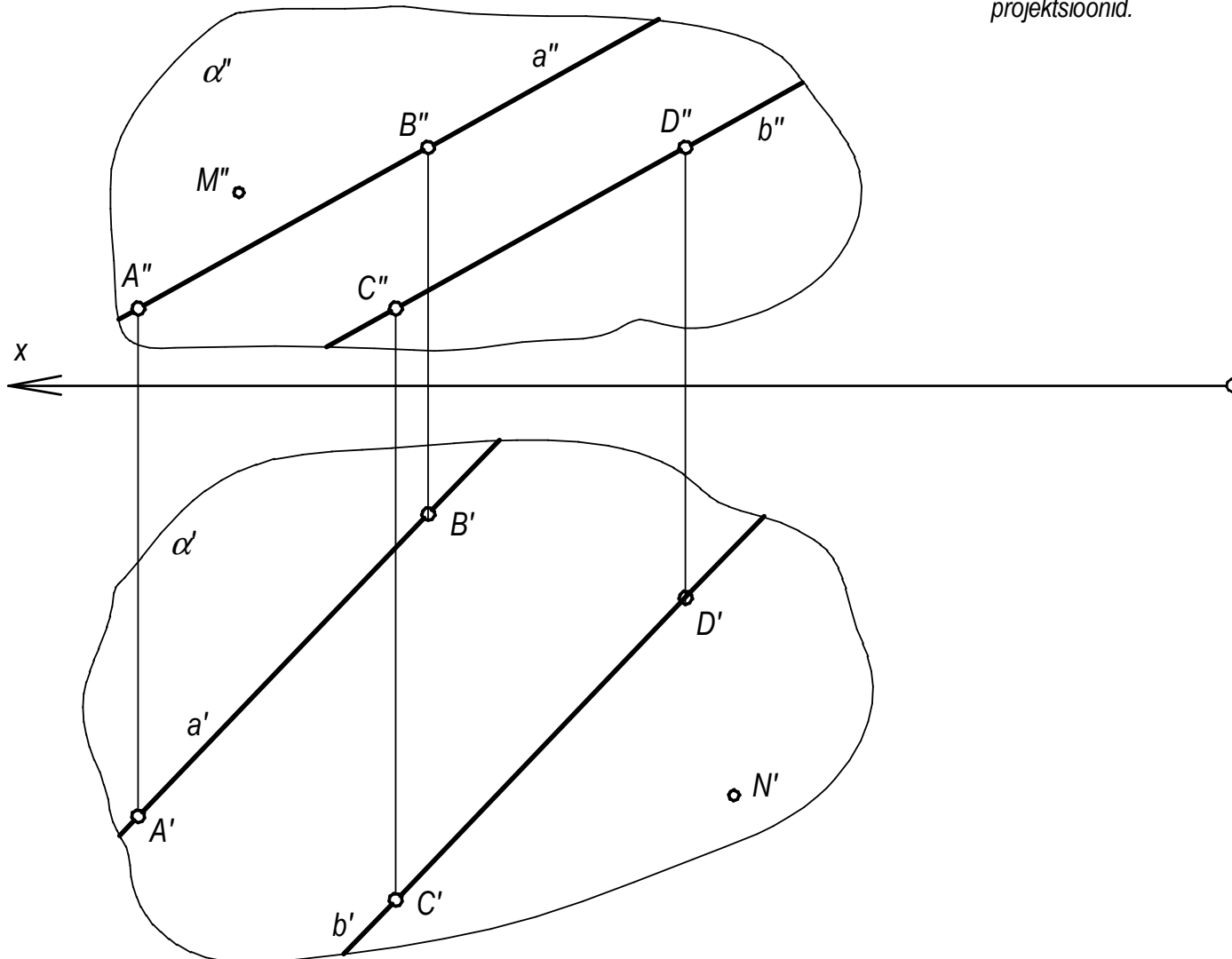
Ülesanne 10

Tasapind α on määratud kahe paralleelse sirgega a [$A(170, 67, 12)$; $B(125, 20, 37)$] ja b [$C(130, 80, 12)$; $D(85, 33, 37)$].

Leida tasapinnal α asetsevate punktide M ja N puuduvad projektsioonid.

M (155,, 29)

N (77, 64,,)

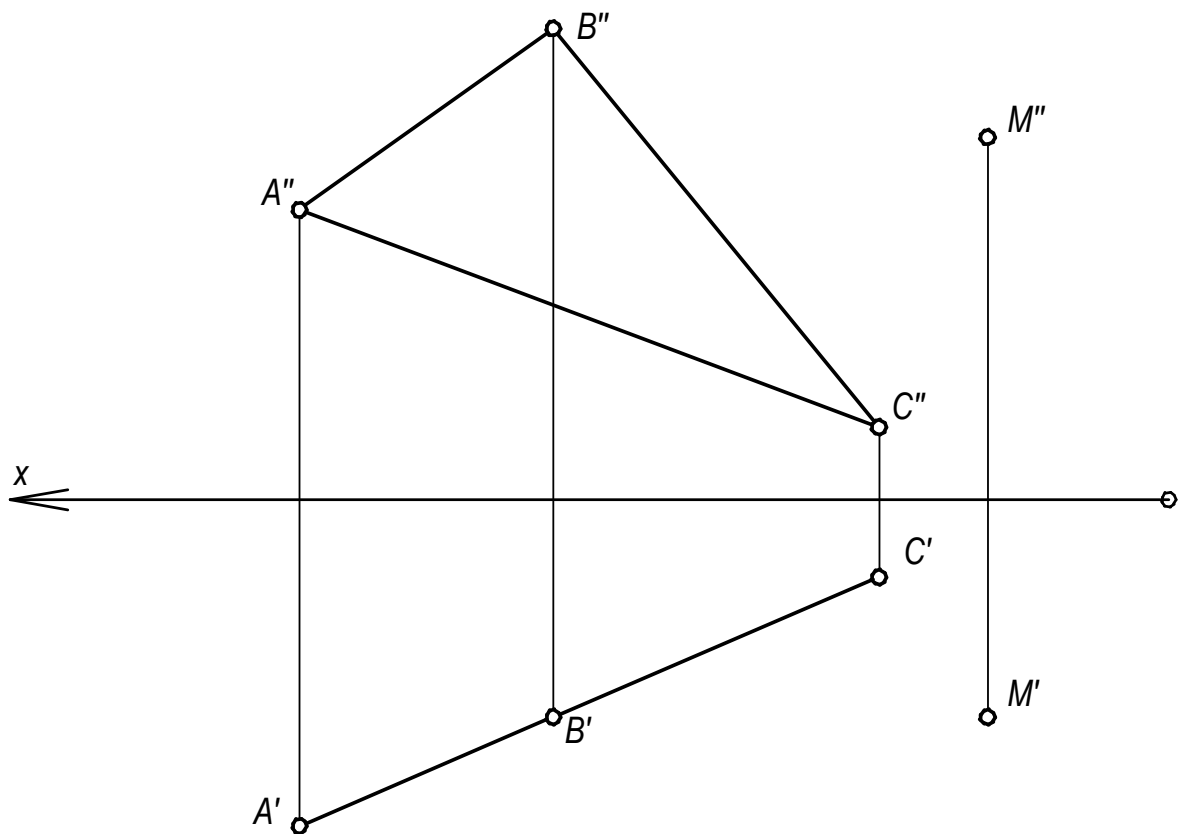


[1], lk 47...48; [2], lk 23...24

Ülesanne 11

Antud on kolmnurk ABC punktidega $A(120, 45, 40)$, $B(85, 30, 65)$ ja $C(40, 10, 10)$ ning punkt $M(25, 30, 50)$. Panna läbi punkti M sirge, mis oleks paralleelne nii põhiekraaniga ε_1 , kui ka kolmnurgaga ABC .

Leida selle sirge kaugus kolmnurga ABC tasapinnast: $d = \dots\dots\dots$

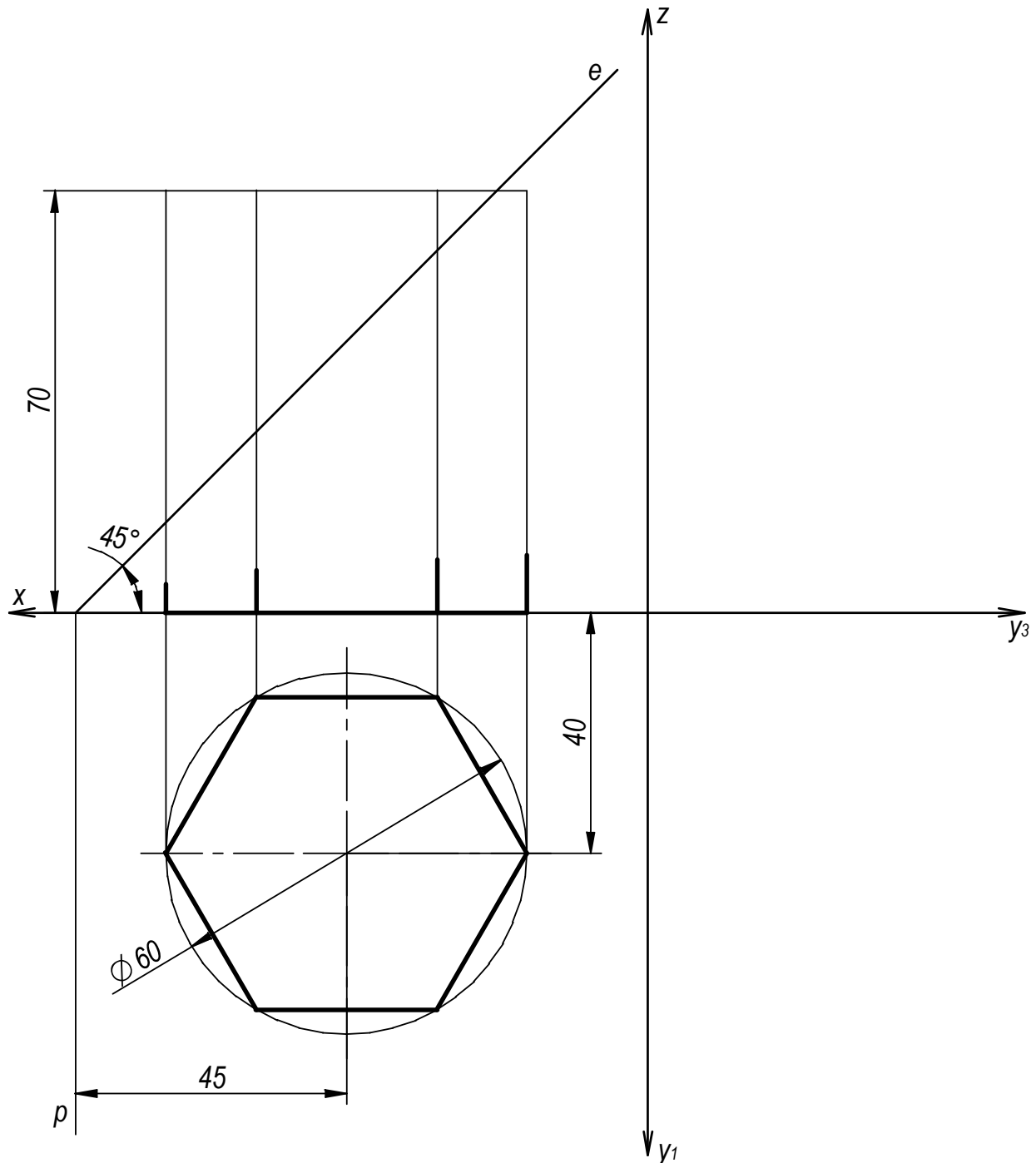


[1], lk 44...46, 63; [2], lk 22...23, 30...31

GRAAFILINE TÖÖ NR 1

Antud on korrapärase kuusnurkse prisma kaksvaade (prisma põhjaringjoon $d = 60$ ja kõrgus $H = 70$). Seda püramiidi lõikab esiekraani risttasapind α , mis on antud oma jälgedega e ja p .

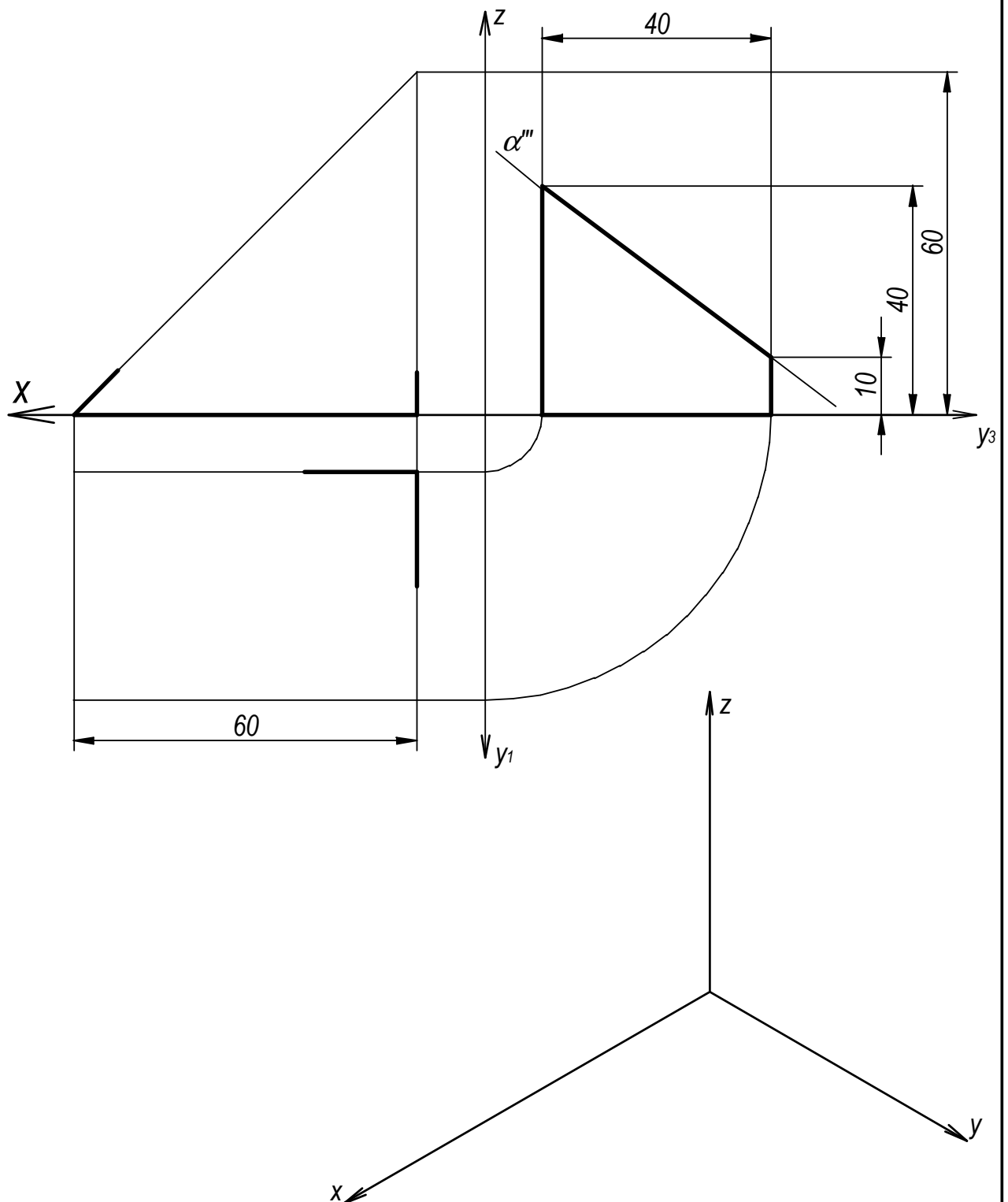
1. Joonestada lõigatud prisma kolmvaade (eest-, pealt- ja külgsaade), mõõtmeid joonisele mitte panna.
2. Leida lõikepinna tõeline suurus.
3. Joonestada välja lõigatud prisma täielik pinnalaotus.
4. Joonestada lõigatud prisma aksonomeetriline kujutis, võttes telgede 0-punkti prisma põhja keskpunkti. Joonisel näidata kõik side- ja konstruktsioonijooned.



Ülesanne 13

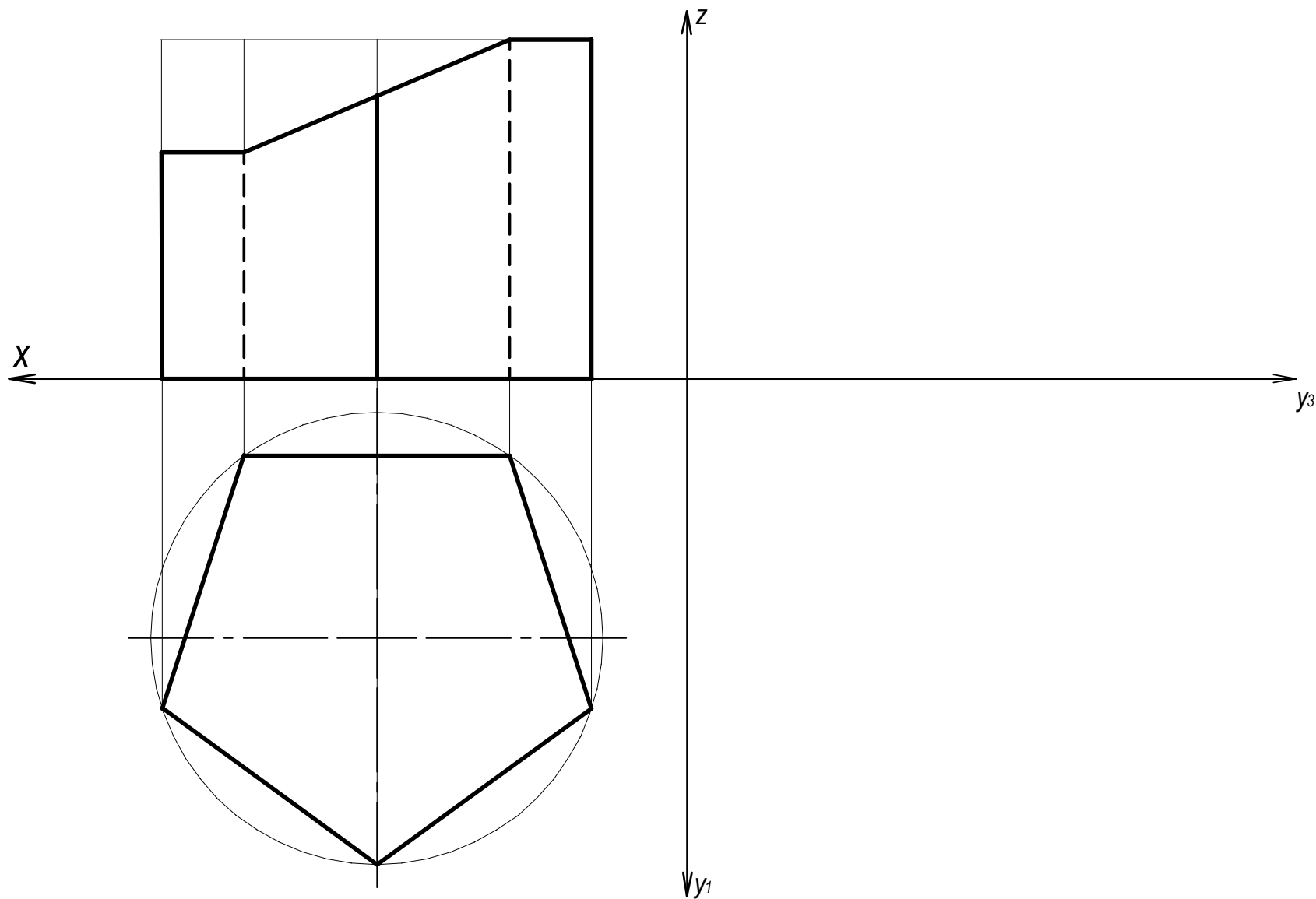
Antud on horisontaalselt asetseva kolmetahulise prisma kolmvaade oma mõõtmetega. Prismat lõigatakse külgekraanil näidatud tasapinnaga α .

1. Joonestada peale tasapinnaga α lõikamist järelejääva prisma eestvaade ja pealtvaade.
2. Kujutada lõigatud prisma ristisomeetrias.



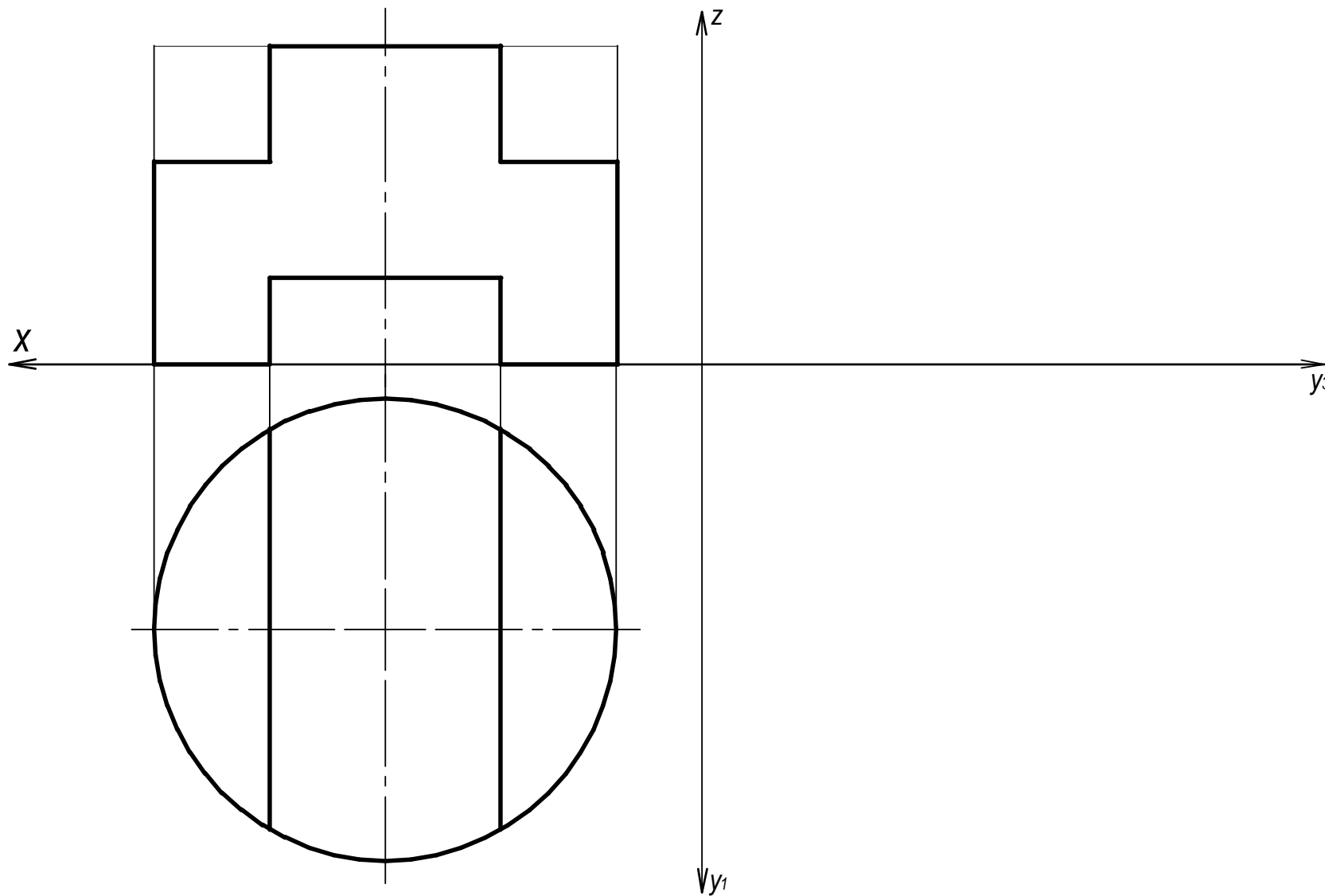
Ülesanne 14

Antud on 5-tahulise korrapärase prisma kaksvaade (ümberringjoon $d = 80 \text{ mm}$, $h = 60 \text{ mm}$). Eestvaatel on näidatud prisma teatud väljalõike sügavusega 20 mm . Lõpetada väljalõikega prisma pealtvaade ja joonestada külgsuure. Tõmmata peenjoonega välja kõik sidejooned.



Ülesanne 15

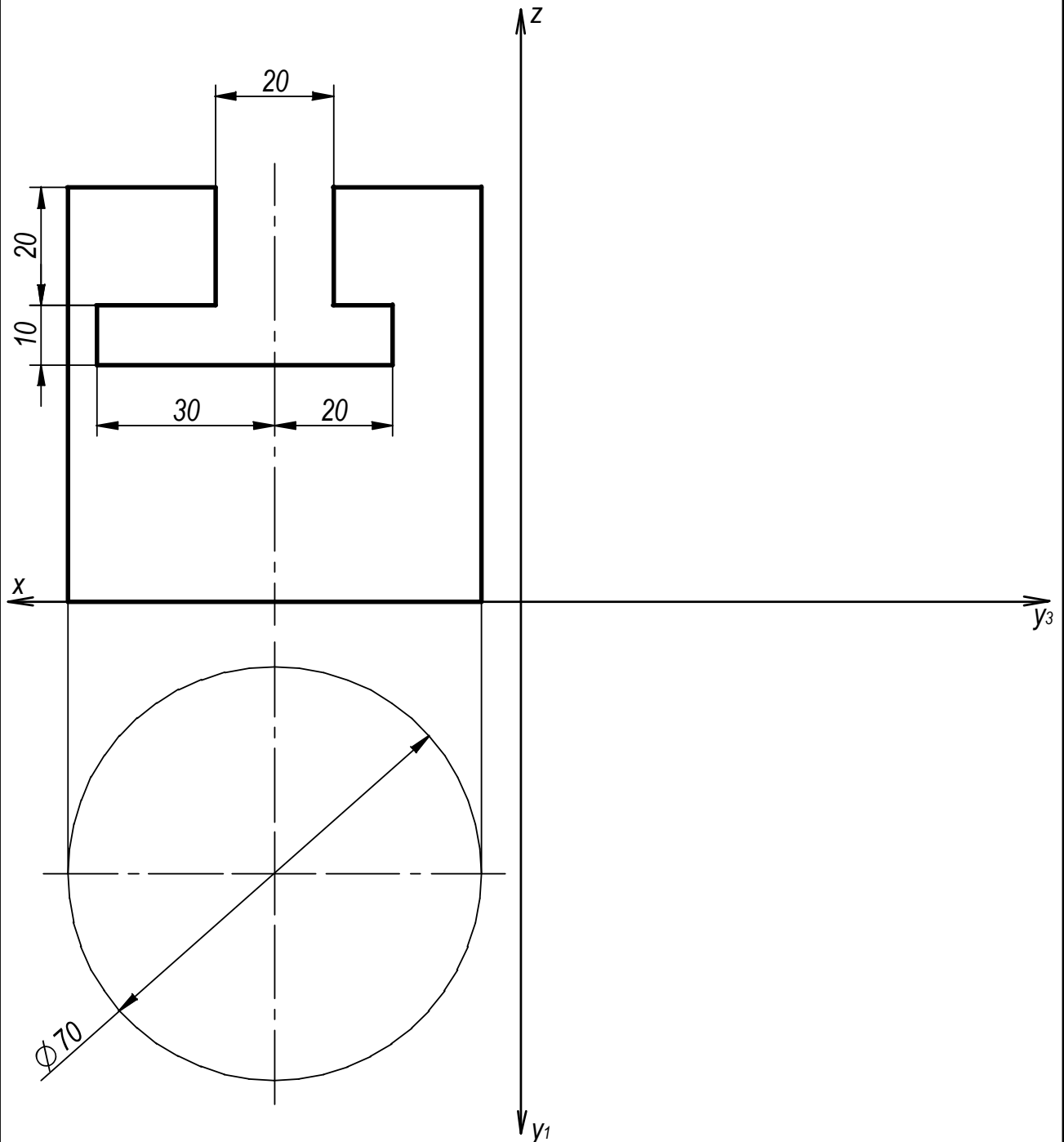
Antud on väljalõigetega silindri kaksvaade (diameeter $d = 80 \text{ mm}$, $h = 55 \text{ mm}$). Eestvaatel on näidatud silindrisse tehtud väljalõiked sügavusega 20 mm ja 15 mm. Joonestada väljalõikega silindri külgsaade. Tõmmata peenjoonega välja kõik sidejooned.



Ülesanne 16

Antud on väljalõigetega silinder diameetriga $d = 70$ mm ja kõrgusega $h = 70$ mm. Eestvaatel on näidatud silindrisse tehtud antud mõõtmetega väljalõiked.

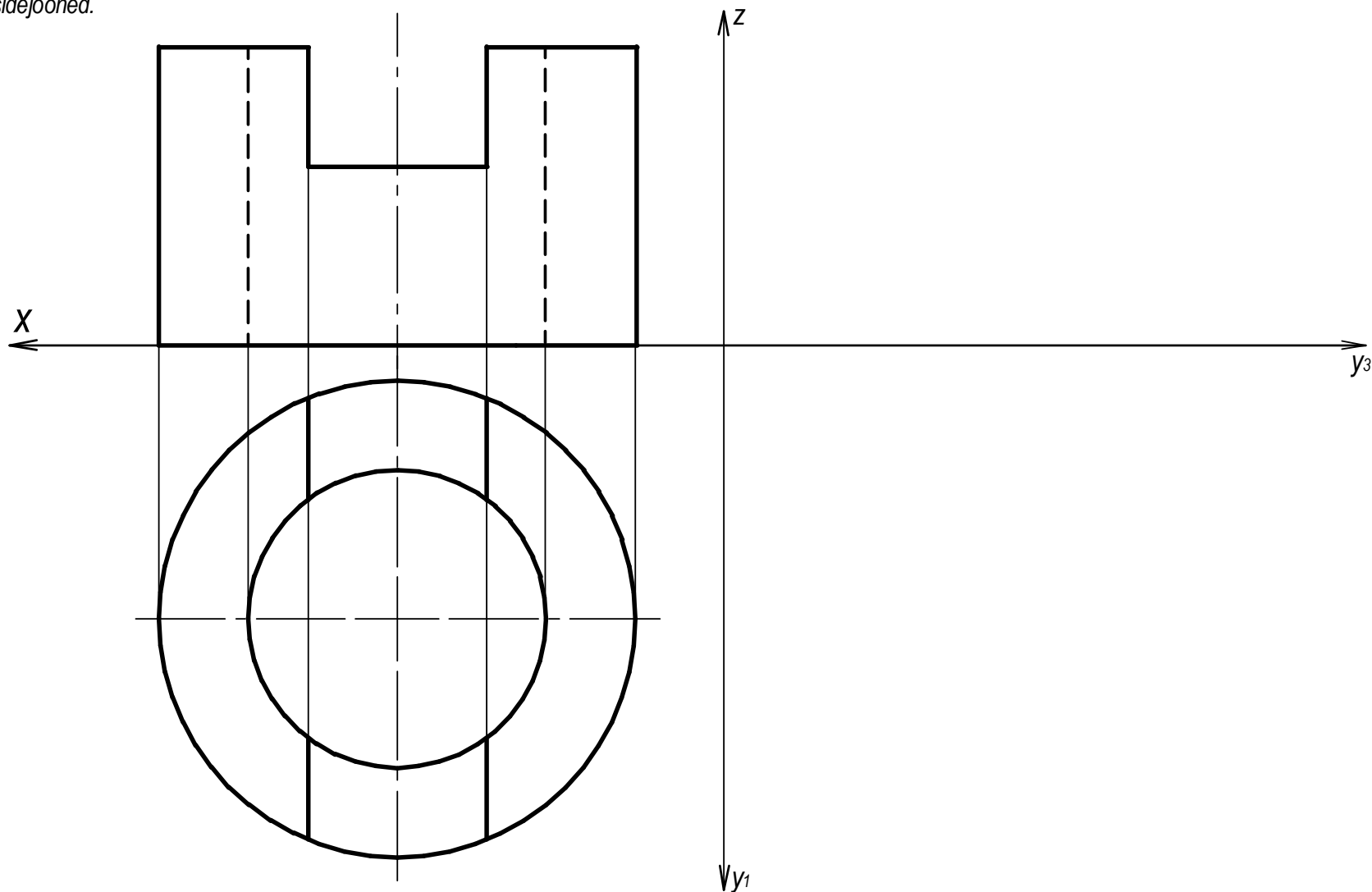
Lõpetada väljalõikega silindri pealtvaade ja joonestada silindri külgsaade. Tõmmata peenjoonega välja kõik sidejooned.



Ülesanne 17

Antud on väljalõikega silindrilise toru kaksvaade (välisdiameeter $D = 80$ mm, sisediameeter $d = 50$ mm ja kõrgus $h = 50$ mm). Väljalõige on tehtud esiekraani risttasapindadega, laius 30 mm ja sügavus 20 mm.

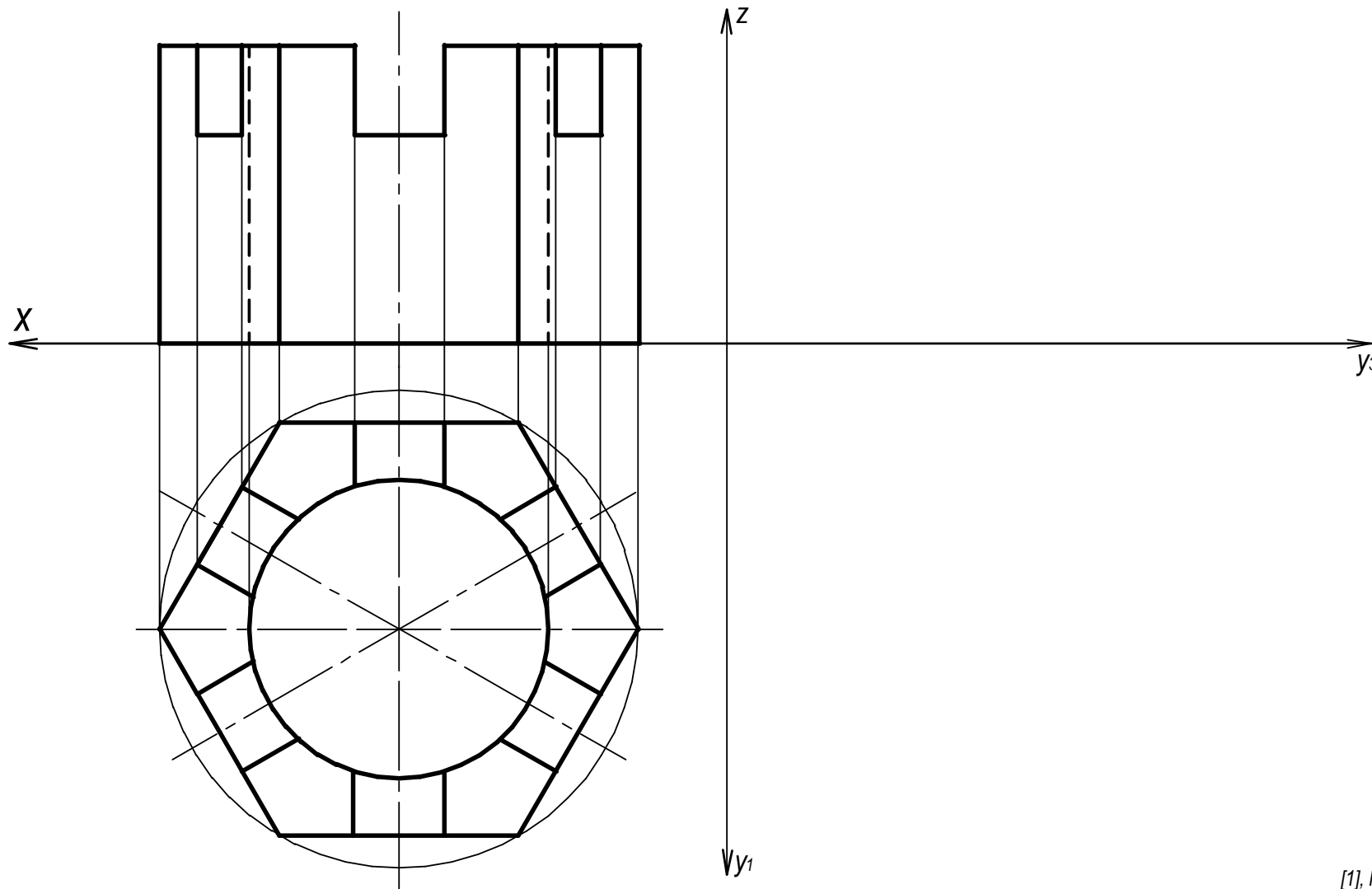
Joonestada väljalõikega silindrilise toru külgsaade täisloikes kui lõikepind on paralleelne külgekraaniga ja läbib detaili sümmeetriatelje. Tõmmata peenjoonega välja kõik sidejooned.



Ülesanne 18

Antud on läbiva silindrilise avaga ($d = 50 \text{ mm}$) korrapärase kuuetaahulise prisma (ümberringjoon $d = 80 \text{ mm}$ ja kõrgus 50 mm). Prismasse on tehtud põhiekraani risttasapindadega ühte otsa siselõiked laiussega 15 mm ja sügavusega 15 mm .

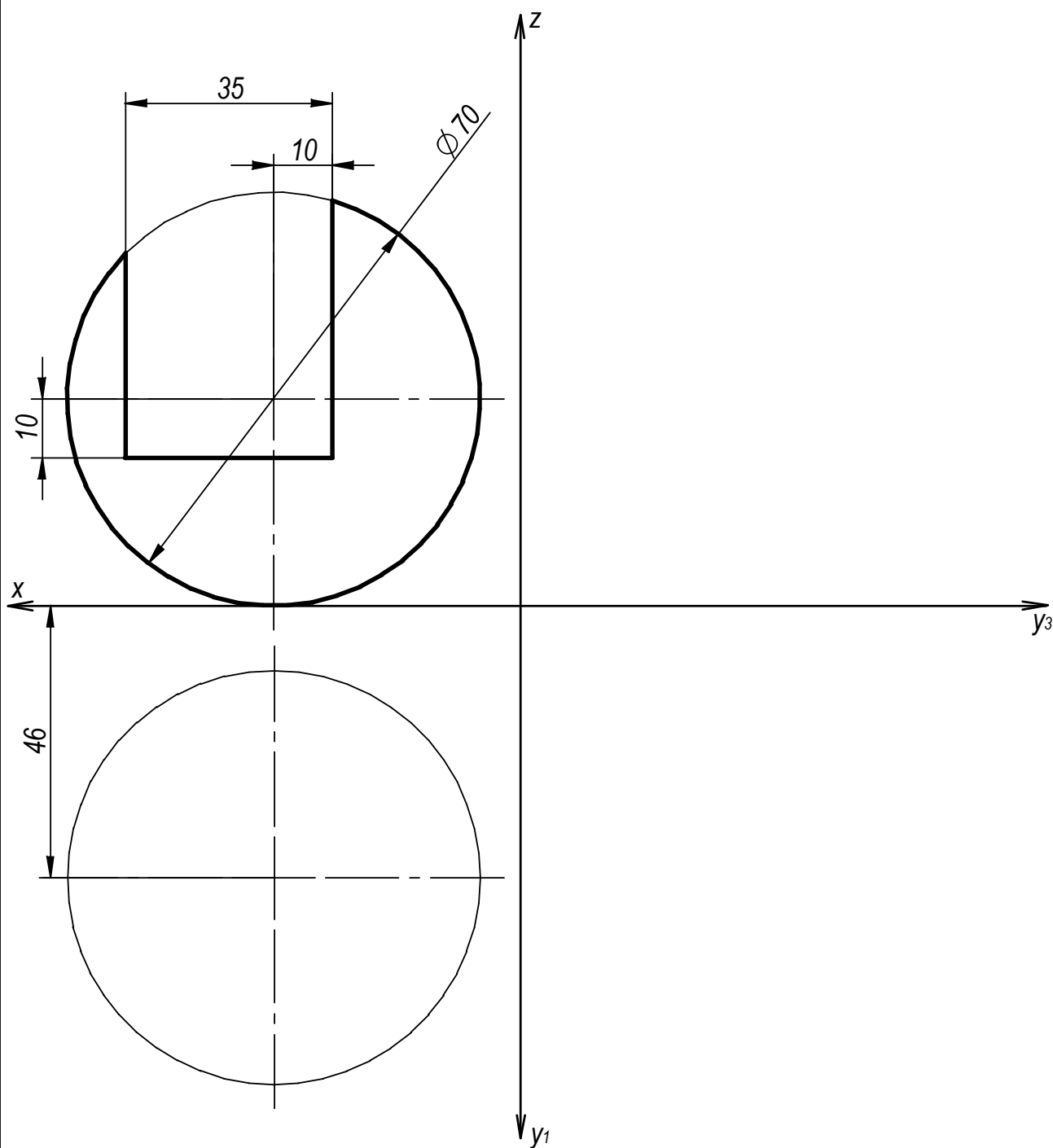
Joonestada sisselõigetega kuuetaahulise prisma külgvaade täislõikes kui lõikepind on paralleelne külgekraaniga ja läbib detaili sümmeetriatelje. Tõmmata peenjoonega välja kõik sidejooned.



Ülesanne 19

Antud on kera (diameetriga 70 mm) eestvaade. Kerasse on tehtud esiekraani risttasapindadega joonisel näidatud mõõtetega väljalõige.

Lõpetada väljalõikega kera pealtvaade ja joonestada kera külgvaade. Tõmmata peenjoonega välja kõik sidejooned.



GRAAFILINE TÖÖ NR 2

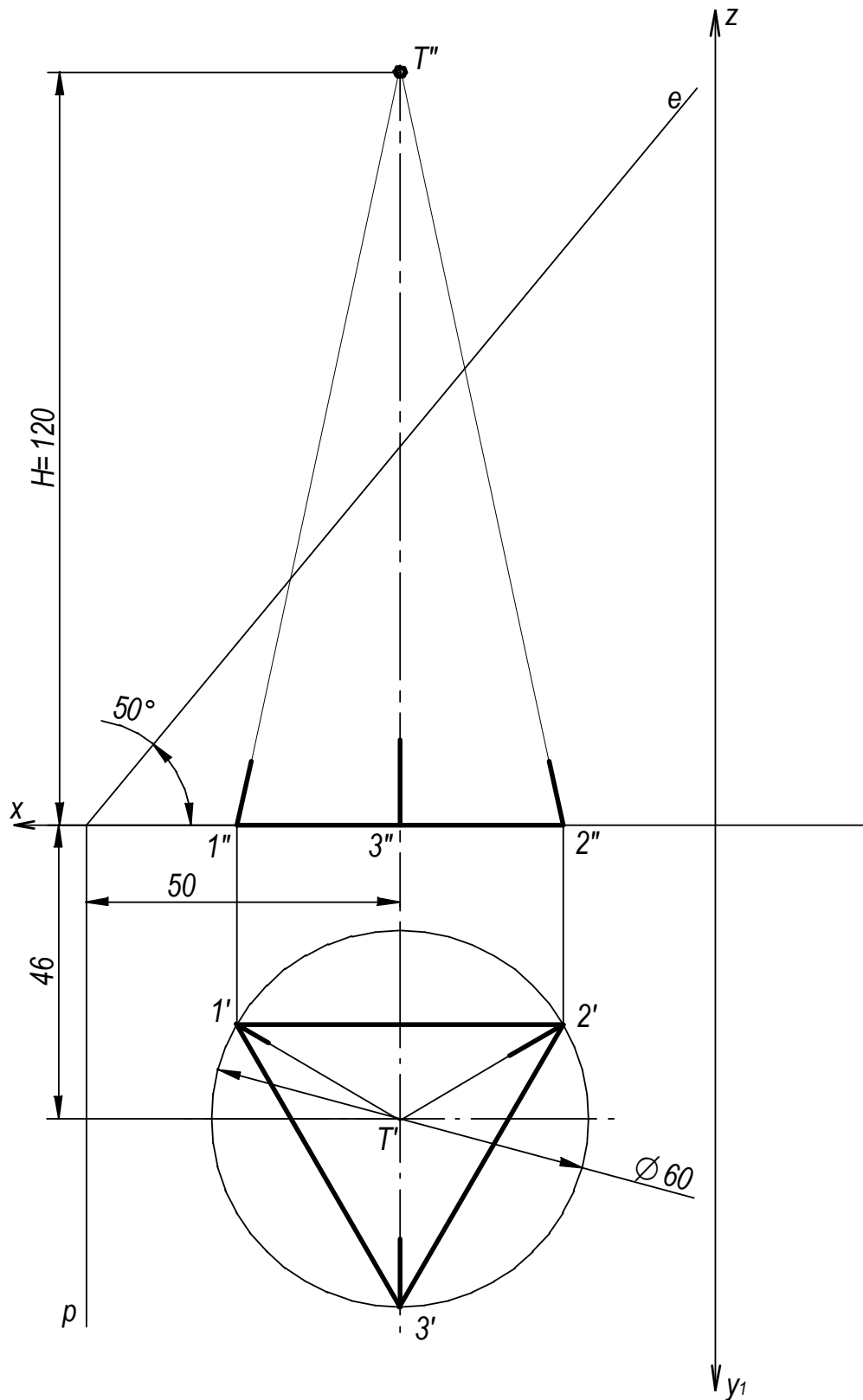
Püramiidi lõige.

Antud on püramiid 123T (möödud vt jooniselt), mis on lõigatud esiekraani risttasapinnaga $\alpha(e, p)$.

Joonestada tasapinnaga lõigatud püramiidi:

1) kolmvaade; 2) pinnalaotus; 3) aksonomeetiline kujutus.

Mõõtmeid joonisele mitte kanda, kuid näidata kõik side- ja konstruktsioonijooned.

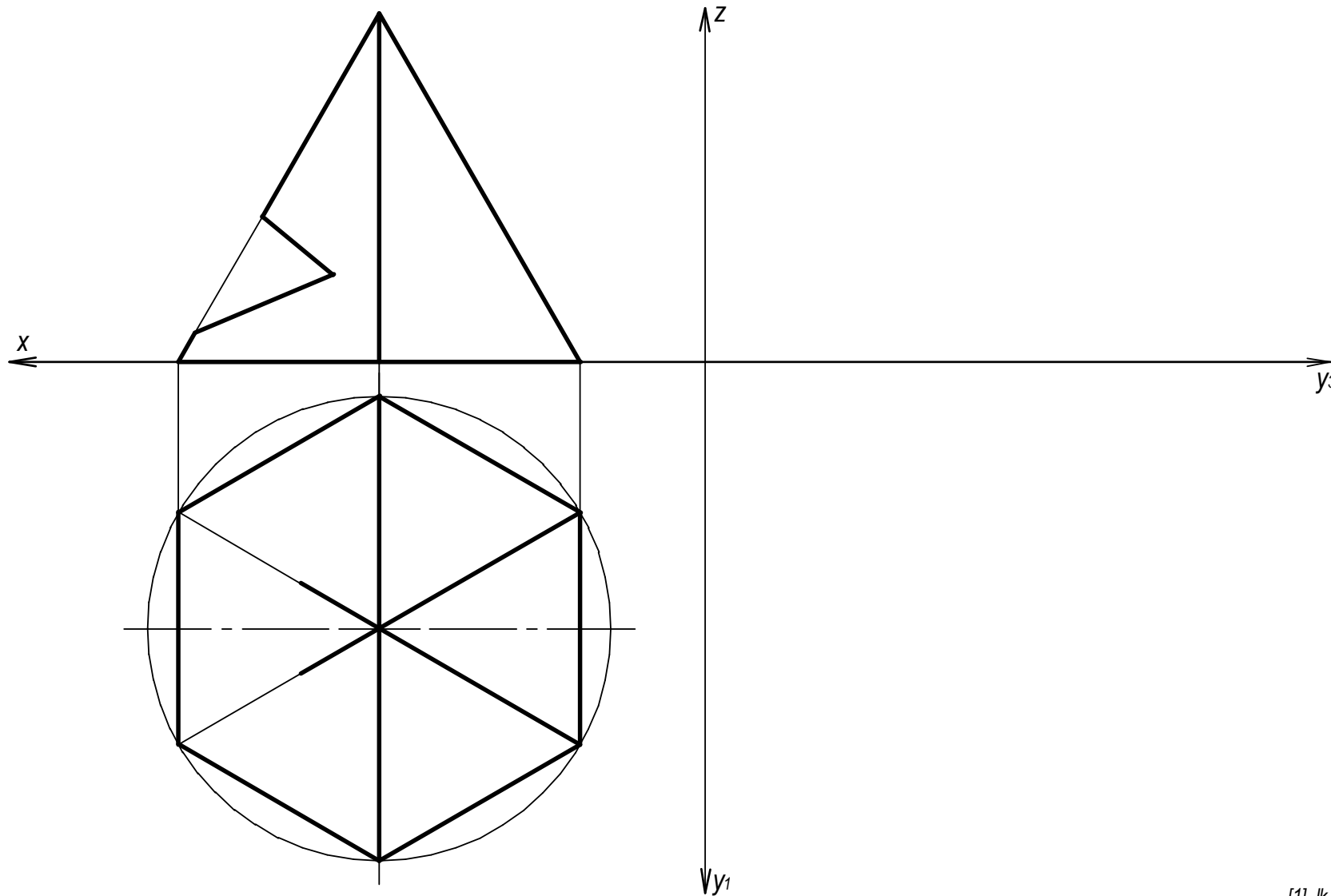


GRAAFILINE TÖÖ NR 3A

Väljalõikega püramiid

Ülesanne 21

Antud on väljalõikega võrdkülgse kuuetahulise püramiidi kaksvaade (diameeter $d = 80 \text{ mm}$, $h = 60 \text{ mm}$). Eestvaatel on näidatud püramiidi tehtud väljalõige. Joonestada antud mõõtmetega väljalõikega püramiidi kolmvaade (mõõtmeid joonisele mitte kanda). Tõmmata peenjoonega välja kõik sidejooned.

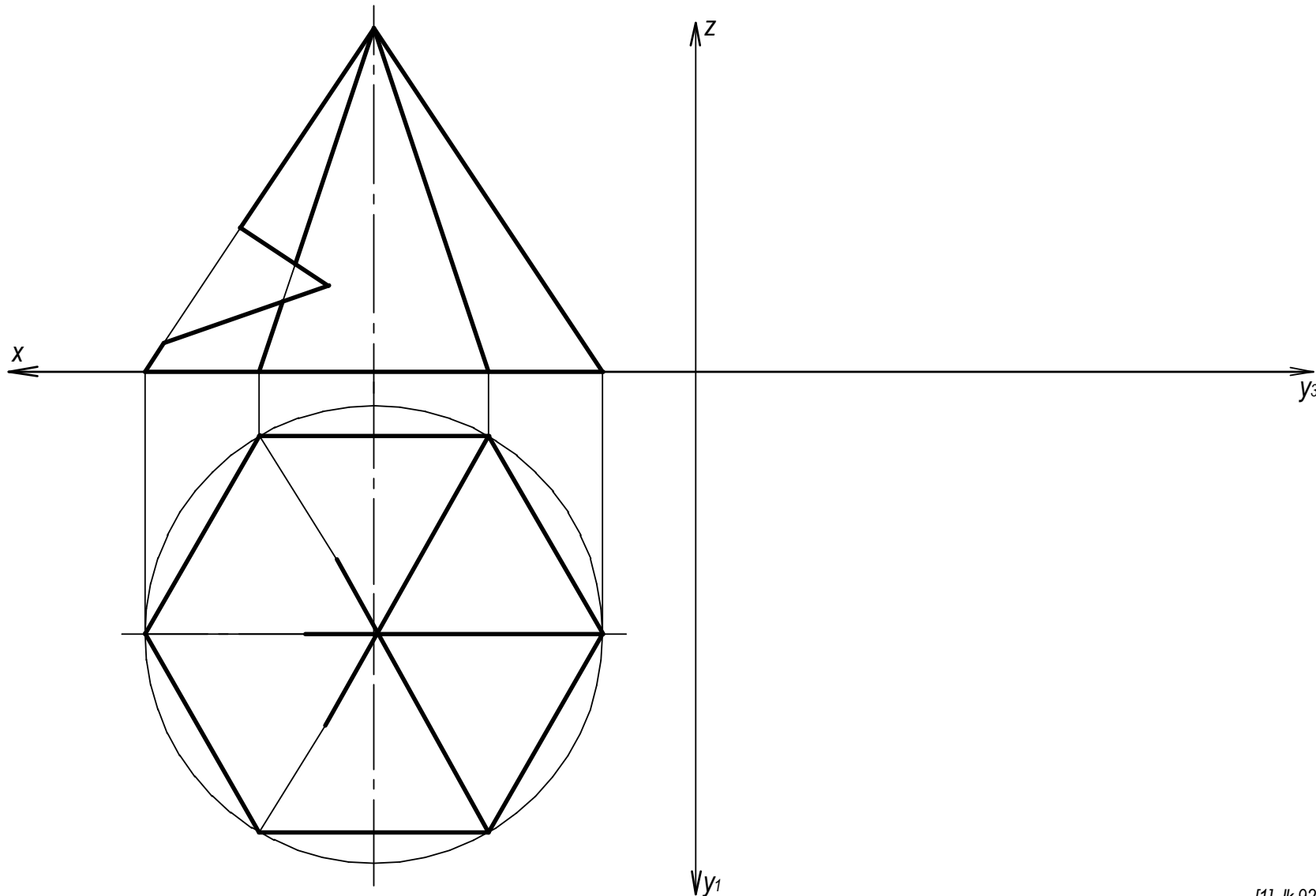


GRAAFILINE TÖÖ NR 3B

Väljalõikega püramiid

Ülesanne 22

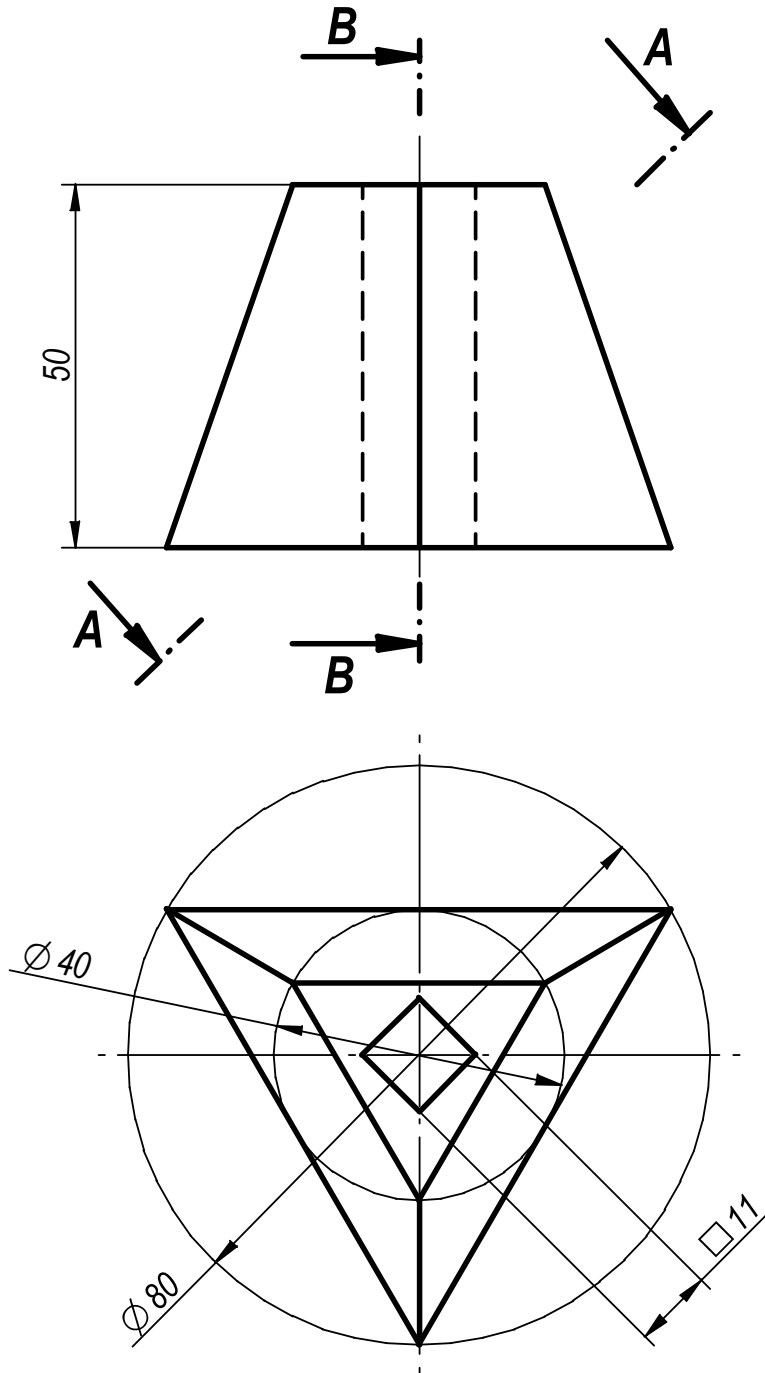
Antud on väljalõikega võrdkülgse kuuetahulise püramiidi kaksvaade (diameeter $d = 80 \text{ mm}$, $h = 60 \text{ mm}$). Eestvaatel on näidatud püramiidi tehtud väljalõige. Joonestada antud mõõtmetega väljalõikega püramiidi kolmvaade (mõõtmeid joonisele mitte kanda). Tõmmata peenjoonega välja kõik sidejooned.



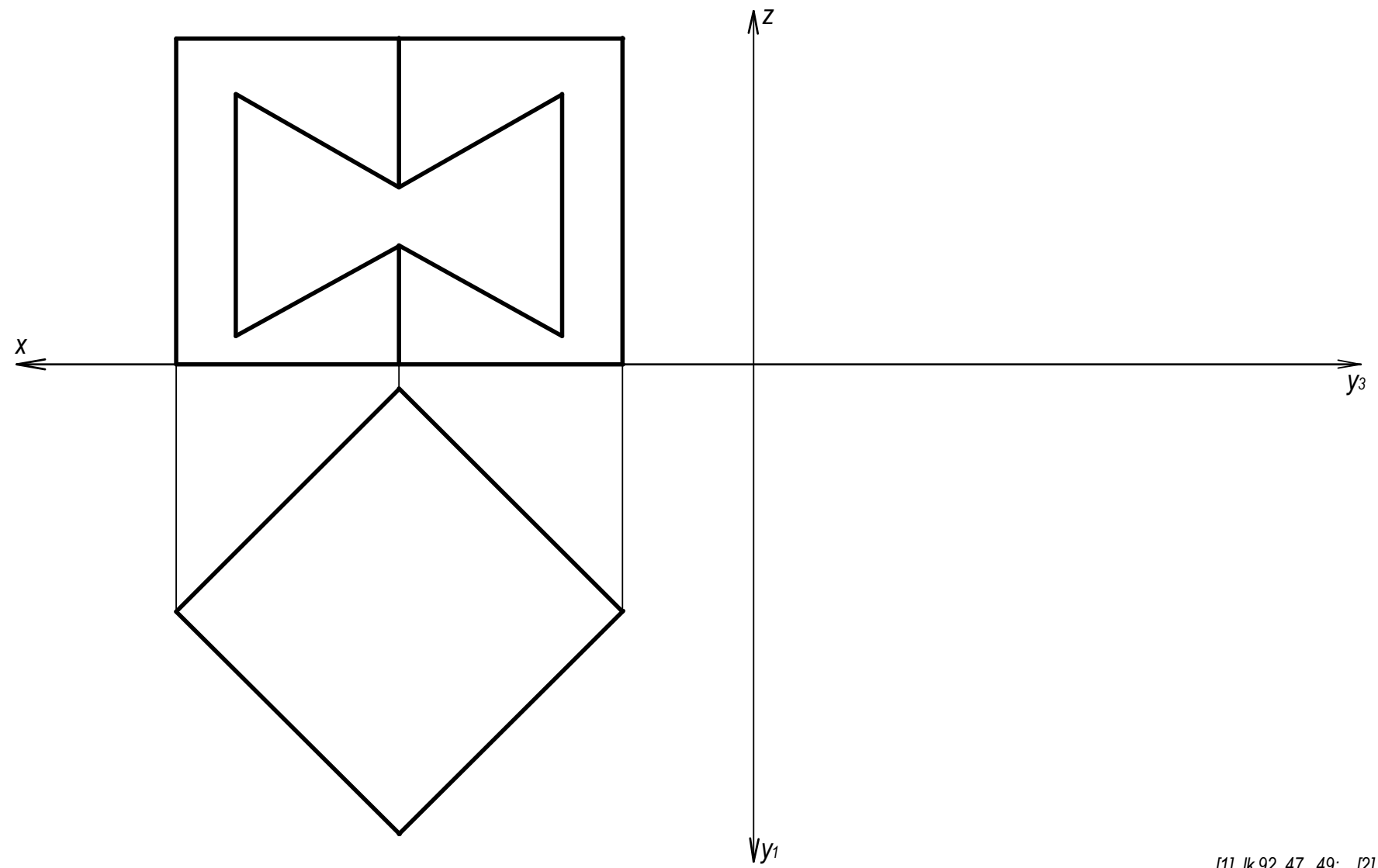
GRAAFILINE TÖÖ NR 4

Tüvipüramiidi lõiked

- Tüvipüramiid lõigatakse kahe tasapinnaga A-A ja B-B.
 1. Konstrueerida tüvipüramiidi külgvaade täislõikes B-B;
 2. Konstrueerida tüvipüramiidi kaldlõige A-A.



Antud on läbiva avaga võrdkülgse neljatahulise püstprisma eestvaade (tahu laius $b = 56 \text{ mm}$, kõrgus $h = 58 \text{ mm}$). Eestvaatel on näidatud prisma teatud ava.
 Lõpetada prisma pealtvaade ja joonestada selle prisma külgvaade (mõõtmeid joonisele mitte kanda).
 Tõmmata peenjoonega välja kõik sidejooned.

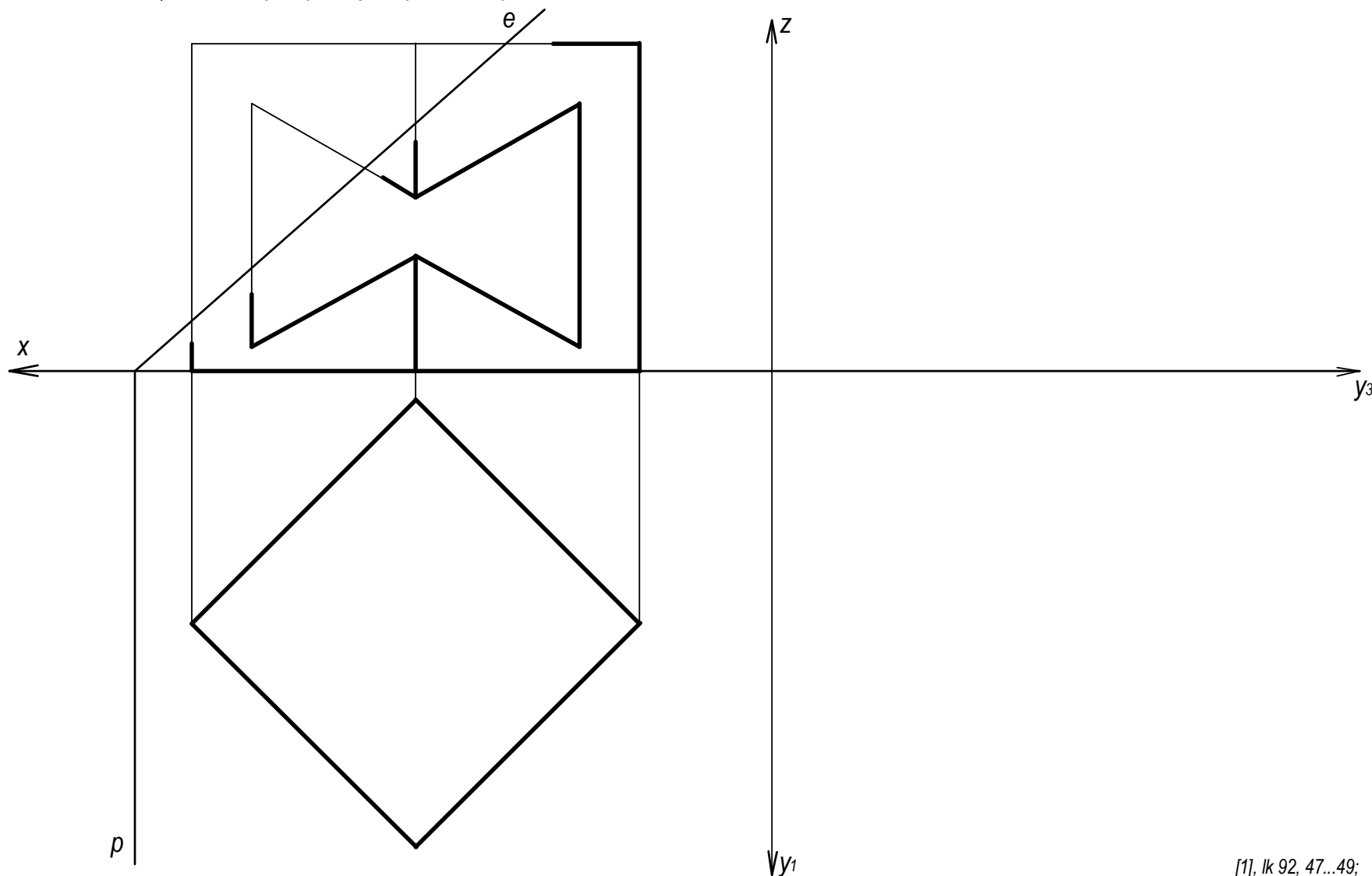


Ülesanne 25

Antud on esiekraani risttasapinnaga lõigatud läbiva avaga püstprisma eestvaade (tahu laius $b = 56$ mm, kõrgus $h = 58$ mm).

Eestvaatel on näidatud prisma teatud ava.

Lõpetada lõigatud prisma pealtvaade, eestvaatel tõmmata vajalikud jooned jämejoonega üle ja konstrueerida läbiva avaga ja tasapinnaga lõigatud prisma külgsaade (mõõtmeid joonisele mitte kanda). Tõmmata peenjoonega välja kõik sidejooned.



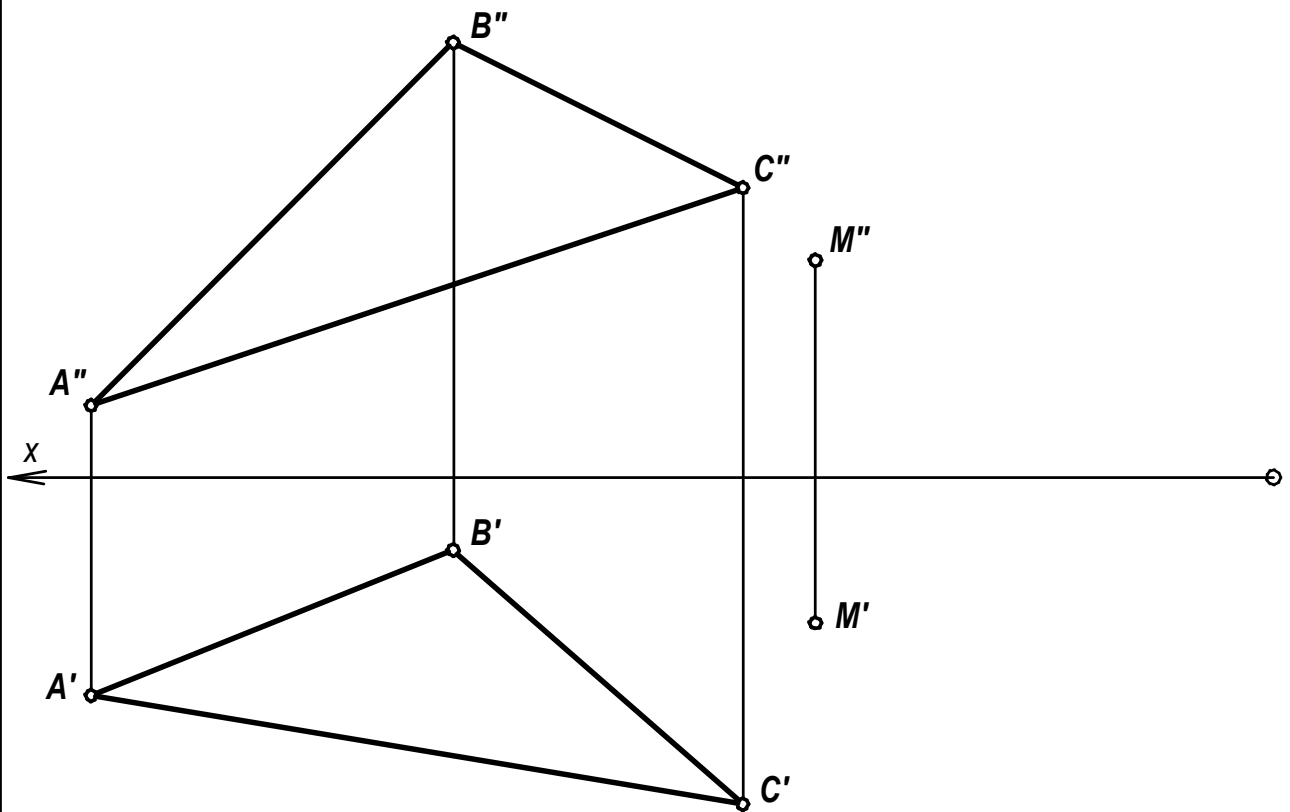
Punkti kaugus üldasendilisesest tasapinnast

Ülesanne 26

Antud on üldasendiline kolmnurk ABC punktidega $A(160, 30, 10)$; $B(110, 10, 60)$ ja $C(70, 45, 40)$ ning punkt $M(60, 20, 30)$.

Leida punkti M kaugus kolmnurgaga ABC määratud tasapinnast

$d = \dots\dots\dots$



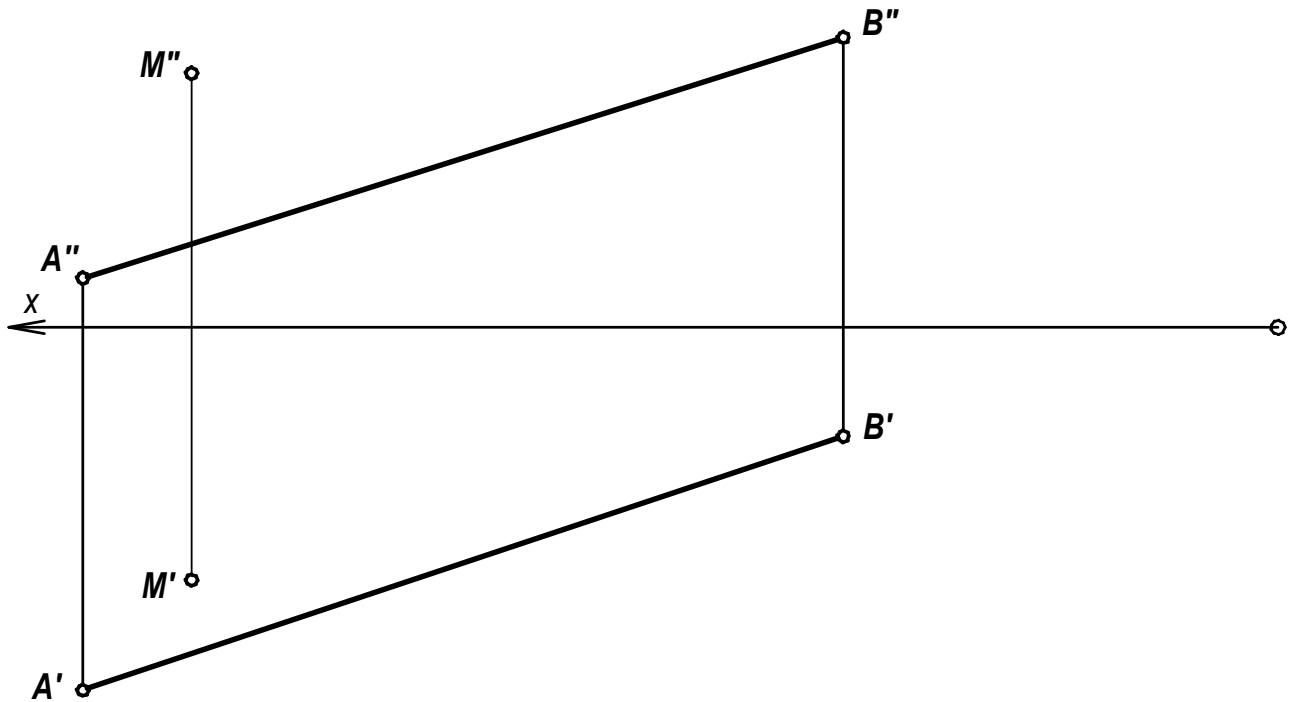
[1], lk 80...84, 64...67; [2], lk 35...36, 31...32

Punkti kaugus üldasendilisesest sirgest

Ülesanne 27

Antud on üldasendiline sirge $s(s', s'')$, mis on määratud punktidega $A(165, 50, 7)$ ja $B(60, 15, 40)$ ning punkt $M(150, 35, 35)$.

Leida punkti M kaugus üldasendilisesest sirgest s : $d = \dots\dots\dots$



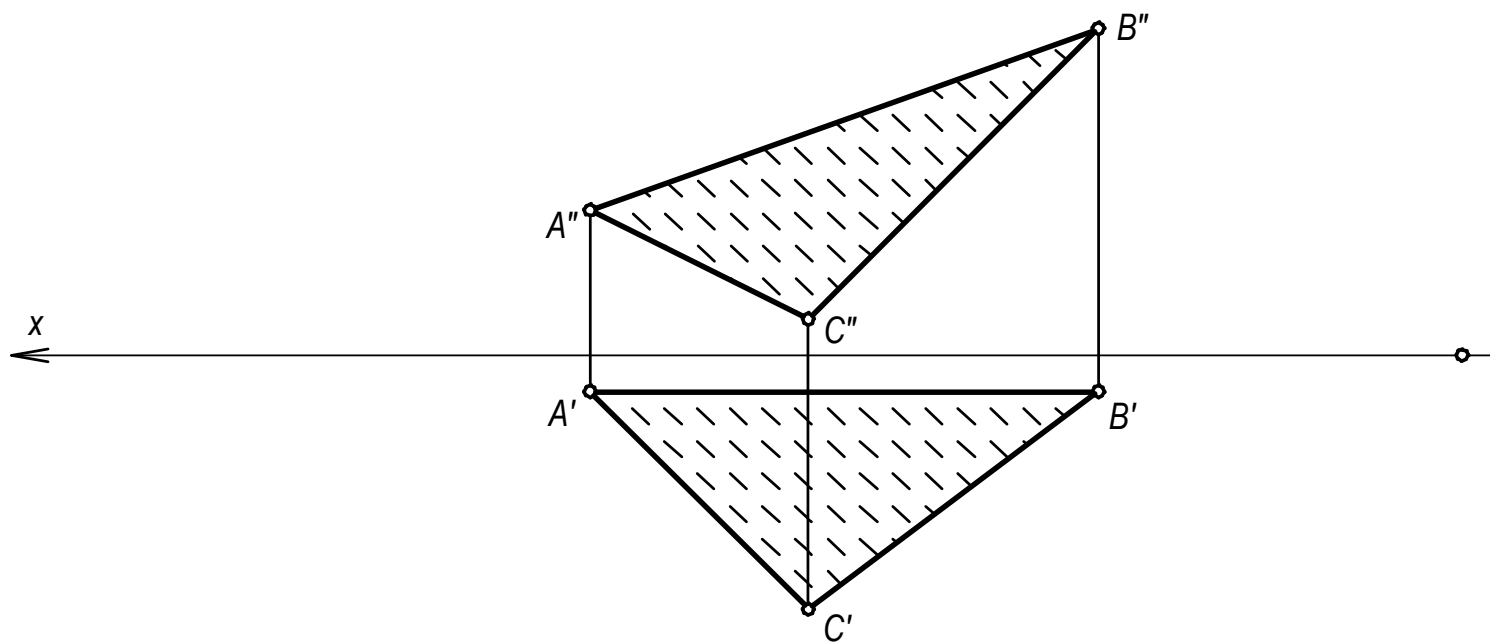
Tasapinna jälgsirged

Ülesanne 28

Antud on kolmnurga ABC kaksvaade.

Kolmnurk on määratud punktidega: $A(120, 5, 20)$; $B(50, 5, 45)$ ja $C(90, 35, 5)$.

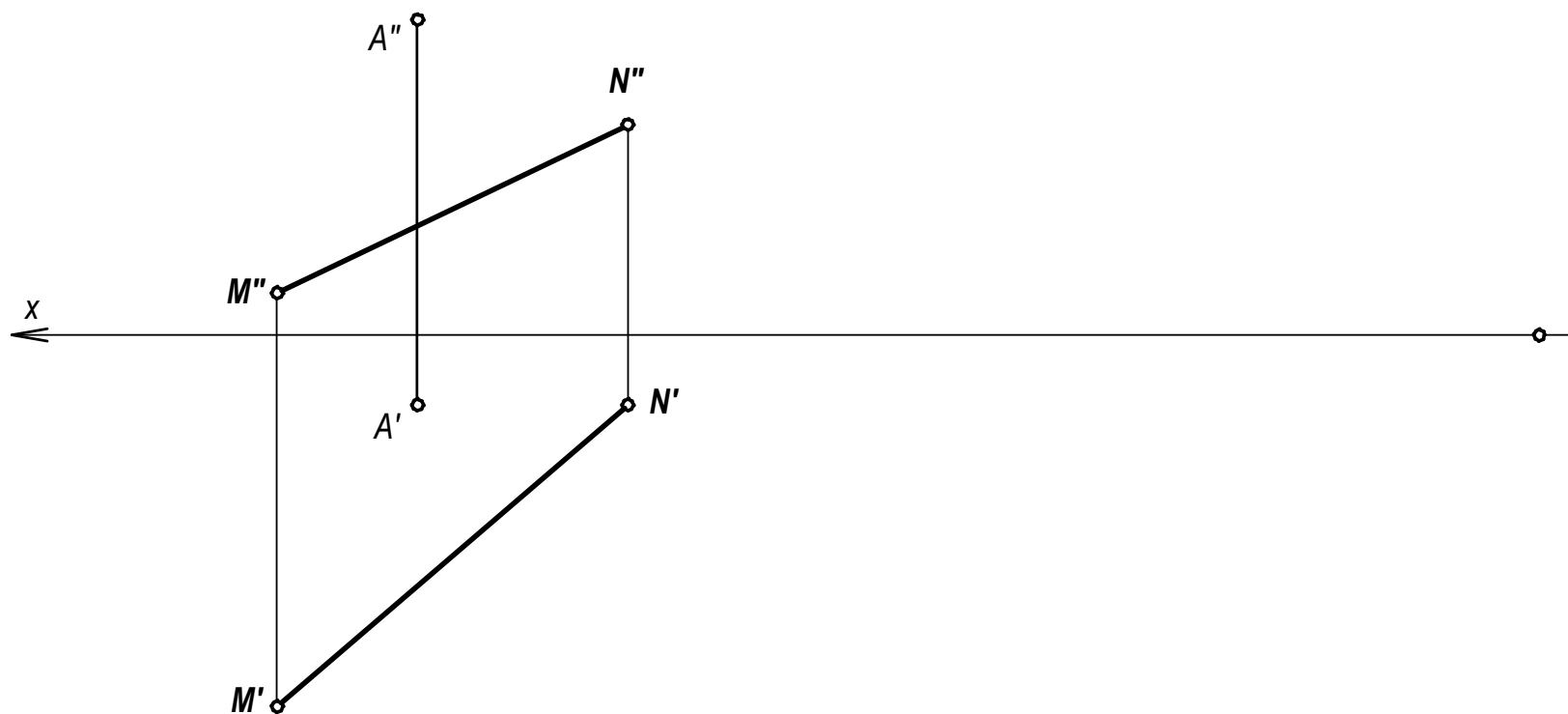
Leida tasapinna jälgsirged e ja p , millel asub kolmnurk ABC.



Tasapinna jälgsirged

Antud on sirge s , milline on määratud kahe punktiga: $M(180; 53; 6)$ ja $N(130; 10; 30)$. Lisaks on ruumis antud punkt $A(160; 10; 45)$.

Leida seda sirget s ja punkti A läbiva tasapinna jälgsirged e ja p .



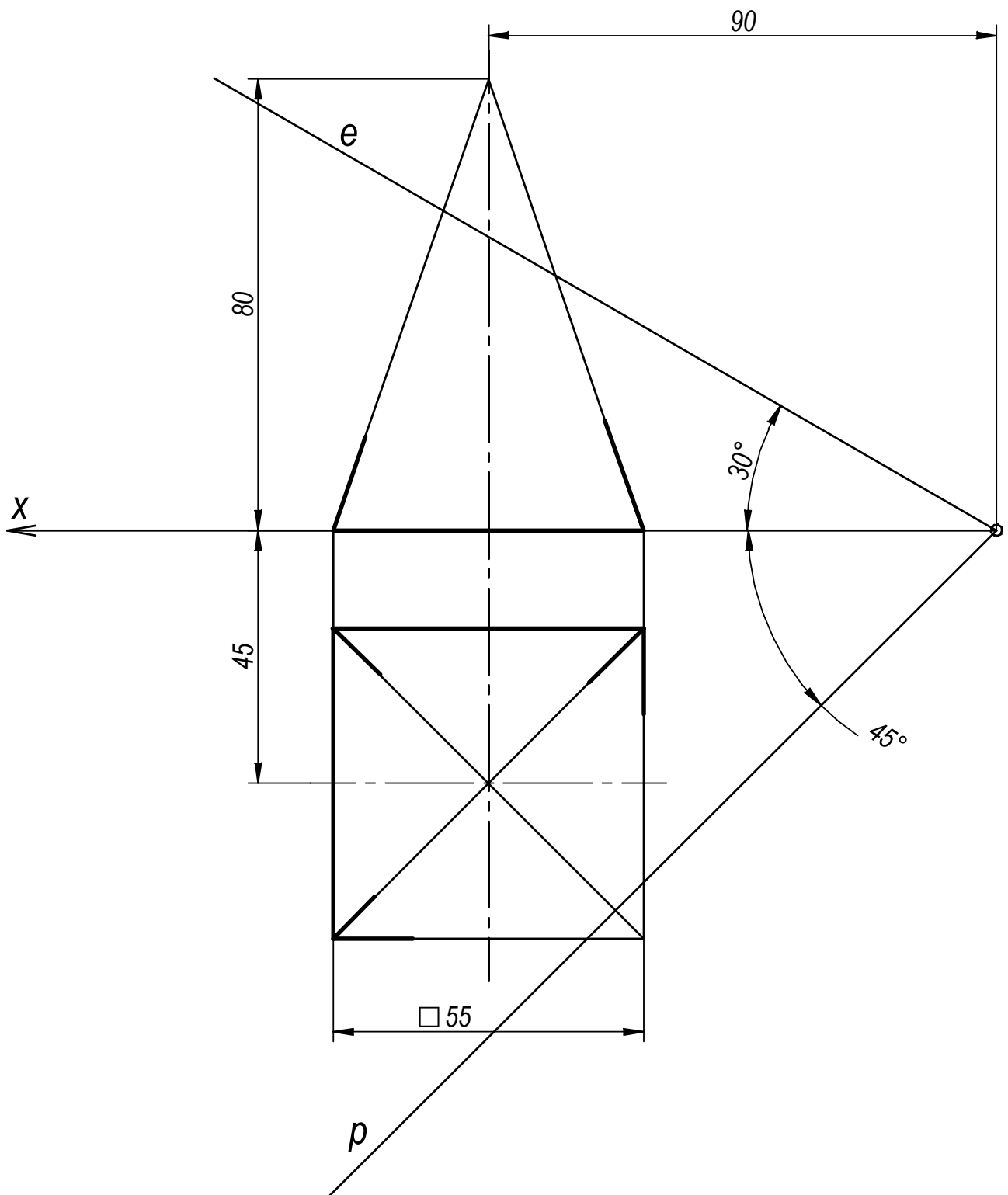
GRAAFILINE TÖÖ NR 5

Ülesanne 30 Püramiidi lõiked

Antud on korrapärase nelinurkse püramiidi kaksvaade (püramiidi põhi on ruut $\square 55$ mm ja kõrgus $H = 80$ mm). Seda püramiidi lõikab tasapind α , mis on antud oma jälgedega e ja p .

Joonis teha formaadil A3, mõõtmeid joonisele ei kanna.

1. Konstrueerida lõigatud püramiidi eest- ja pealtvaade kasutades selleks lisaekraani võtet;
2. Leida lõikepinna tõeline kuju.



[1], lk 93...94; [2], lk 41

Punkt tasapinnal

Ülesanne 31

Antud on tasapinna α jälgsirged e [määratud punktidega $E1(126, 0, 23)$ ja $E2(43, 0, 51)$] ning p [määratud punktidega $P1(194, 0, 0)$ ja $P2(95, 39, 0)$].
Samuti on antud sellel tasapinnal asuvate punktide M ja N ühed projektsioonid: $M(35, \dots, 23)$ ja $N(110, 25, \dots)$.

Leida tasapinnal asuvate punktide M ja N puuduvad projektsioonid ja märkida nende puuduvad koordinaadid: $M(35, \dots, 23)$ ja $N(110, 25, \dots)$.



Tasapinna kaldenurgad, tasapinna langusjooned

Ülesanne 32

Antud on tasapinna α jälgsirged e /määratud punktidega $E1(126, 0, 23)$ ja $E2(43, 0, 51)$ / ning p /määratud punktidega $P1(194, 0, 0)$ ja $P2(95, 39, 0)$ /.
Samuti on antud sellel tasapinnal asuva punkti M üks projektsioon $M(80, \dots, 25)$.

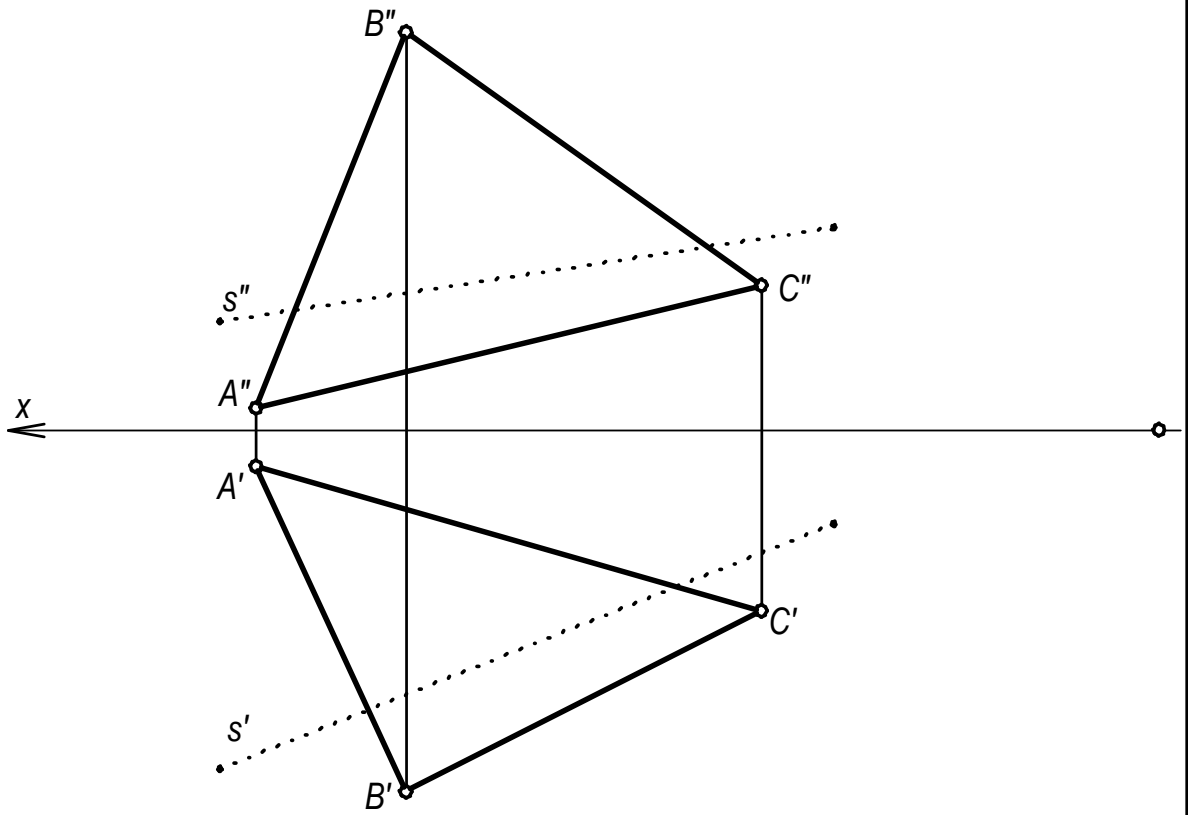
Leida tasapinnal asuva punkti M puuduv projektsioon ja märkida puuduv koordinaat $M(80, \dots, 25)$.

Leida punkti M kaugus: 1) põhiekraanistmm; 2) esiekraanistmm; 3) põhijäljestmm; 4) esijäljestmm.

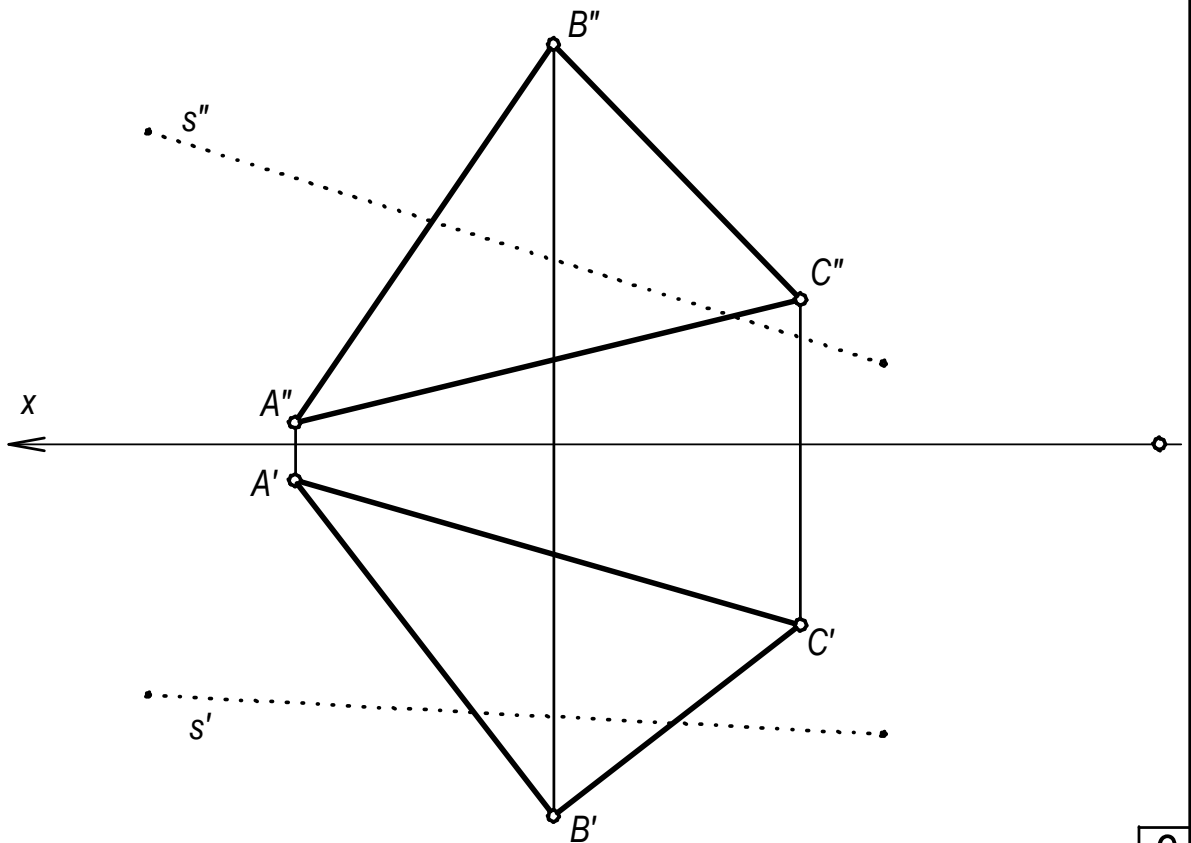
Leida tasapinna α kaldenurk: 1) põhiekraani suhtes $\varphi_1 = \dots$; 2) esiekraani suhtes $\varphi_2 = \dots$



1. Leida sirge lõikepunktid tasapinnaga.
2. Tõmmata sirge projektsioonid kontuurjoonega üle, arvestades selle nähtavusega (kolmnurk on läbipaistmatu).



1



[1], lk 62...63; [2], lk 29...30

2

Sirge lõikumine kolmnurkse tasapinnaga 2

Ülesanne 34

Antud on kolmnurk ABC punktide koordinaatidega ja sirge $s(E, F)$ punktide koordinaatidega.

1. Joonestada välja kolmnurga ja sirge kaksvaated, z -telg võtta ühtivaks raamjoonega.
2. Leida sirge lõikepunkt L tasapinnaga ja mõõta tema koordinaadid.
3. Tõmmata sirge projektsioonid kontuurjoonega üle, arvestades selle nähtavusega (kolmnurk on läbipaistmatu).

$A(125, 5, 5)$

$B(105, 50, 50)$

$C(55, 25, 20)$

$E(130, 45, 15)$

$F(45, 12, 30)$

$L(\dots, \dots, \dots)$

X
←

1

$A(117, 7, 5)$

$B(85, 50, 50)$

$C(45, 25, 20)$

$E(115, 50, 35)$

$F(40, 10, 5)$

$L(\dots, \dots, \dots)$

X
←

[1], lk 62...63; [2], lk 29...30

2

Sirge ja tasapinna lõikumine

Ülesanne 35

Antud on tasapind α oma jälgisirgetega, kui telgpunkt $X(140, 0, 0)$ ning esijälje e ja x -telje vaheline nurk on 40° ; põhijälje p ja x -telje vaheline nurk on 30° .

Samuti on antud sirge s punktidega $A(155, 75, 55)$ ja $B(50, 15, 15)$.

Variant 1. Kasutades abitasapinda τ_{LE2} leida sirge s lõikepunkt L tasapinnaga α ja mõõta tema koordinaadid $L(\dots; \dots; \dots)$. Tõmmata pideva jämejoonega üle sirge s nähtav osa, ülejäänu kriipsjoonega (tasapind ei paista läbi).

Variant 2. Kasutades abitasapinda τ_{LE1} leida sirge s lõikepunkt L tasapinnaga α ja mõõta tema koordinaadid $L(\dots; \dots; \dots)$. Tõmmata pideva jämejoonega üle sirge s nähtav osa, ülejäänu kriipsjoonega (tasapind ei paista läbi).

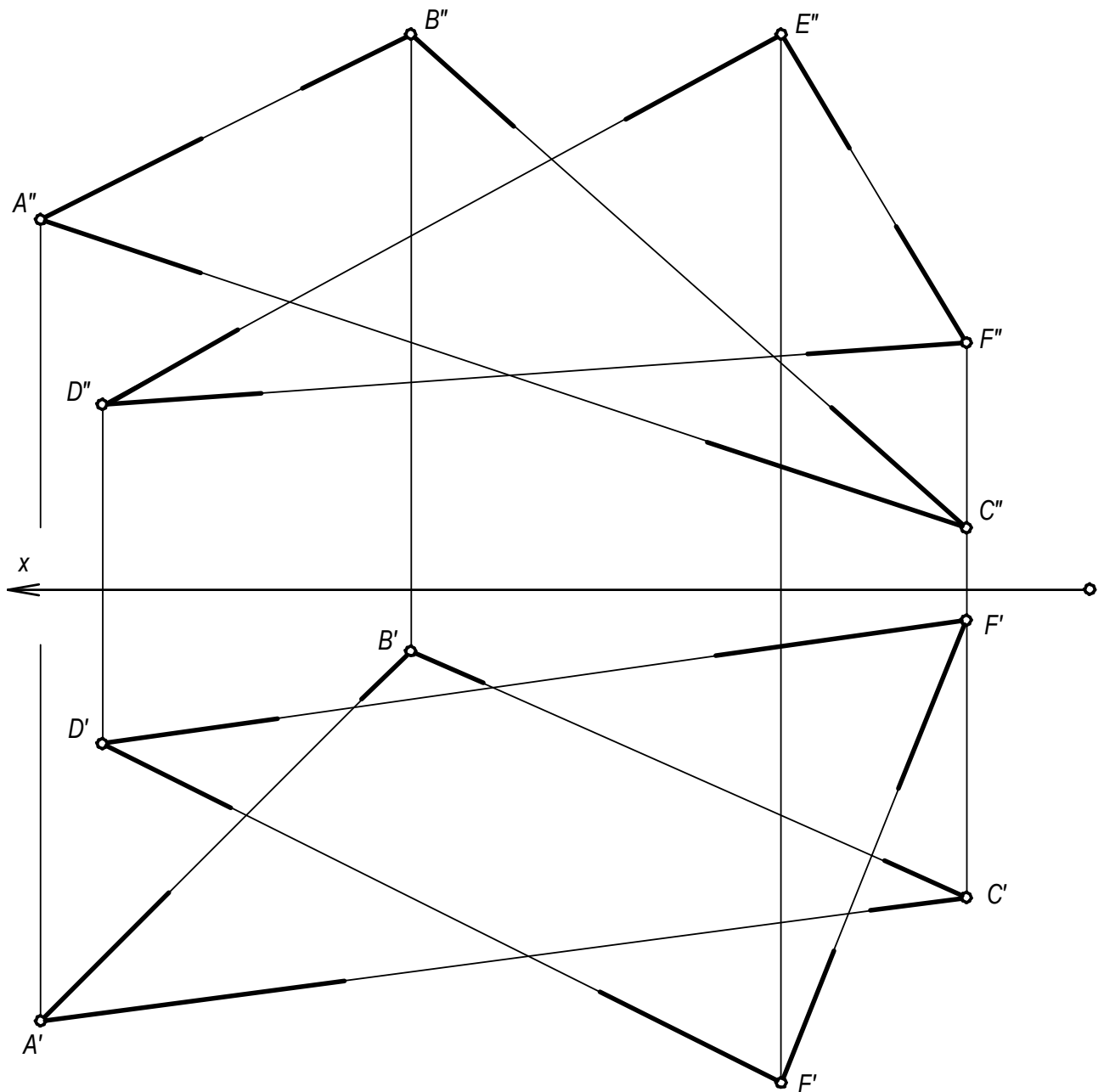


GRAAFILINE TÖÖ NR 6

Tasapindade lõikumine

Antud on kaks kolmnurkset tasapinda $\alpha(ABC)$ ja $\beta(DEF)$, mis lõikuvad omavahel. Nende tasapindade punktide koordinaadid on järgmised: $A(170, 70, 60)$; $B(110, 10, 90)$; $C(20, 50, 10)$; $D(160, 25, 30)$; $E(50, 80, 90)$; $F(20, 5, 40)$:

1. Joonestada nende kolmnurkade kaksvaade. Joonis teha formaadil A3.
2. Leida kahe tasapinna lõikumisel tekkiv lõikejoon ja määrata nähtavus. Näidata joonisel kõik sidejooned ja konstruktsioonijooned.

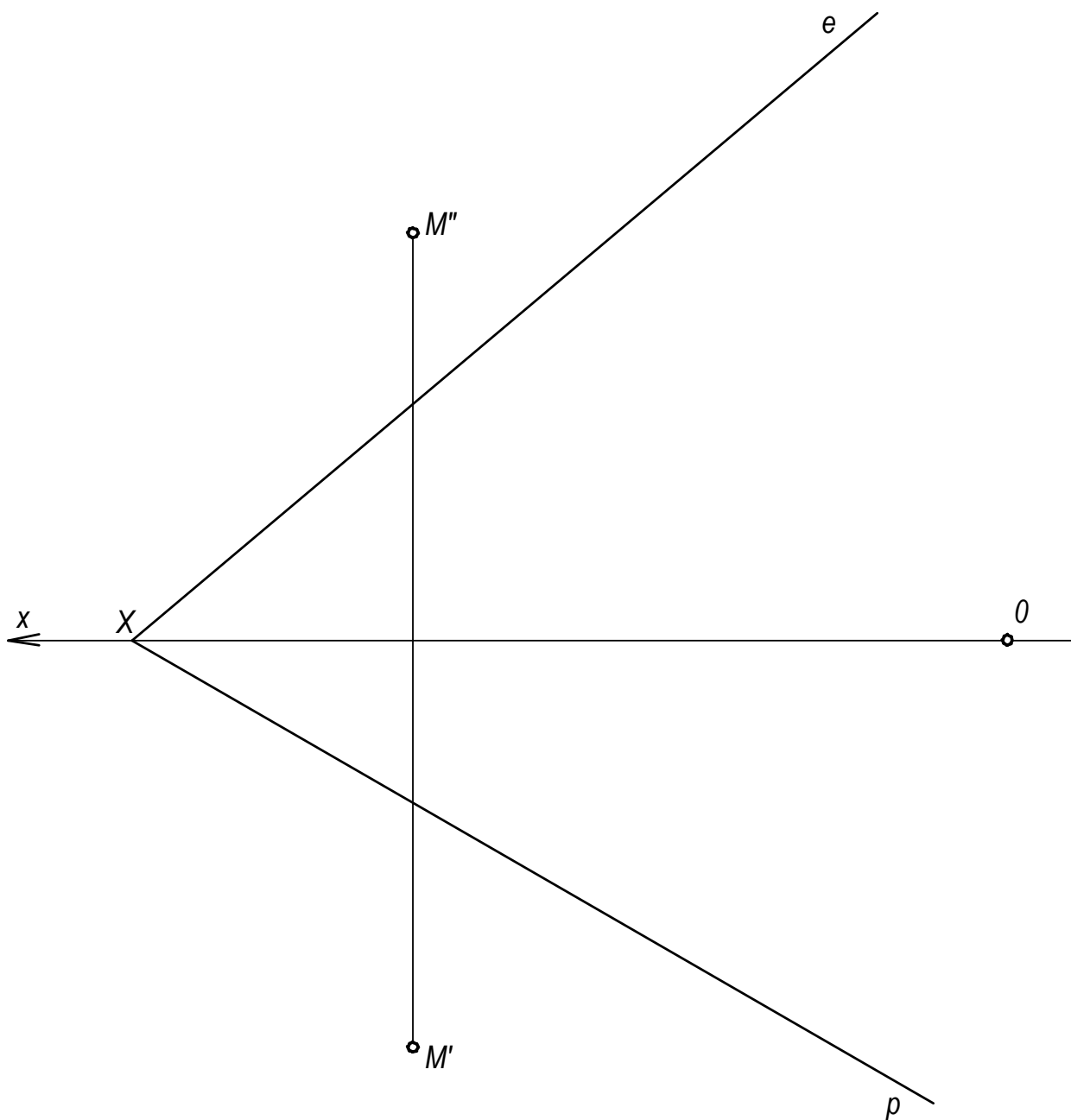


Punkti kaugus üldasendilises tasapinnast

Ülesanne 37

Antud on tasapind α oma jälgisirgetega, kui telgpunkt on $X(140, 0, 0)$ ning esijälje e ja x -telje vaheline nurk on 40° ; põhijälje p ja x -telje vaheline nurk on 30° .

1. Panna tasapinnale α normaal, mis läbib ruumis antud punkti $M(95, 65, 65)$.
2. Leida selle normaali lõikepunkt L (tugipunkt) tasapinnaga α , ja määrata selle punkti koordinaadid $L(\dots, \dots, \dots)$.
- 3) Leida punkti M kaugus tasapinnast $\alpha d = \dots \text{ mm}$.

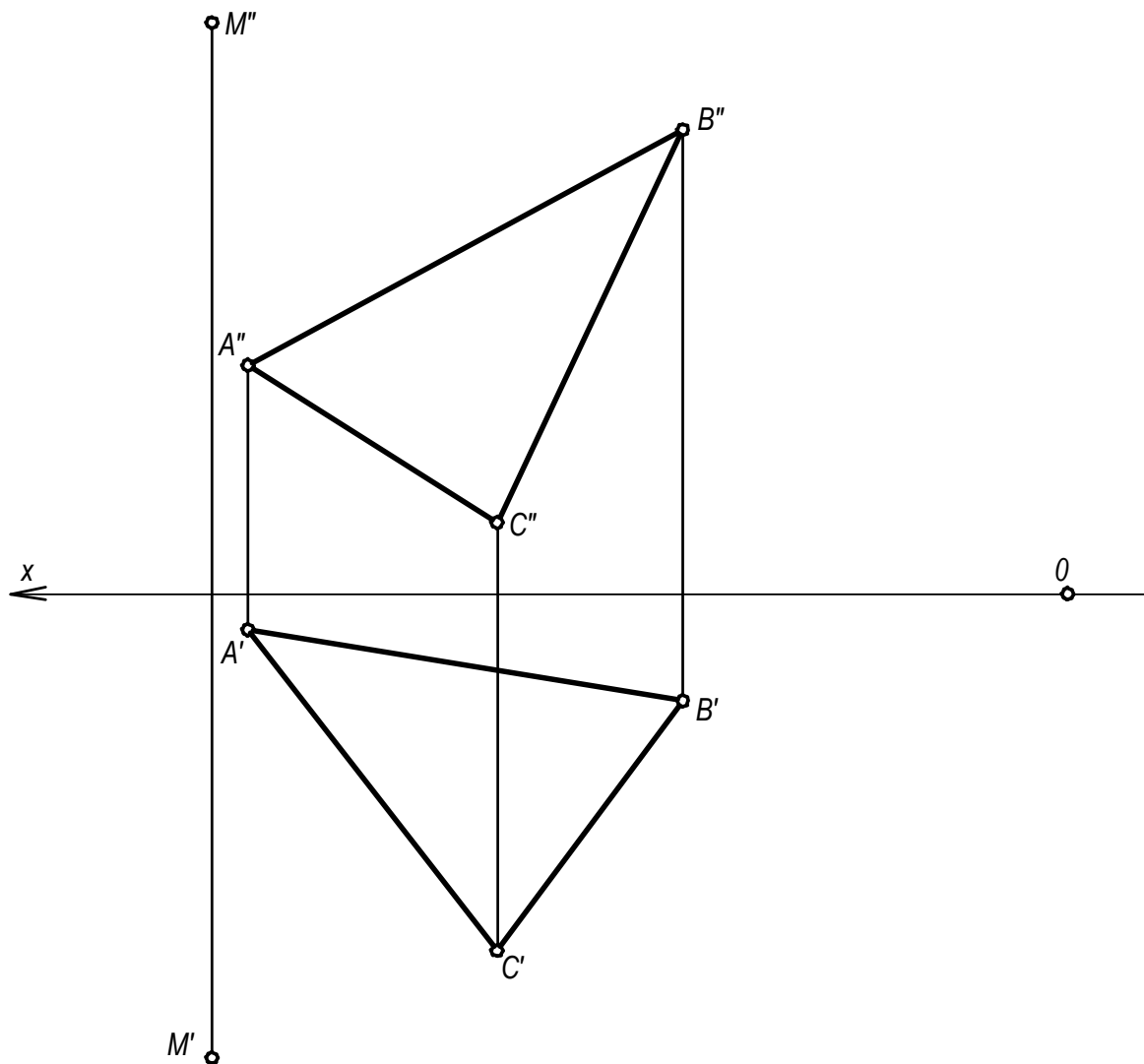


Tasapinna normaal (tasapinna ristsirge)

Ülesanne 38

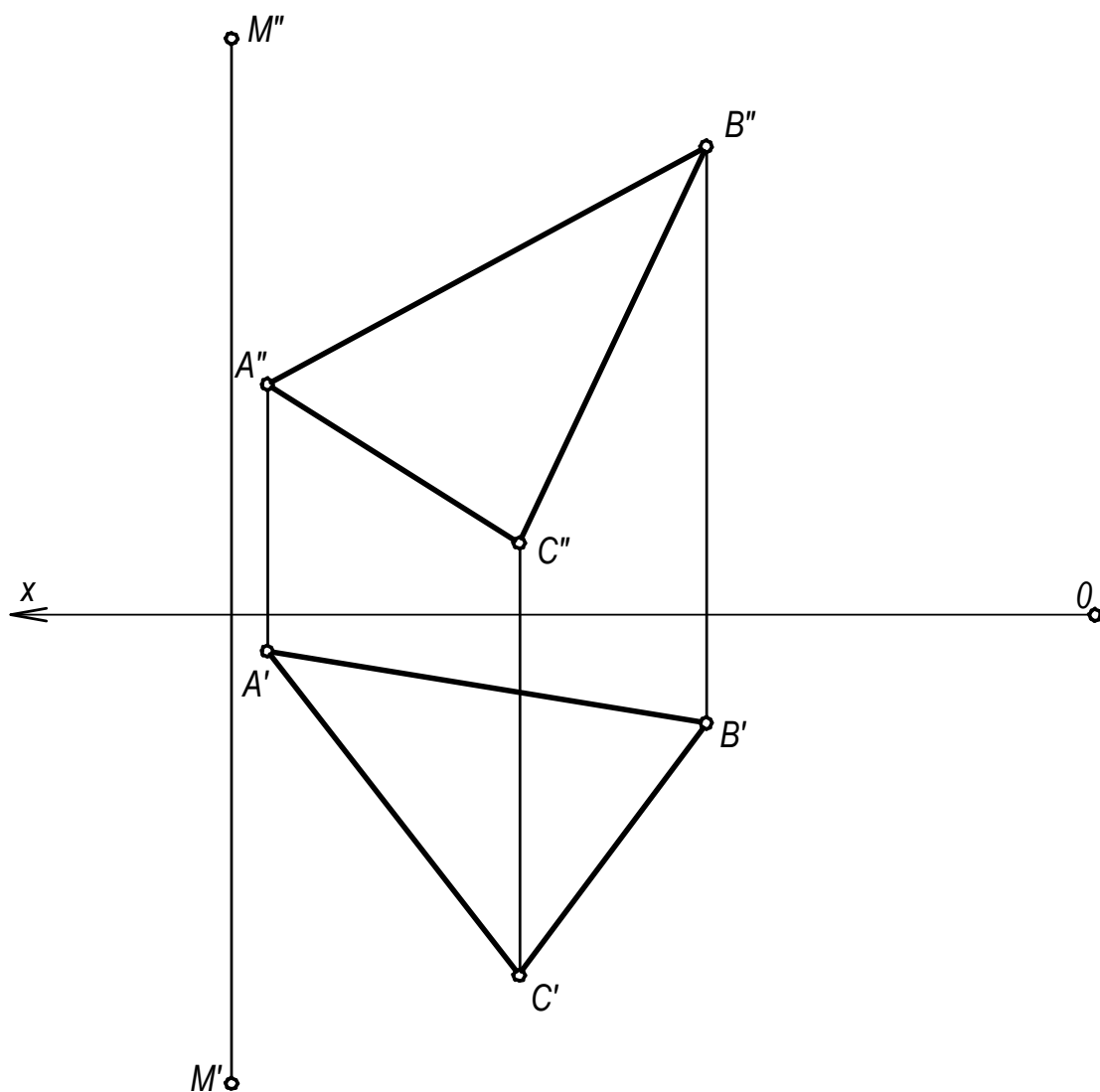
Antud on tasapind α kolmnurga ABC projektsioonidega, kui kolmnurga punktide koordinaadid on järgmised: $A(115, 5, 32)$; $B(54, 15, 65)$ ja $C(80, 50, 10)$; samuti on antud ruumis asuv punkt $M(120, 65, 80)$.

1. Panna tasapinnale α normaal, mis läbib ruumis antud punkti M .
2. Leida selle normaali tugipunkt e e lõikepunkt L tasapinnaga α ja määrata selle punkti koordinaadid $L(\dots, \dots, \dots)$.



Antud on tasapind α kolmnurga ABC projektsioonidega, kui kolmnurga punktide koordinaadid on järgmised: $A(115, 5, 32)$; $B(54, 15, 65)$ ja $C(80, 50, 10)$; samuti on antud ruumis asuv punkt $M(120, 65, 80)$.

1) Leida punkti M kaugus tasapinnast α $d = \dots\dots\dots$ mm.



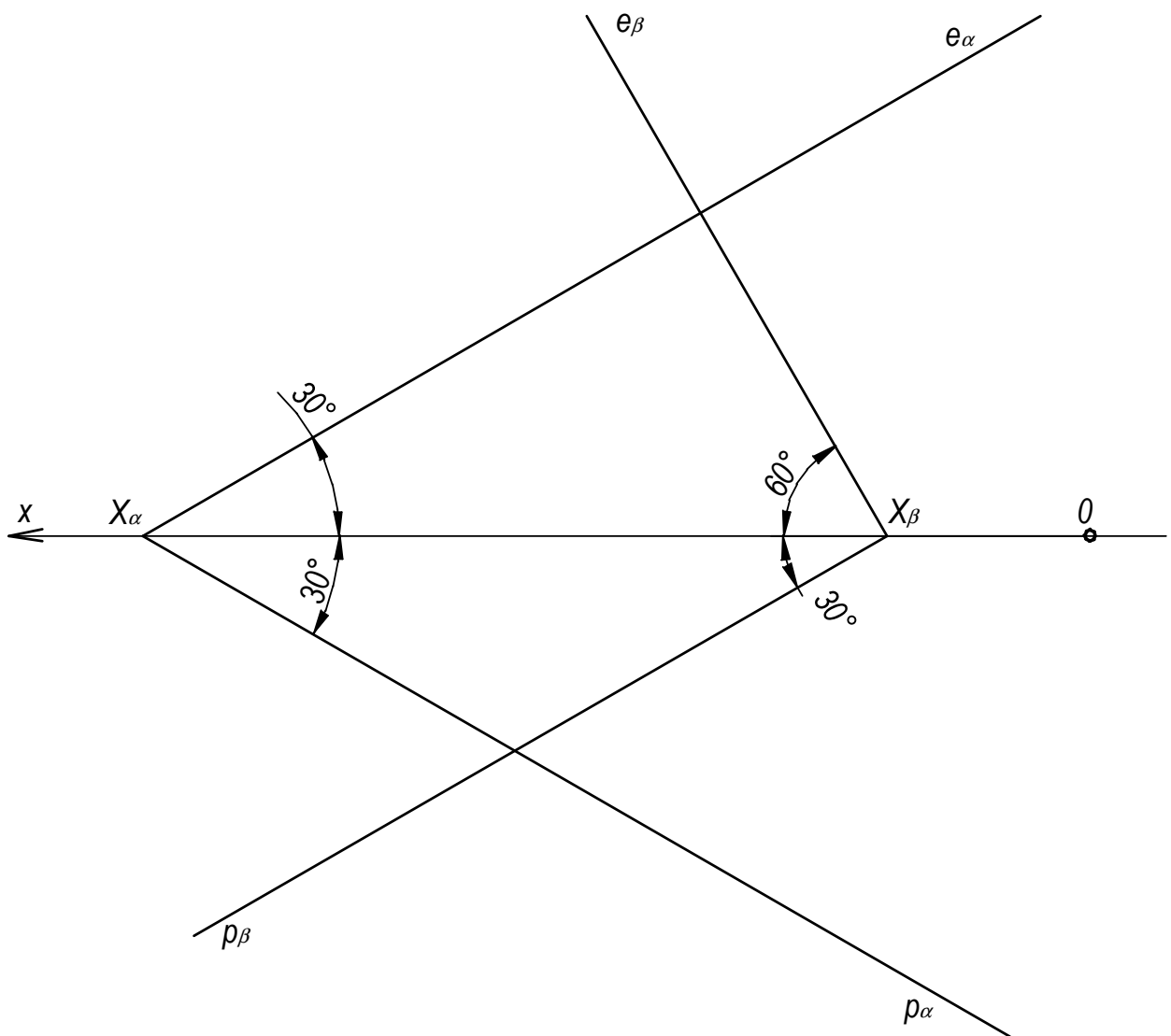
[1], lk 64...66; [2], lk 31...32

Tasapindade lõikumine

Ülesanne 40

Antud on kaks tasapinda α ja β oma jälgsirgetega, kus tasapinna α telgpunkt on $X_\alpha(140, 0, 0)$ ning esijälje e ja x -telje ning põhijälje p ja x -telje vaheline nurk on 30° (jäljed on suunatud paremale); tasapinna β telgpunkt on $X_\beta(30, 0, 0)$ ning esijälje e ja x -telje vaheline nurk on 60° , põhijälje p ja x -telje vaheline nurk on 30° (jäljed on suunatud vasakule).

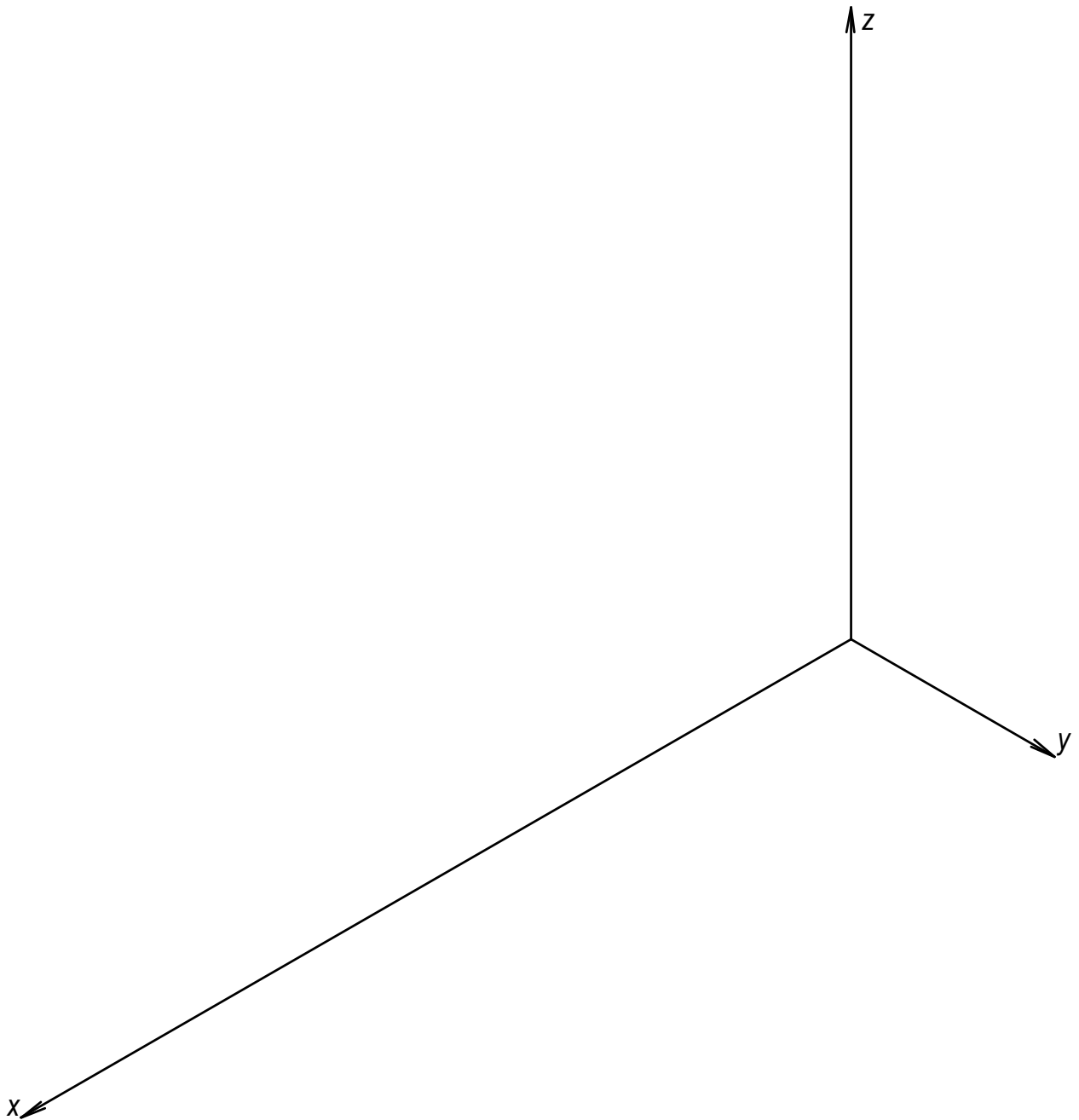
1. Leida nende tasapindade omavahelisel lõikumisel tekkiva lõikejoone projektsioonid;
2. Kujutada nende tasapindade lõikumise pilti aksonomeetrias (ristisomeetria) (vt järgmisel lehel ülesanne 41).



Tasapindade lõikumine

Ülesanne 41

Tasapindade α ja β lõikumise pildi kujutamine aksonomeetrias (ristisomeetria) (lähteandmed vt eelmisel lehel ülesanne 40).



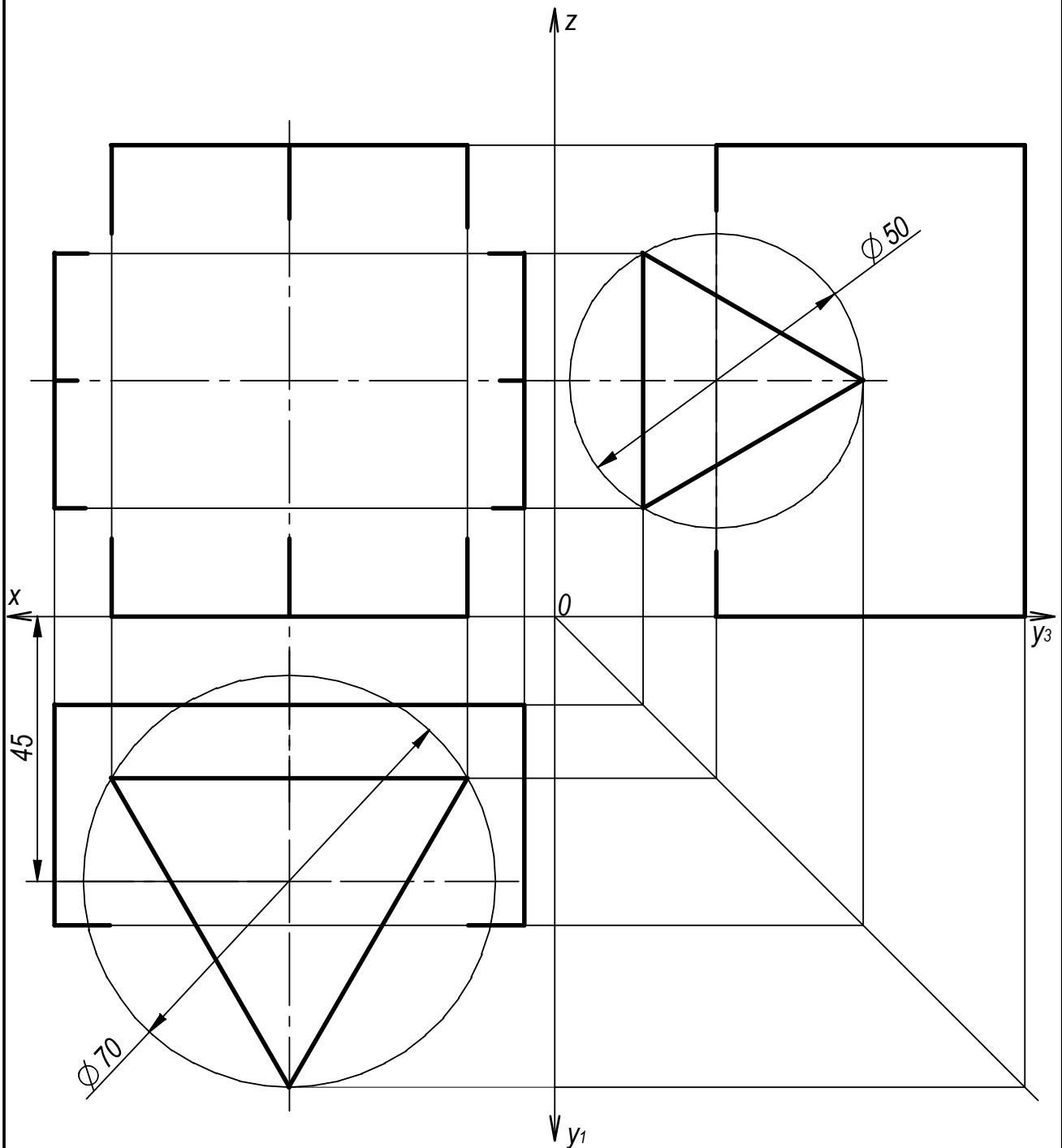
Tahukate lõikumine

Ülesanne 42

Antud on: a) püstprisma, mille joonestamist alustame põhikraanil, jagades põhjaringjoone $d = 70$ mm kolmeks võrdseks osaks. Prisma kõrgus on 80 mm;

b) horisontaalne prisma, mille joonestamist alustame külgekraanil, jagades prisma põhjaringjoone $d = 50$ mm kolmeks võrdseks osaks. Põhjaringjoone tsentri võtame püstprisma tagumisel tahul tema poolel kõrgusel. Horisontaalse prisma pikkus on 80 mm.

1. Joonestada täielikult välja prismade lõikumisel tekkinud lõikejoon (nii nähtav kui ka nähtamatu osa).
2. Tõmmata kontuurjoonega üle mõlema prisma nähtavad servad ja varjatud joonte kujutamisel arvestada, et horisontaalne prisma on terve ning läheb püstprismast läbi.



[1], lk 97...99; [2], lk 45...47

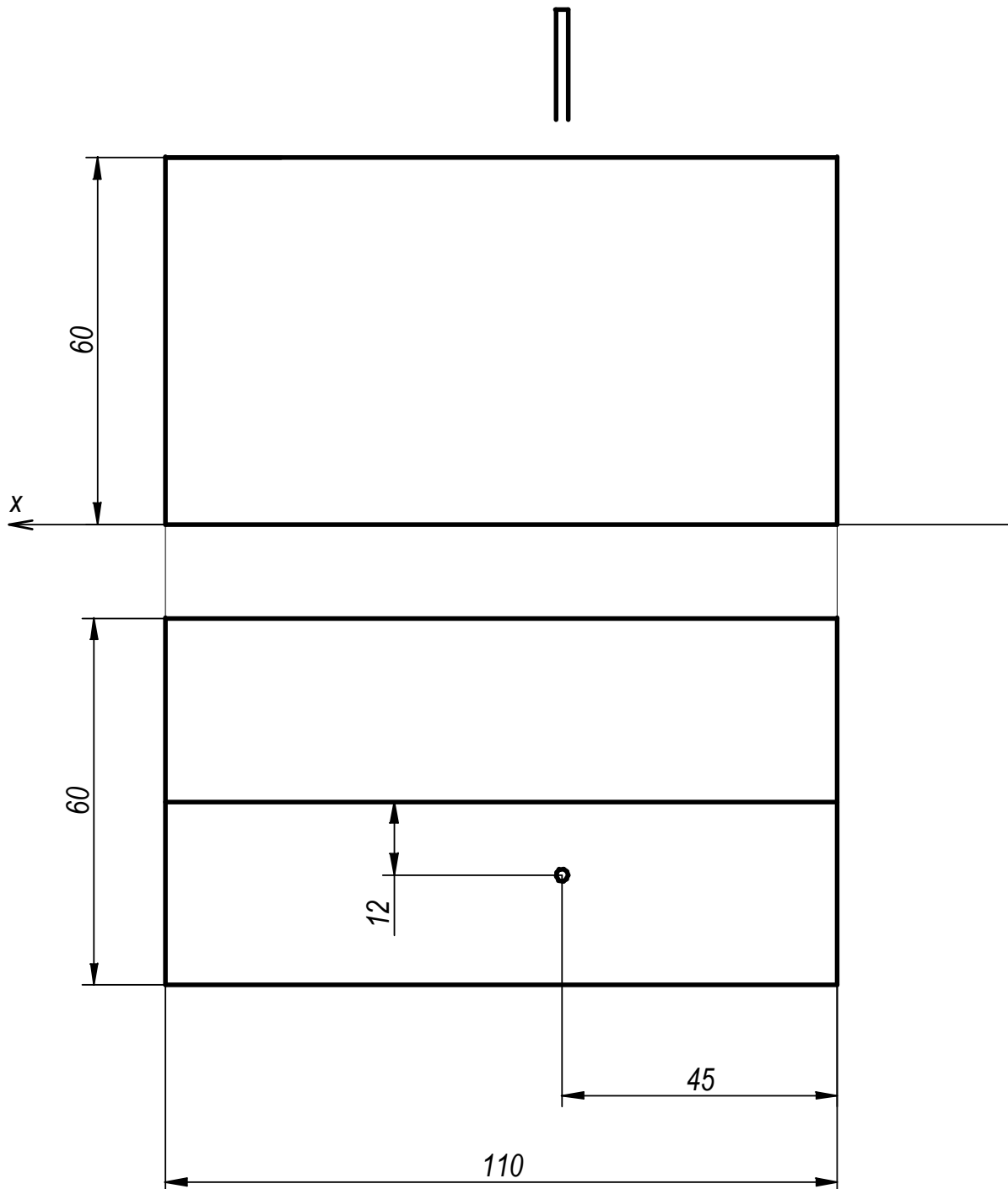
Sirge ja tahuka lõikumine

Ülesanne 43

Antud on kaksvaates horisontaalne prisma (katus), mille pikkus on 110 mm ja kõrgus 60 mm. Katusest ulatub välja vertikaalne toru (antenni varras), mille asukoht koos mõõtmetega on näidatud pealtvaates.

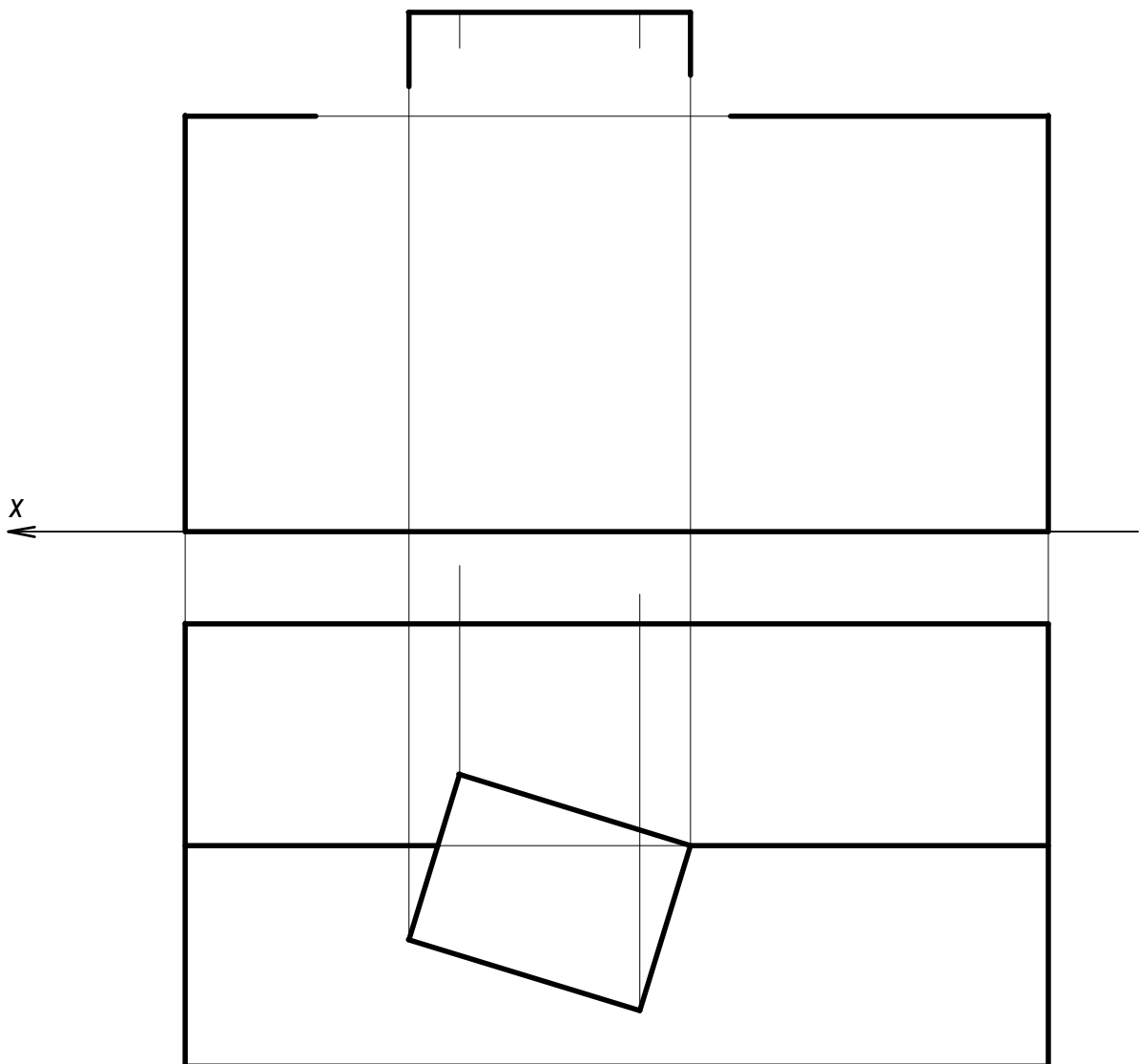
Leida eestvaatel antenni löikepunkt katuse tahuga, tõmmates pideva jämejoonega üle antenni nähtava osa ja ülejäänu kriipsjoonega (antenn ulatub eestvaatel katuse räästa jooneni välja).

Joonisele jätta peenjoonega alles kõik konstruktsioonijooned.



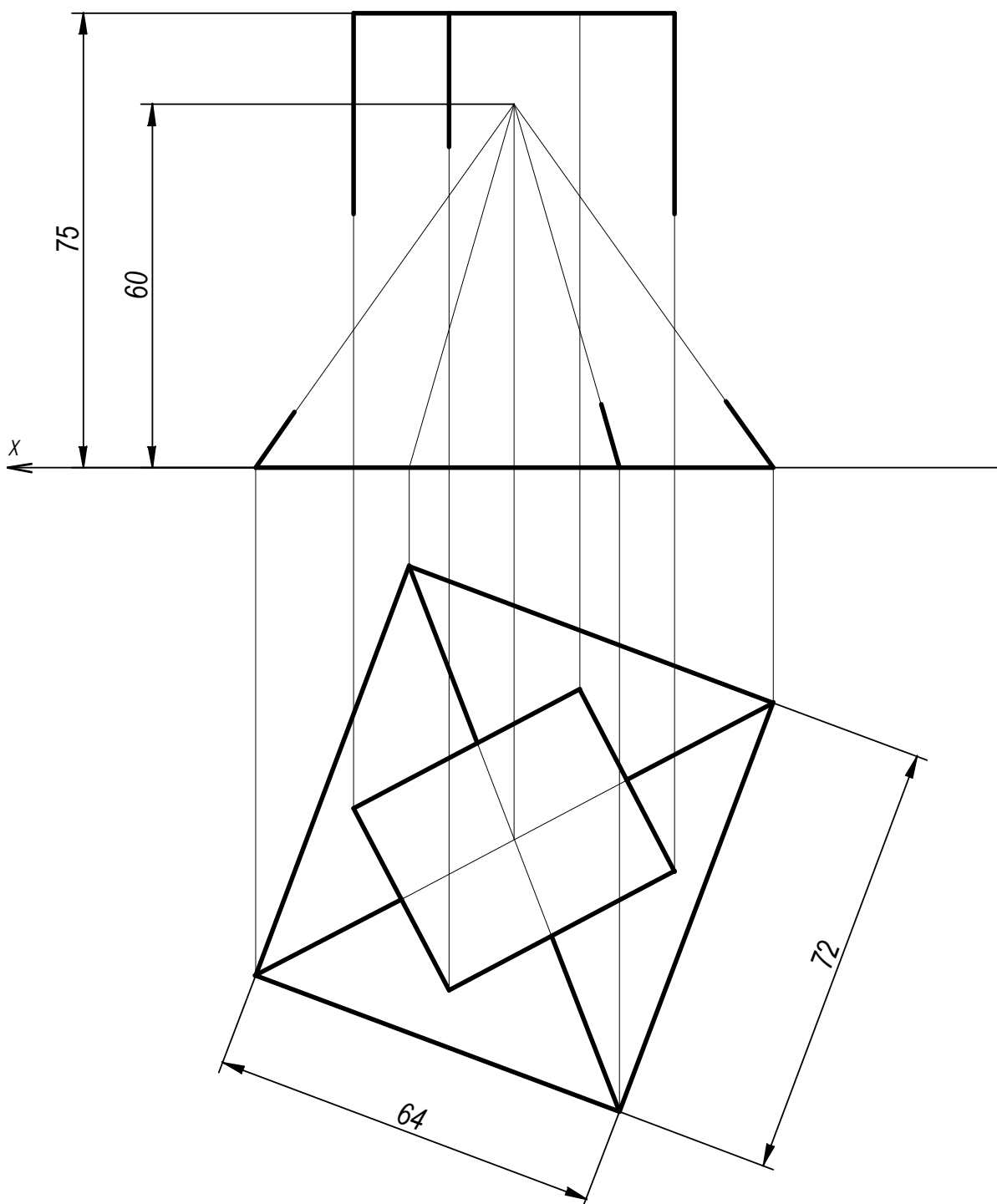
Antud on kaksvaates horisontaalne prisma (katus), mille pikkus on 125 mm ja kõrgus 60 mm. Katusest ulatub välja pealtvaates näidatud viltuse asetusega vertikaalne prisma (korsten) (mõõtmetega 25x35 mm).

1. Joonestada täielikult välja prismade lõikumisel tekkiv lõikejoon (nii nähtav kui ka nähtamatu osa).
 2. Tõmmata kontuurjoonega üle mõlema prisma nähtavad servad ja varjatud joonte kujutamisel arvestada, et korsten läheb katusest läbi.
- Joonisele jätta peenjoonega alles kõik konstruktsioonjooned.



Antud on kaksvaates neljatahuline korrapärane püstprisma, mille kõrgus on 75 mm ja neljatahuline korrapärane püramiid kõrgusega 60 mm.

1. Leida antud mõõtmetega tahukate lõikumisel tekkinud lõikejoon nii nähtaval kui varjatud poolel.
 2. Tõmmata kontuurjoonega üle mõlema tahuka nähtavad servad ja varjatud joonte kujutamisel arvestada, et tekkinud liitmudel on tervik (nagu valand).
- Joonisele jätta peenjoonega alles kõik konstruktsioonijooned.

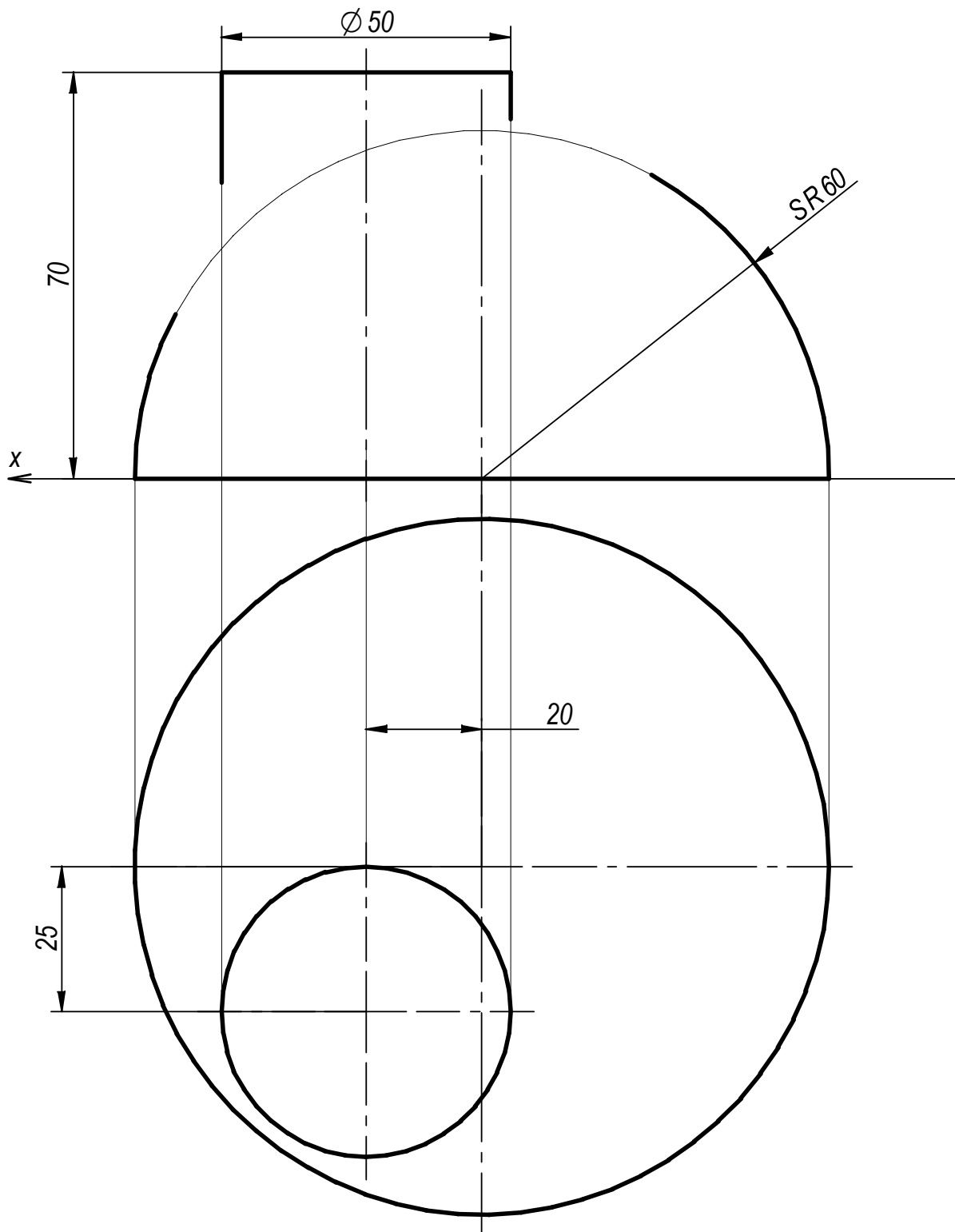


Pöördkehade lõikumine. Abitasapindade võte 1 Ülesanne 46

Antud on kaksvaates silinder ($d = 50 \text{ mm}$ ja $h = 70 \text{ mm}$) ja poolkera ($R = 60 \text{ mm}$), mille telg on silindri teljest paremal 20 mm ja tagapool 25 mm.

1. Joonestada täielikult välja silindri ja poolkera lõikumisel tekkiv lõikejoon (nii nähtav kui ka nähtamatu osa), võttes abitasapinnad paralleelselt esiekraaniga.
2. Tõmmata kontuurjoonega üle mõlema keha nähtavad servad ja varjatud joonte kujutamisel arvestada, et silinder läheb poolkerast läbi.

Joonisele jätta peenjoonega alles kõik konstruktsioonijooned.



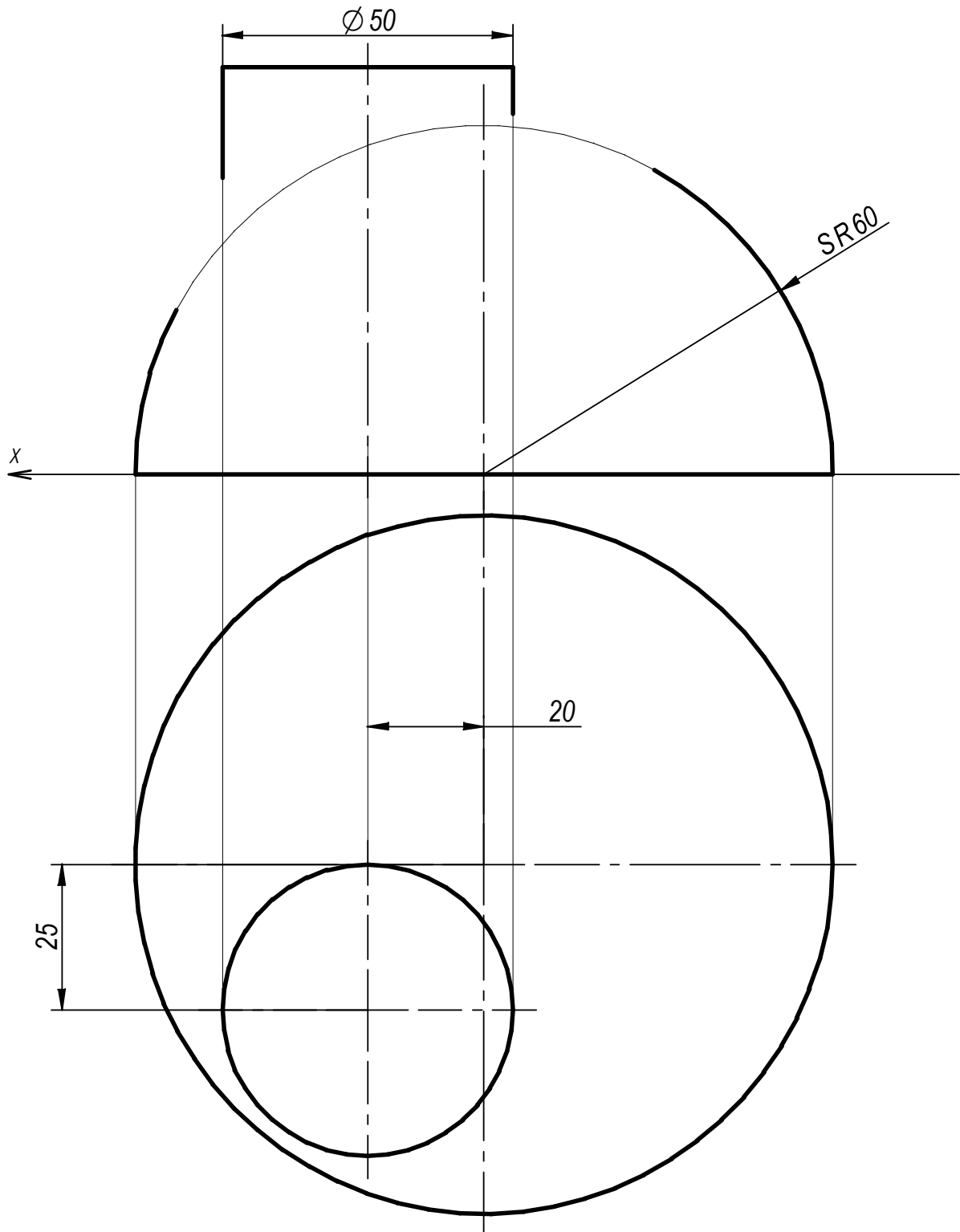
[1], lk 163...164; [2], lk 50...51

Pöördkehade lõikumine. Abitasapindade võte 2 Ülesanne 47

Antud on kaksvaates silinder ($d = 50 \text{ mm}$ ja $h = 70 \text{ mm}$) ja poolkera ($R = 60 \text{ mm}$), mille telg on silindri teljest paremal 20 mm ja tagapool 25 mm.

1. Joonestada täielikult välja silindri ja poolkera lõikumisel tekkiv lõikejoon (nii nähtav kui ka nähtamatu osa), võttes abitasapinnad paralleelselt põhiekraaniga.
2. Tõmmata kontuurjoonega üle mõlema keha nähtavad servad ja varjatud joonte kujutamisel arvestada, et silinder läheb poolkerast läbi.

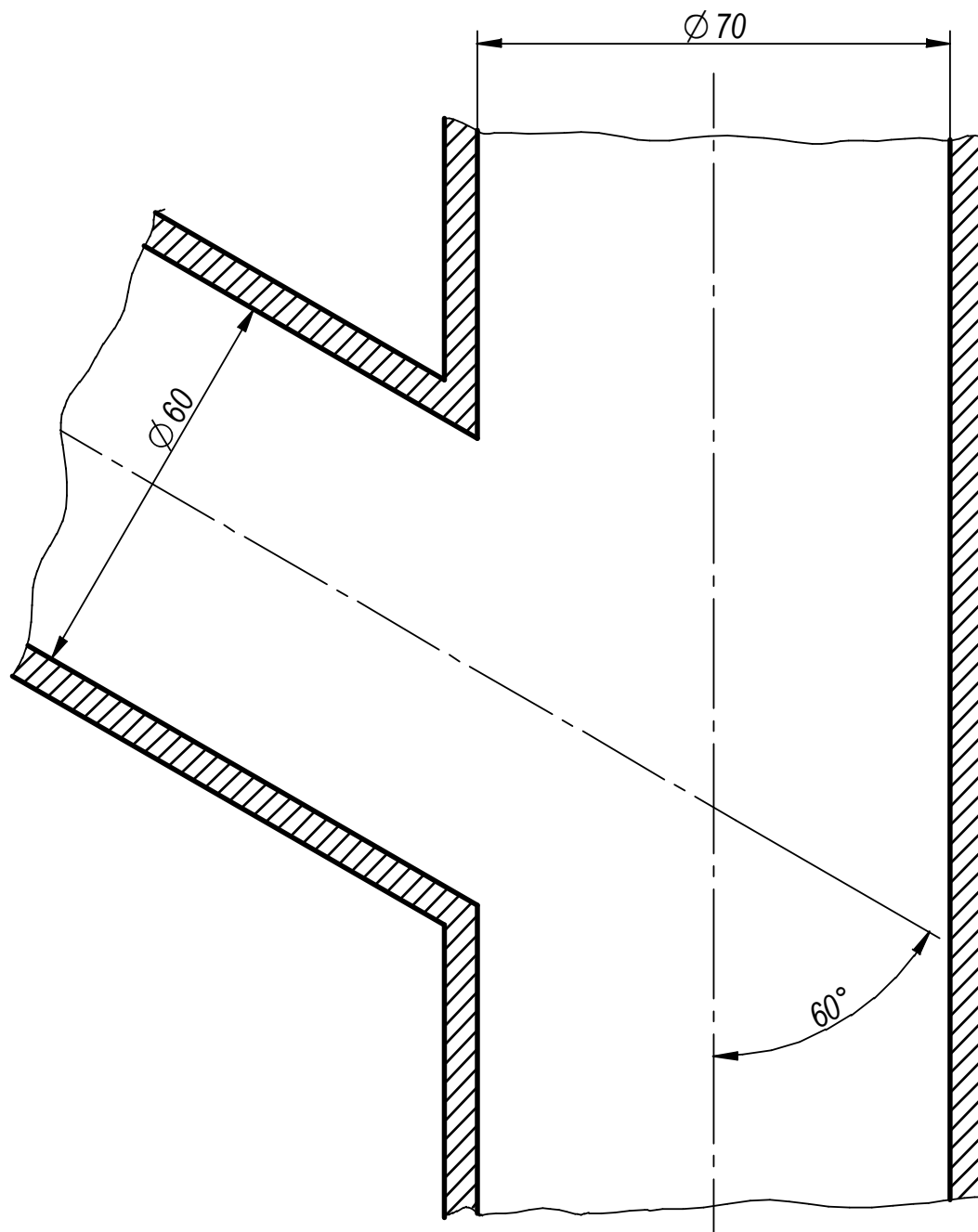
Joonisele jätta peenjoonega alles kõik konstruktsioonijooned.



Silindrite lõikumine. Kontsentriliste abisfääride võtte abil Ülesanne 48

Antud on kaks erineva läbimõõduga lõikuvat silindrilist toru, mis lõikuvad 60° nurga all (torude seinapaksus on 5 mm).

Leida torude lõikumisel tekkiv sisemine lõikejoon kontsentriliste abisfääride võtte abil.



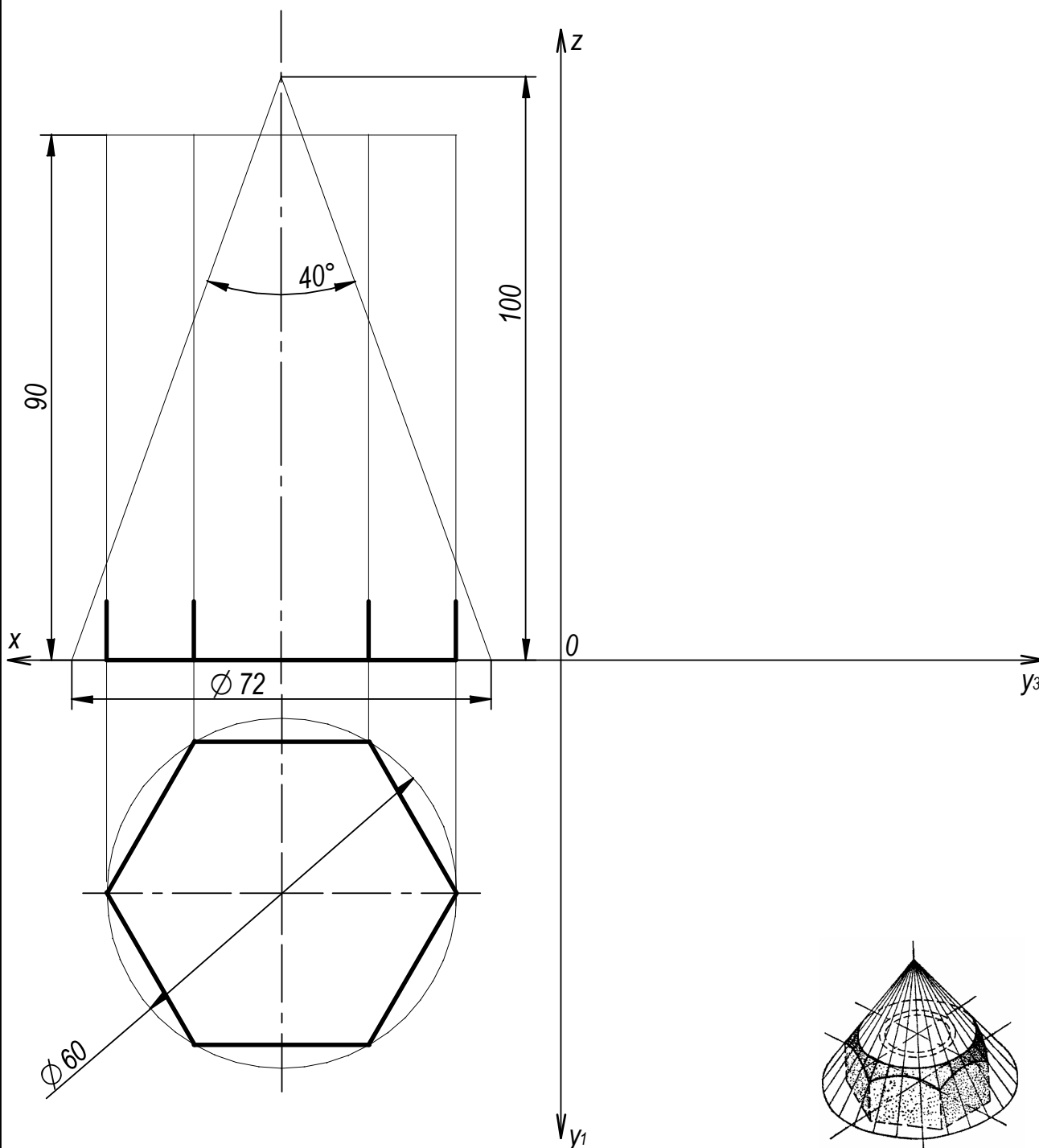
Prisma ja koonuse lõikumine

Ülesanne 49

Antud on korrapärase kuuetaahulise püstprisma kaksvaade (prisma põhja ümberringjoon $d = 60$ mm ja kõrgus 90 mm). Prismaga samal teljel lõikab prisma koonus, mille põhja diameeter on 72 mm ja kõrgus 100 mm (tipunurk 40°). Nii tekib teritatud pliiaats.

1. Joonestada antud mõõtmetega korrapärase kuuetaahulise püstprisma ja temaga lõikuva koonuse kolmvaade.
2. Leida koonuse ja prisma lõikumisel tekkiv lõikejoon. Millise võtte abil leitakse lõikumisel tekkiva hüperbooli üksikuid punkte?
3. Tõmmata kontuurjoonega üle pärast koonusega lõikamist järelejäänud prisma (kooniliselt teritatud pliiaats) kontuurid.

Näidata joonisel kõik sidejooned ja konstruktsioonijooned.



[1], lk 152...153; [2], lk 43...44

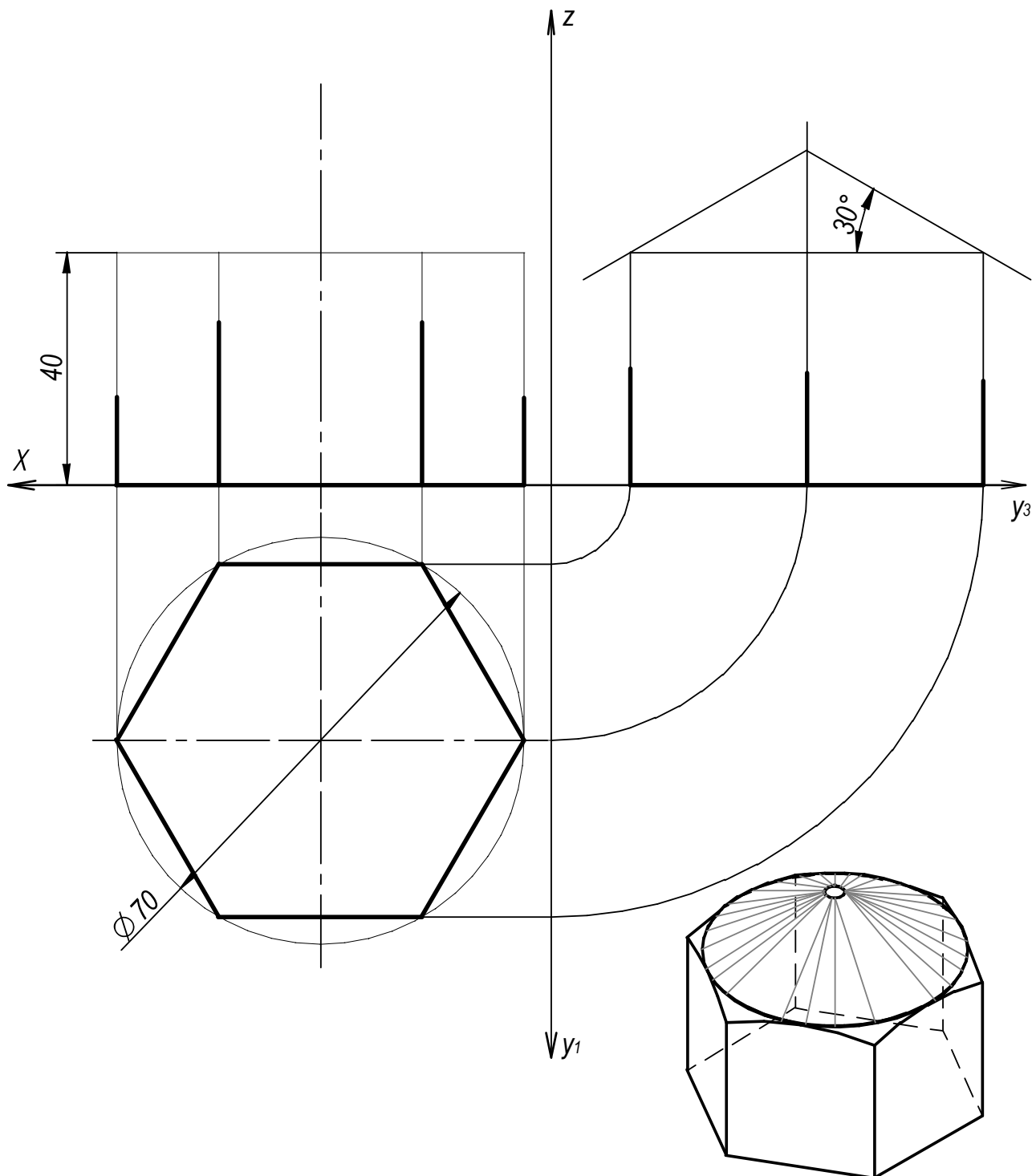
Prisma ja koonuse lõikumine

Ülesanne 50

Antud on 6-tahulise korrapärase püstprisma kolmvaade (ümberringjoon $d = 70 \text{ mm}$, $h = 40 \text{ mm}$). Prismaga samal teljel lõikab prisma koonus, mille tipunurk on 120° . Lõikav koonus asub prisma ülemisest horisontaalsest tahust nii kõrgel, et koonuse tipust lähtuvad koonuse moodustajad on puutujateks prisma servadele nende keskpunktides (prisma ülemisel tasapinnal).

1. Joonestada antud mõõtmetega korrapärase kuuetaahulise püstprisma ja temaga lõikava koonuse kolmvaade.
2. Leida koonuse ja prisma lõikumisel tekkiv lõikejoon ja tõmmata jämeda pidevjoonega (nähtava kontuurjoonega) üle koonusega lõigatud prisma kontuurid kõigil kolmel vaatel.

Tõmmata peenjoonega välja kõik sidejooned ja konstruktsioonijooned.



[1], lk 152...153; [2], lk 43...44

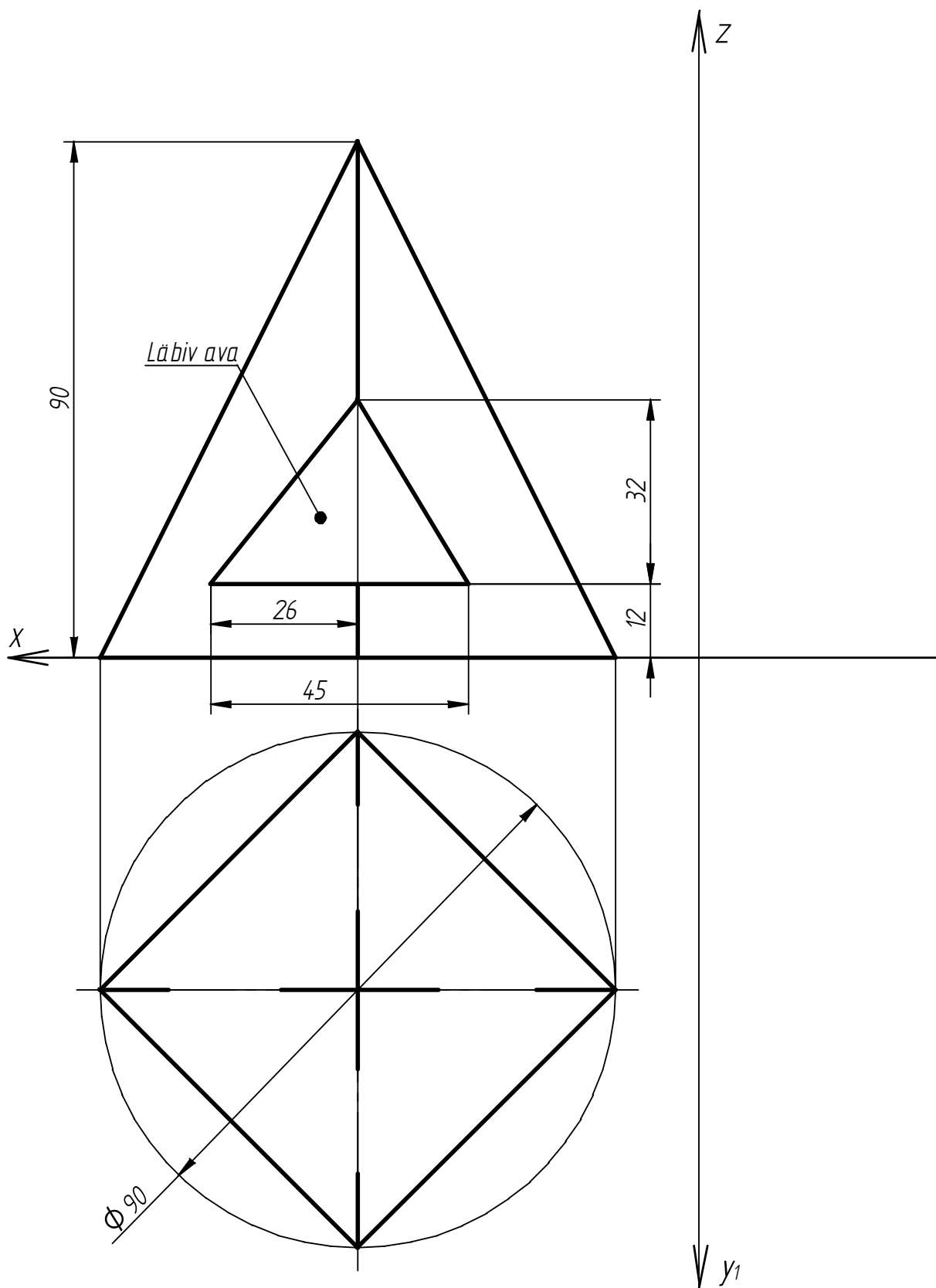
SOOVITATAV KIRJANDUS

1. Rünk, O., Paluver, N. 1986, (1977, 1969). Kujutav geomeetria. Tallinn: Valgus.
2. Säarak, J.-E. 2003. Kujutav geomeetria. Õppematerjal. Tallinn: Tallinna Tehnikakõrgkool.

KONTROLLTÖÖ 1 NÄIDIS

Lisa 1

1. Joonestada antud mõõtmete järgi väljalõikega püramiidi kolmvaade (mõõtmeid joonisele mitte panna).
2. Teha külgtahkude pinnalaotus.

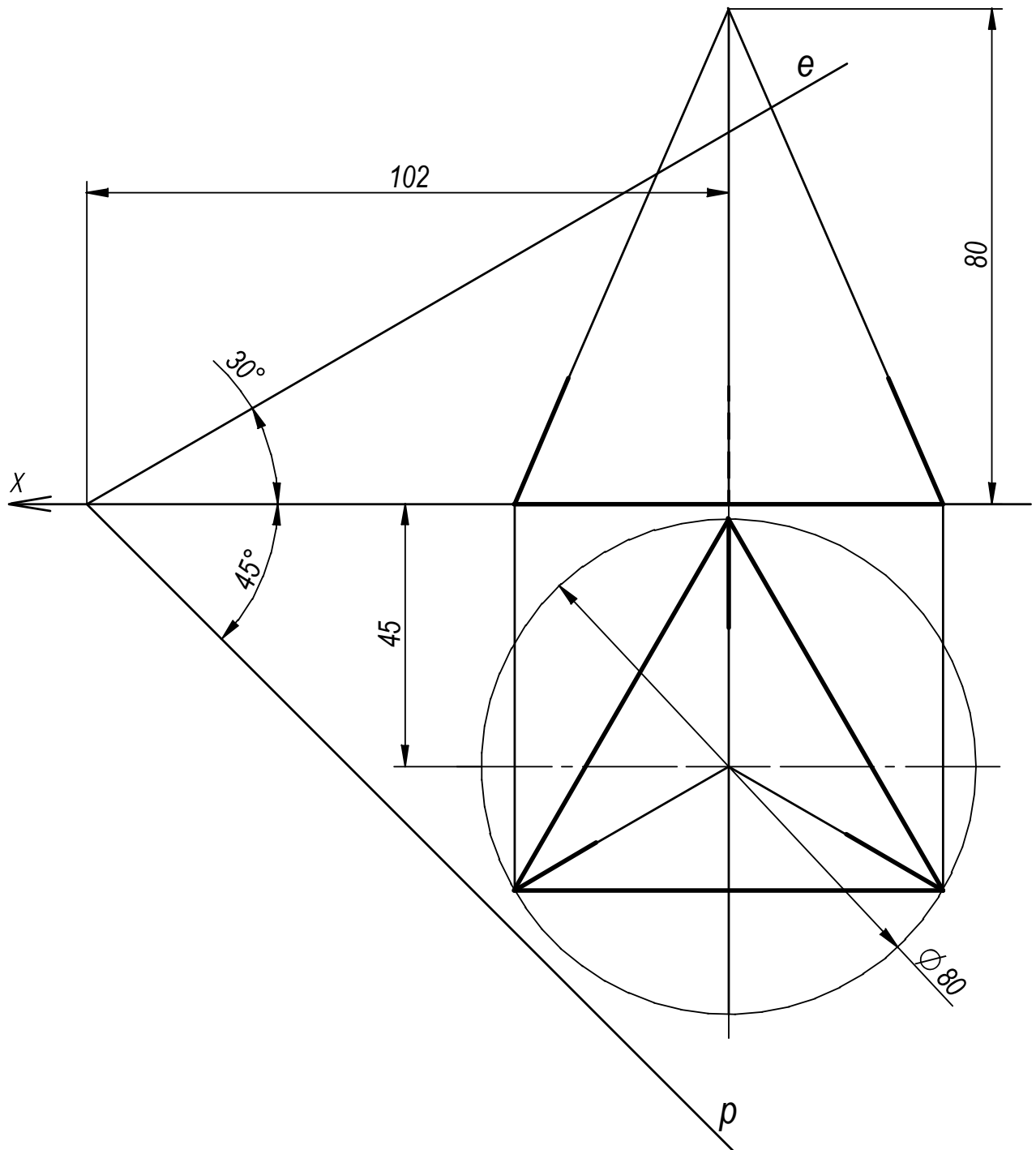


KONTROLLTÖÖ 2 NÄIDIS

Lisa 2

1. Joonestada antud mõõtmete järgi üldasendilise tasapinnaga $\alpha(e, p)$ lõigatud püramiidi kaksvaade kasutades lisaakraani võtet (mõõtmeid joonisele mitte panna).

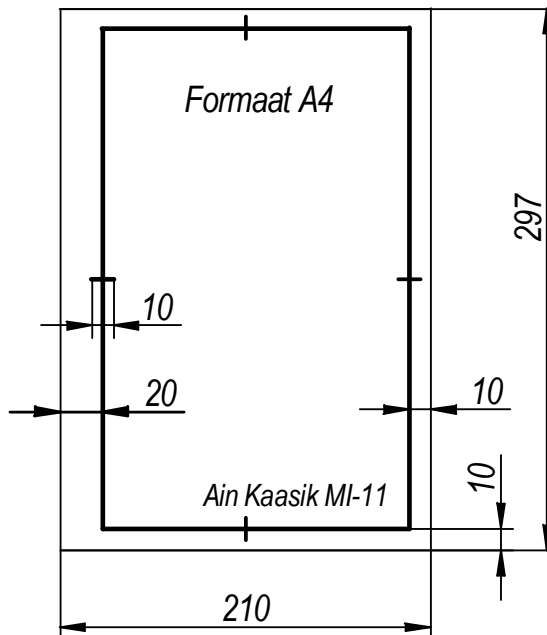
2. Leida lõikepinna tõeline kuju.



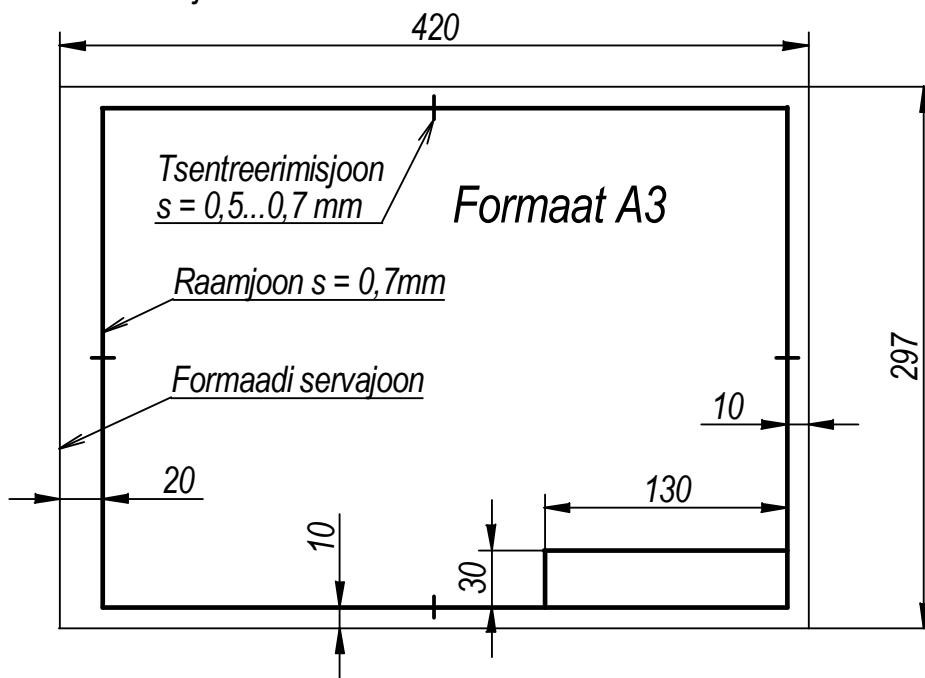
RAAMJOONED JA KIRJANURK

Lisa 3

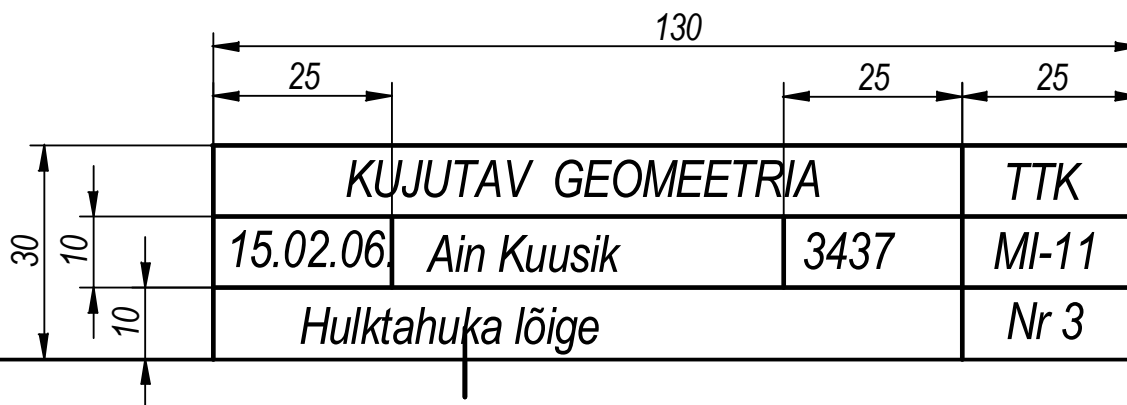
Harjutusülesanded:



Graafilised tööd ja kontrolltööd:






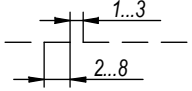
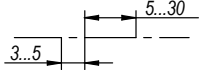
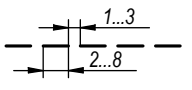
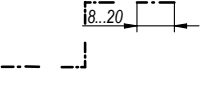

Kirjanurk:



	KUUJUTAV GEOMEETRIA		TTK
15.02.06.	Ain Kuusik	3437	MI-11
	Hulktahuka lõige		Nr 3

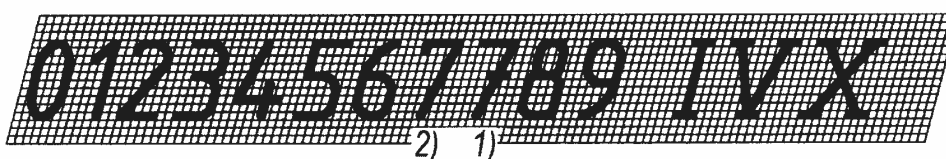
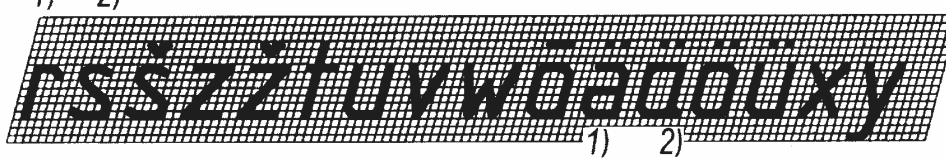
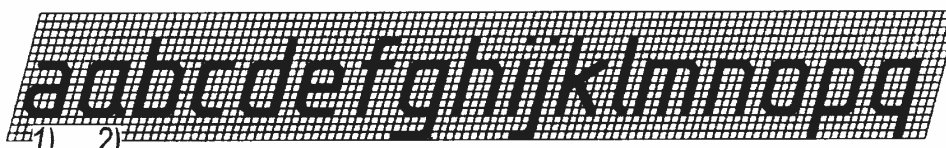
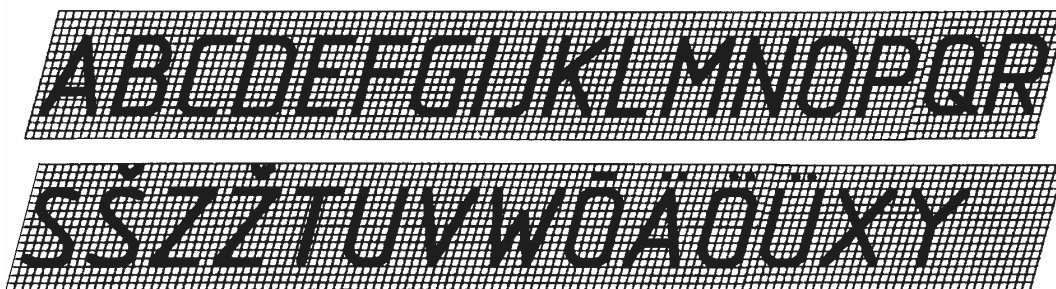
JOONTE LIIGID JA KASUTUSALAD ¹⁾

Vastab standardile ISO 128-24:1999

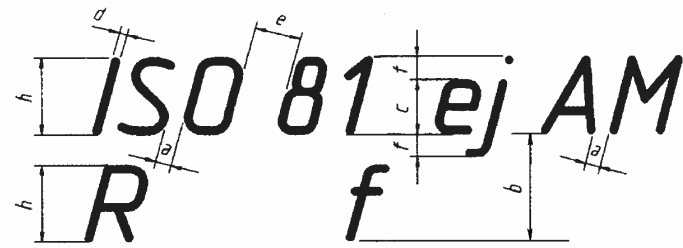
Nimetus	Joone näidis	Jämedus põhijoone s suhtes	Kasutusala
1. Pidev jämejoon e põhijoon		s = 0,13...2 mm Eelistatavad s = 0,5; 0,7 ja 0,9 mm	Nähtavad kontuurjooned. Nähtavad üleminekujooned. Ristlõike kontuurid (nii väljatoodud kui ka lõike koosseisu kuuluval ristlõikel). Lõigete ja ristlõigete noolte jooned.
2. Pidev peenjoon		s/2	Vaate peale joonestatud ristlõike kontuurid. Distsants- ja mõõtejooned. Viirusjooned. Viitejooned nende riilid ja pealkirjade jooned. Lühikesed tsentrijooned. Väljatoodud elementide eraldusjooned vaadatel, lõigetel ja ristlõigetel. Paindejooned pinnalaotustel ja tasapinnalistel detailidel. Kujutletavad üleminekujooned. Projektsioonpindade ühisjooned e teljed, tasapindade jäljed, iseloomulike punktide konstruktsioonijooned.
3. Pidev vabakäejoon		s/2	Katkestusjooned. Vaate ja lõike eraldusjooned, kui seal ei kasutata joont 5.
4. Kriipsjoon		s/2	Varjatud kontuurjooned ja üleminekujooned.
5. Kriipspunkt-peenjoon		s/2	Telg- ja tsentrijooned. Vaate peale joonestatud ja välja toodud ristlõigete sümmeetriateljed.
6. Jäme kriipsjoon		s	Sama, mis joon 4.
7. Otstest ja murdekohtadest jäme kriipspunktjoon		s	Lõikepinna kulgemist näitavad jooned
8. Murretega peenjoon		s/2	Sama, mis joon 3.

¹⁾ Standardi ISO 128-24:1999 järgi insenerigraafikas ja tehnilises joonestamises kasutatavaid joonte liike on rohkem ja nende kasutusala on laiem.

B-tüüpi kaldkiri. Ladina tähestik, märgid ja numbrid



Standard ISO 3098-2:2000(E) lubab kasutada ainult tähe ja numbrü kujusid 1).



Normkirja mõõtmed [Vastab ISO 3098-2:2000(E)]

Parameeter	Tähis	Suhteline mõõde	Mõõtmed, mm							
			1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Kirja nr (suurtähe kõrgus)	h	(10/10)h	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Väiketähtede kõrgus	c	(7/10)h	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14
Väiketähe üla- ja alapikendus	f	(3/10)h	0,54	0,75	1,05	1,5	2,1	3	4,2	6
Tähtede vahe	a	(2/10)h	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0
Ridade alus-joonte vahe (min)	b	(17/10)h	3,1	4,3	6,0	8,5	12,0	17,0	24,0	34,0
Sõnade vahe (min)	e	(6/10)h	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0
Kirja joone jämedus	d	(1/10)h	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0