

EESTI KORRESPONDENTS. INSTITUUT.

Eesti Merekool.

GEOMEETRILINE JOONESTAMINE.Koostanud dipl.
ins. M. NõmmikP r o j e k t s i o o n i õ p e t u s .

Projektsioonjoonestamises kasutatakse eseme kujutamisel projektsioon-
e ehk vaateid.

Projektsiooni ehk vaate all mõistetakse projektsioonitasapinnale joon-
estatud eseme kontuure ja üksikosasid, mis esinevad eseme vaatlemisel
teatavas, kindlalt kokkulepitud suunas.

Vaade kantakse joonisele täisnurkse paralleelprojektsiooni reeglite
kohaselt.

Täisnurkse paralleelprojektsiooni saamiseks lastakse omas ettekujutu-
ses eseme igast punktist perpendikulaar projektsioonitasapinnale. Kõik
need perpendikulaarid ühele ja samale projektsioonitasapinnale on paralleel-
sed oma vahel ja perpendikulaaride lõikepunktid projektsioonitasapinnaga
kujundavad eseme projektsiooni sellel tasapinnal.

Kuna tehnilises joonestamises ainult erandjuhtudel piisab ühest pro-
jektsioonist eseme kuju täielikuks kirjeldamiseks, siis kasutatakse eseme
kujutamisel harilikult mitmeid projektsioone ehk vaateid: nii joonestatak-
se ese eestvaates, pealtvaates, külgvaates; vajaduse korral ka tagavaates,
altvaates, teises külgvaates ja lõikes.

Projektsioonitasapinnad on oma vahel perpendikulaarsed, nagu näidatud
joonisel 36. joonistelehe nr 10 peal. Jooniselt on näha, et projektiooni-
tasapind A on horisontaalne; sellele projekteeruvad eseme pealt ja alt-
vaated.

Projektsioonitasapind B on vertikaalne ja seisab risti vaatleja ees;
sellele projekteeruvad eseme eest- ja tagantvaated.

Projektsioonitasapind C on samuti vertikaalne, kuid risti eelmistele
ja servaga vaatleja poole; sellele projekteeruvad eseme külgvaated.

Projektsioone, mis saadakse täisnurkse paralleelprojektsiooni reegli-
te kohaselt seesugustel omavahel perpendikulaarsetel projektsioonitasa-
pindadel nagu joonisel 36. on näidatud, nimetatakse normaalprojektsiooni-
deks.

PUNKTI JA SIRGJOONE LÕIGU NORMAALPROJEKTSIOONID.

Kui võtta projektsioonipindadevahelises ruumis joonisel 36. punkt N ja lasta sellest punktist perpendikulaarid kõigile kolmele projektsioonitasapinnale, nimelt perpendikulaar NN_1 tasapinnale A, perpendikulaar NN_2 tasapinnale B ja perpendikulaar NN_3 tasapinnale C, siis saadakse punkti N normaalprojektsioonid N_1 N_2 ja N_3 . Need kolm projektsiooni määravad kindlaks punkti N seisukoha ruumis: nad näitavad, et punkt N asub horisontaalsest projektsioonitasapinnast A kauguses $NN_1 = N_2L = N_3P$, vertikaalsest projektsioonitasapinnast B kauguses $NN_2 = N_1L = N_3K$ ja vertikaalsest projektsioonitasapinnast C kauguses $NN_3 = N_1P = N_2K$.

Joonisel 36. on näidatud samuti punkt M projektsioonitasapindadevahelises ruumis ja tema normaalprojektsioonid M_1 , M_2 ja M_3 vastavatel projektsioonitasapindadel.

Uhendades punkti M punktiga N sirgjoone abil, saadakse sirgjoone lõik MN.

Iseenesest mõistetav, et sirgjoone MN projektioonid projektsioonitasapindadel on siis

M_1N_1 -- tasapinnal A

M_2N_2 -- tasapinnal B ja

M_3N_3 -- tasapinnal C

järelikult: sirgjoonelõigu projektsioonid on kindlaks määratud tema otspunktide projektsioonidega.

Joonisel 36. on projektsioonitasapindade asetus, samuti ka antud punktide sirgjoone MN projektsioonid kujutatud p i l d i n a, vaadatuna poolviltu vasakult - ülalt. See on tehtud ainult esialgseks selgitamiseks, et anda õpilastele selgemat ettekujutust projektsioonitasapindade vastastikusest asetusest. Tegelikult projektsioonjoonestamises sellist keerulist perspektiivset tasapindade kujutamist ei kasutata, vaid kõik vajalikud projektsioonid joonestatakse teatavas asetuses üksteise suhtes paberile, mis asub ju tegelikult ühelainsal, see on - joonestuslaua tasapinnal.

Muidugi seejuures joonestaja peab oskama enesele selgelt ette pilditada ülalnimetatud kolme enestevahel perpendikulaarset projektsioonitasapinda ja nende ettekujutatavat langetamist joonise tasapinnale, mille tagajärjel seal projektsioonid (vaated) teatava asetuse võtavad.

Selleks, et õppida projektsioonjoonestamist ja loogilise järjekindlusega selgusele jõuda projektsioonide kujundamises ja paigutamises, on

kasulik vahepealse astmena harjutada projektsioonjoonestamist projektsioonitasapindadevaheliste piirjoonte (XOX, YOZ) ettetõmbamisega joonisel.

Arutlus on järgmine: Selleks, et saada kõigi kolme projektsioonitasapinna liitumist joonise tasapinnaga joonestuslaua, pööratakse vertikaalne projektsioonitasapind C piirjoone YO ümber 90° paremale, nagu joonisel 36. on noolega näidatud, kuni liitumiseni teise vertikaalse projektsioonitasapinnaga B, olles sellel nagu pikendusjätteks; seejärel kogu see liitunud tasapind, (B + C) langetatakse siis tahapoole, maha pöörates teda ümber piirjoone XOX 90° , see on, kuni liitumiseni projektsioonitasapinnaga A sealpool piirjoont XOX.

Niisuguse talitusviisi tagajärjel saadakse projektsioonitasapinnad ja vastavad projektsioonid joonisel 37. järgmiselt paigutatuna:

Horisontaalne projektsioonitasapind A ühes joonlõigu MN pealtvaatega M_1N_1 asub vasakul - all.

Vertikaalne projektsioonitasapind B ühes joonlõigu eestvaatega M_2N_2 asub vasakul - ülal.

Teine vertikaalne projektsioonitasapind C ühes joonlõigu külgsaatega M_3N_3 asub paremal - ülal.

Piirjoone XOX kogu ei ole muutunud.

Piirjooned YO ja OZ kujundavad peale vertikaalse tasapinna B tahapoole mahalangetamist ühise sirgjoone YOZ.

Parempoolne alumine sektor näitab oma kaartega projektsioonitasapinna C pööramist tema uuele seisukohale.

Tasapinda C servalt vaadatuna enne tema ärapööramist uuesse seisundisse, näitab sirgjoon OZ.

Punkti N kõrgust horisontaalselt pinnalt näitavad tema projektioonide N_2 ja N_3 kõrgused piirjoonelt XOX nimelt N_2L ja N_3P_1 ; seejuures $N_2L = N_3P_1$ (vaata joonised 37. ja 38.)

Punkti N kaugust vertikaalsest tasapinnast B näitab punkti N horisontaalprojektsiooni N_1 kaugus piirjoonest XOX, nimelt N_1L ;

$$N_1L = OP = OP_1 = KN_3$$

Punkti N kaugust vertikaalsest tasapinnast C näitab tema projektioonide N_1 ja N_2 kaugus piirjoonest YOZ ja nimelt

$$N_1P = N_2K$$

- 30 -

Algajal võib tekkida siin küsimus, kus on siis õieti sirgjoon MN ise, kuna joonisel 37. on näidatud ju ainult tema projektsioonid ja nimelt : pealt, eest- ja külgvaade.

Vastusena sellele küsimusele olgu siin üteldud, et projektsioonjoonestamises esinevadki ainult projektsioonid ja mingit pilti esemest perspektiivis siin ei sehkendata.

Kui joonisel 37. laiiali - ja mahapööratud projektsioonitasapinnad A, B ja C jälle üksteisele risti 90° -lise nurga . all üles seada, neid esialgsele seisukohale tagasi pöörates, nagu see piltlikult joonisel 36. oli näidatud, siis annavad nimetatud projektsioonidest tõmmatud perpendikulaarid projektsioonitasapindadevahelises ruumis ettekujutatava omavahelise lõikumisjäljendi, mis olekski oma projektsioonide läbi kindlaks määratud suurusega ese, käesoleval juhul kirgjoone lõik MN. Järjekult eseme projektsioonide järgi oskab projektsioonjoonestuse tundja eset enesele selgelt ette kujutada.

SIRGJOONE TEGELIKU PIKKUSE LEIDMINE TEMA PROJEKTSIOONIDE

JÄRGI.

Selleks, et leida sirgjoone tegelikku pikkust tema projektsioonide järgi, jääb kahest projektsioonist; näiteks, pealtvaatest M_1N_1 ja eestvaatest M_2N_2 joonisel 37.

Pöörame omas ettekujutuses sirgjoone MN ümber tema otspunkti N paralleelseks vertikaalsele projektsioonitasapinnale B, mitte muutes seejuures punkti M kõrgust; siis annab sirgjoone MN uus projektsioon vertikaalsel projektsioonitasapinnal B meile sirgjoone MN tegeliku pikkuse.

Joonlõigu MN uus horisontaalprojektsioon, joone MN paralleelsuse korral vertikaalse projektsioonitasapinnaga B, peab olema paralleelne piirjoonele XOX.

Järjekult alguses tõmbame horisontaalprojektsiooni peal punktist N_1 kui keskpunktist kaare raadiusega M_1N_1 kuni uue seisundini N_1T , mis on paralleelne piirjoonele XOX, seega ka projektsioonitasapinnale B.

Kuna meil oli tingimuseks, et joonlõigu MN pööramisel ümber oma otspunkti N, tema teine otspunkt M ei tohi muuta oma kõrgust, siis nihkub punkti M projektsioon M_2 vertikaalsel projektsioonitasapinnal mööda joont, mis on paralleelne piirjoonele XOX. Vedades punktist T vertikaali üles kuni lõikumiseni selle punkti M_2 horisontaalse nihkumise-

- 31 -

joonega, saame uue otspunkti R punkti M_2 asemele.

N_1T ja N_2R on joonlõigu MN uued projektsioonid peale joonlõigu MN pööramist punkti N ümber paralleelseks vertikaalse projektsioonitasapinnaga B.

On aga joonlõik MN peale pööramist paralleelne vertikaalse projektsioonitasapinnaga B, siis iseenestmõista, annab tema projektsioon N_2R sellel tasapinnal joonlõigu otsitava tegeliku pikkuse.

Samal viisil võib leida joonlõigu MN tegelikku pikkust joonlõigu MN pööramisega ümber punkti M paralleelseks horisontaalse projektsioonitasapinnaga A. Pööramise juures peab punkti N kaugus vertikaalsest projektsioonitasapinnast B jääma muutmatuks. Toiming on läbi viidud joonisel 37. punktiirjoontega ja joonlõigu MN tegeliku pikkuse annab meile siin uus horisontaalprojektsioon M_1S .

GEOMEETRILISTE KEHADE JA NENDE LÕIKUDE PROJEKTEERIMINE.

Joonisel 39. joonistuslehel nr 11 on näidatud täisnurkse parallelepipedide projektsioonid :

- A - pealtvaade,
- B - eestvaade,
- C - külgsuurtükk.

Küsimusele, kuidas asetada joonestatavat eset oma ette, missugune külgsuurtükk või tahk kujutada pealtvaatena, missugune eest- või külgsuurtükina, võiks vastata: see on joonestaja enda valida, eriti geomeetriliste kehade projekteerimisel. Peaasi on, et joonis annaks maksimaalselt selge kujutuse esemest. Sageli juhtub, et see, mida tegelikkuses nimetatakse antud eseme või keha küljeks, joonestatakse pealtvaatena, või eestvaatena, kuna keha ülemine ots satub külgsuurtükki.

Tehnilises joonestamises näiteks, valitakse eseme see külgsuurtükk, mis teda kõige rohkem iseloomustab ja temast kõige põhjalikuma pildi annab, pealtvaateks, kuna pealt- ja altvaated paigutatakse peavaatest alla- ja ülespoole, külgsuurtükid aga - paremale ja vasakule peavaatest. Mingit projektsioonipindadevahelist piirjoont seal ei tõmmata.

Ka ei ole vajalik, et vertikaalne projektsioonitasapind C eseme külgsuurtükiga alati paremale pööratakse ümber piirjoone YO, just nagu oleks külgsuurtükk meil alati vasakult poolt vaadatuna projekteeritud projektsioonitasapinnale C ja siis paremale ära pööratud. Võivad esineda sageli juhud, et eset külgsuurtükeldakse tema paremalt küljelt ja külgsuurtükk projekteeritakse siis vertikaalsele projektsioonipinnale C paremalt vasakule

ning projektsioonitasapind ettekujutuses pööratakse siis vasakule ümber piirjoone YO nagu on näidatud joonisel 40. Eest ja pealtvaade on siis alguses kohe paigutatud parematkätt tasapinnast C.

Joonistelt 39. ja 40. on näha, et seal kujutatud geomeetriline keha eestvaates B on täisnurkne nelinurk. Pealtvaade täiendab seda kuju pakuse esiletoomisega ja näitab, et ülemine kant on samuti täisnurkne nelinurk, aga mitte mõne muu- kujuline, kas või näiteks niisugune õõnestatud nagu on kujutatud all kriipsjoonega.

Külgvaade, käesoleval juhul ühtlasi eseme otsvaade, näitab, et ka otsast vaadatuna on antud ese nelinurkne, aga mitte kiilukujuline, nagu kõrval kriipsjoonega on näidatud.

Ilma projektsioonita C oleks võinud kergesti eseme kujus kahelda ja teda kolmetahkseks prismaks arvata; kuid nüüd, kolme projektsiooni korral on selge, et tegemist on parallelepiipediga.

U l e s a n n e 1.

a) Horisontaalsel tasapinnal seisva korrapärase püstpüramiidi kõrgus h ja põhja külje pikkus a on antud.

Joonestada püramiid kolmes projektsioonis.

b). Saadud vertikaalse projektsiooni B peal (vaata joonist 41 !) lõigata see püramiid kahtlaksihis MN läbi ja näidata lõike projektsioonid pealtvaates A ja külgvaates C.

c). Leida tõmppüramiidi servade DD_1 , EE_1 , FF_1 ja GG_1 tegelikud pikkused.

a) Esiteks tõmmatakse joonestuspaberile projektsioonitasapindade piirjooned XOX ja YOX ning joonestatakse horisontaalsel projektsioonipinnal A korrapärase nelitahkse püstpüramiidi põhi DEFG. See põhi on ruut, mille külje pikkus a oli antud.

Et leida püramiidi ülemise otsa tipp T horisontaalsel projektsioonil A, siis tuleb meeldetuletada, et horisontaalse projektsiooni A peal püramiid on kujutatud pealtvaates, ja kui püramiidi vaadelda pealt otsast ülalt alla, siis tema ülemise otsa tipp asub just põhja keskpunkti kohal. Järjekult tipp T projektsioonil A asub püramiidi aluspõhi diagonaalide ristumispunktis T ja jooned TD, TE, TF ja TG on püramiidi külgtahkude servad pealtvaates.

7.35

Järgmisena tuleb joonestada püramiidi eestvaade vertikaalsele projektsioonitasapinnale B.

Kuna oli üteldud, et püramiid seisab horisontaalsel pinnal, siis järjeklikult peab tema projektsioon B istuma piirjoonel XO.

Püramiidi horisontaalprojektsioon A põhja tippudest D, E, F, G veetakse projekteerivad perpendikulaarsed jooned piirjooneni XO ja saadakse seal püramiidi vertikaalprojektsiooni B *põhja* vastavad tipud D, E ja F, kõik istuvatena ühel ja samal kõrgusel, nimelt piirjoonel XO, mis tähendab seda, et püramiid istub horisontaalsel pinnal, aga ei seisa mitte eemal sellest, teiste sõnadega - ei ripu õhus.

Selleks, et kujutada püramiiti eestvaates projektsiooni tasapinnal B, peab teadma, kus asub seal tema ülemise otsa tipp T.

Tipu T leidmiseks eestvaates, veetakse püramiidi horisontaalprojektsiooni A pealt diagonaalide ristumispunktist T, mis oli ühtlasi püramiidi tipuks seal, projekteeriv teljejoon alt üles ja määratakse sellele püramiidi antud kõrgus h nii et projektsiooni B peal $h = TH$.

Saadud tipp T ühendatakse sirgjoonte abil püramiidi põhjatippudega D, E, F ja G ning sellega ongi püramiidi eestvaade vertikaalsel projektsioonitasapinnal B valmis.

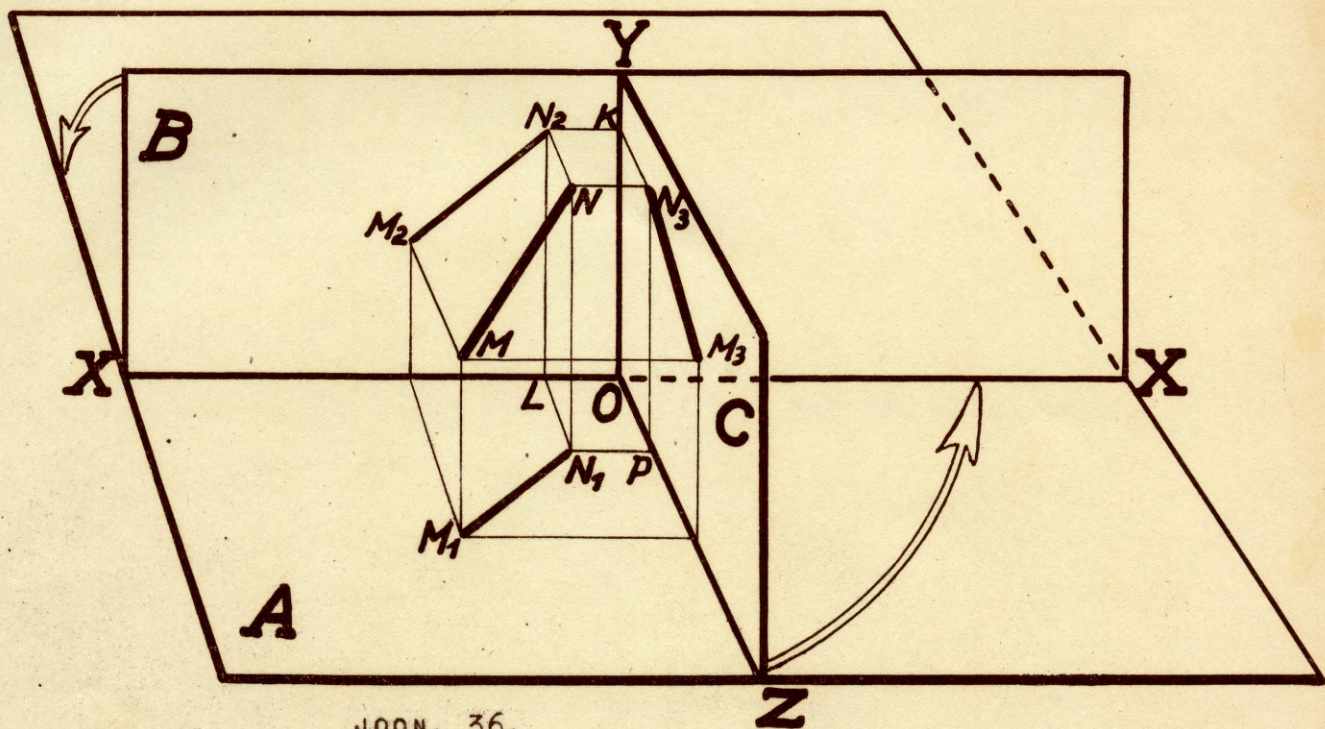
Püramiidi külgvaate joonestamiseks tuleb meeles pidada, et esiteks, külgvaade on püramiidi projektsioon vertikaalsel projektsioonitasapinnal C, missugune pind, nagu joonisel 36. on näidatud, on projekteerimise momendil risti nii horisontaalsele projektsioonitasapinnale A, kui ka vertikaalsele projektsioonitasapinnale B. Järjeklikult kõik püramiidi punktid projektsioonitasapinnal C on samal kõrgusel kui tasapinnal B.

Teiseks, kui projekteerida püramiidi tasapinnalt A tasapinnale C, siis esialgselt, enne ärapööramist, tasapind C seisab servaga vaatleja poole. Joonisel 41. paistab enne ärapööramist tasapind C vaatlejale joonena OZ ja kõik projekteerivad jooned projektsiooni A pealt kujunevad perpendikulaarideks joonele OZ.

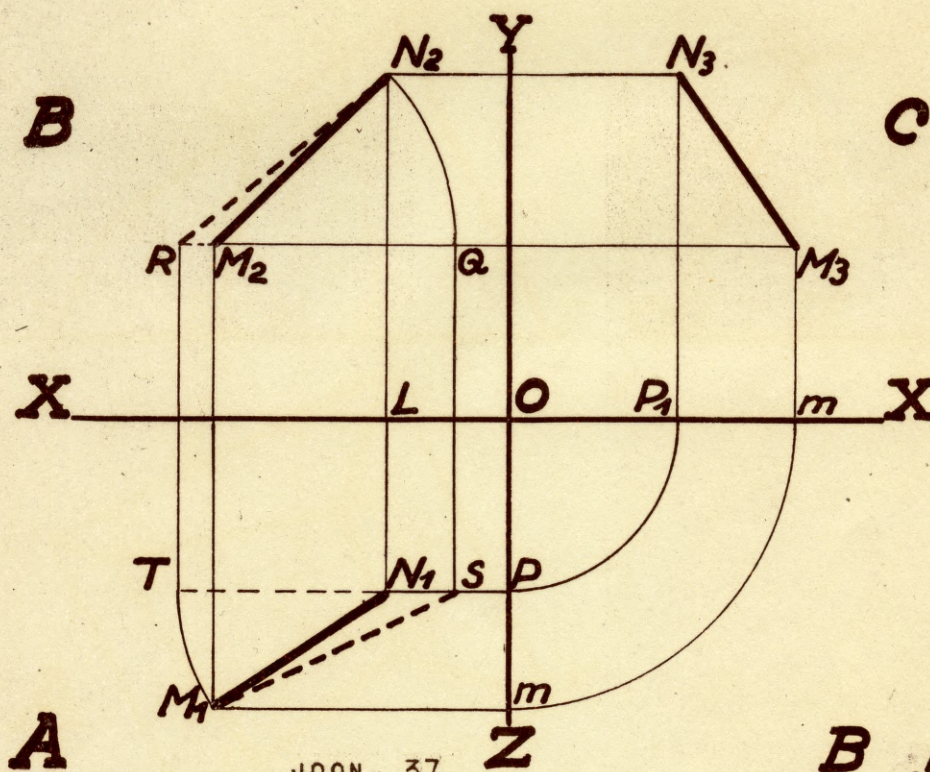
Kui seejärel tasapinda C pöörata nii, et ta muutub pikendusjätkuks tasapinnale B, nagu näitavad pööramiskaared joonisel 41., siis alles näeb vaatleja püramiidi külgvaadet enda ees.

Jälgitagu üksikute püramiidi tippude saamist külgvaates joonisel 41.

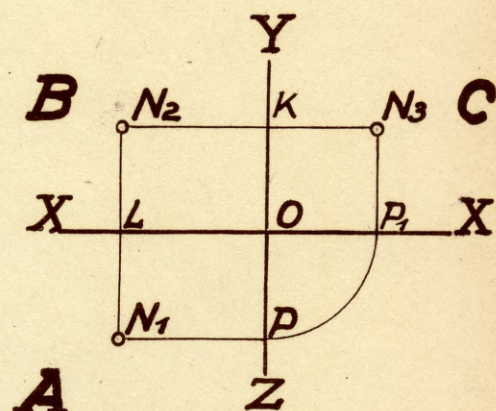
Näiteks, tipust G projektsiooni A peal veetakse perpendikulaar Gg joonele OZ ja seejärel raadiusega Og joonestatakse punktist O



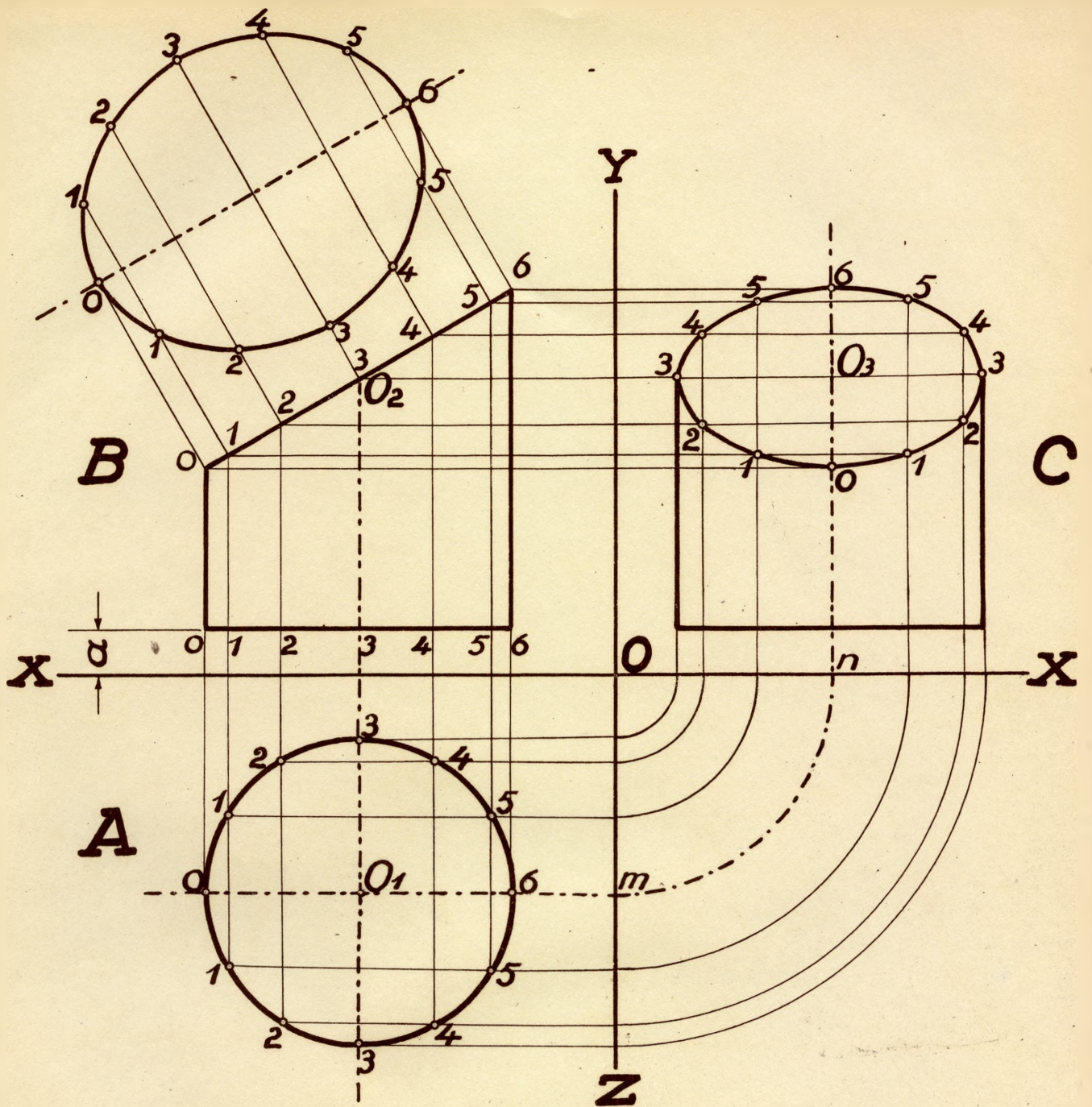
JOON. 36.



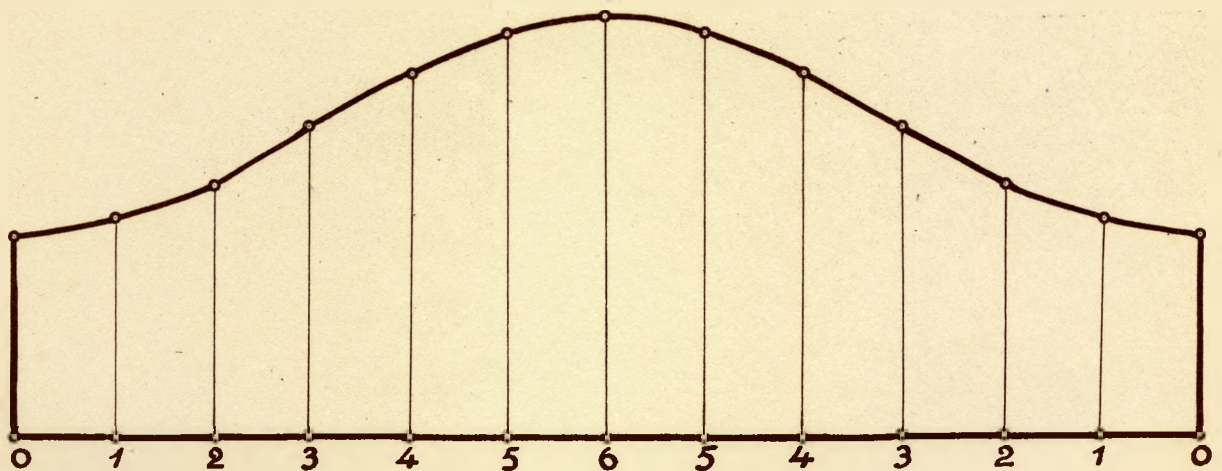
JOON. 37.



JOON. 38.



JOON. 43.



JOON. 44.

34

kui keskpunktist kaar kuni piirjooneni OX . Saadakse püramiidi tipp G külgvaates.

Sama võtte kordub püramiidi põhja ülejäänud kolme tipuga.

Püramiidi ülemise tipu T leidmiseks külgvaates C , veetakse horisontaalprojektsioonilt A läbi sealise tipu T , mis asus just püramiidi aluspõhja keskkohal, perpendikulaar tt joonele OZ , sealt kaar tt jooneni OX ja siis telgjoon alt üles kuni lõikumiseni horisontaalse kõrgusjoonega TT läbi püramiidi ülemise tipu juba valmisjoonestatud eestvaatelt B .

Uhendades sel viisil leitud ülemist tippu T külgvaates C püramiidi põhja tippudega joonel OX , saadakse püramiidi külgvaade projektioonitasapinnal C .

Siinjuures on märkimisväärne, et pealtvaates A on vaatlejale näha kõik püramiidi servad, eestvaates B on aga püramiidi tagumine serv TG püramiidi taga ja selletõttu varjatud. Nispärast ta on näidatud kriipsjoonega.

Külgvaates C jääb varjatuks serv TF , mille tõttu külgvaates serv TF tuleb joonestada kriipsjoonega.

Teljejooned joonestatakse punkt-kriipsjoonega.

b). Püramiidi kaldlõike kujutamiseks pealt ja külgvaates, kui eestvaates see lõige on tehtud sirges joones ja risti tasapinna B suhtes, nii et vaatlejale on näha ainult lõike tasapinna serv joone MN näol, tõmmatakse püramiidi eestvaate lõikepunktidest D_1 , E_1 , G_1 ja F_1 projekteerivad jooned otse alla kuni lõikumiseni püramiidi vastavate servadega horisontaalprojektsioonil A , ja horisontaalsed projekteerivad jooned paremale, kuni lõikumiseni püramiidi külgvaate vastavate servadega projektsoonitasapinnal C .

Uhendades kummagi projektsoonil peal saadud lõikepunkte järjestikku sirgjoontega, saadakse otsitavad püramiidi lõikeprojektsoonid pealt- ja külgvaates.

Märge. Vedades projekteerivaid jooni ülalt alla või vasakult paremale püramiidi kaldlõike projektsoonide kujundamisel, võib isegi väikeste ebatäpsuste korral tekkida tunduvad vead püramiidi lõike projektsoonide kujundamisel pealt- ja külgvaates.

Selleks, et neid vigu kõrvaldada, vaja joonise pliiatsis eeltöö

kontrollimiseks vedada horisontaalsel projektsioonitasapinnal saadud lõikepunktidest projekteerivad jooned jooneni OZ ja sealt kaares üles kuni piirjooneni OX , kust üleminevad vertikaalsed jooned peavad sattuma täpselt samadesse lõikepunktidesse D_1, E_1, F_1, G_1 , mis olid saadud seal horisontaalsete projekteerivate joonte abil püramiidi eestvaatelt B tõmmatuna.

Võib talitada ka ümberpöörduvalt lasta külgsuure C lõikepunktidest perpendikulaarselt piirjooneni OX , sealt vedada kaared kuni jooneni OX ja sealt edasi horisontaalsed kuni lõikumiseni püramiidi servjoontega horisontaalprojektsiooni peal, kus nad peavad sattuma täpselt samadesse lõikepunktidesse, mis olid saadud vertikaalsete projekteerivate joonte abil püramiidi eestvaatelt B tõmmatuna.

c). Kui vaadelda tõmmpüramiidi saadud projektsioone A, B ja C , siis mitte ühelgi neist ei nähtu servad DD_1, EE_1, FF_1, GG_1 loomulikus pikkuses, vaid kõik nad on ühe otsaga vaatlejale lähemal ja teise otsaga poolviltu kaugemal, järjekindlalt projektsioonis lühematena kujunenud, kui nad tegelikult on. Näiteks, jooniselt 42. on näha, et kallakjoon MN projekteerimisjoonte pp vahel kujuneb projektsioonitasapinna PP peal hulga lühemana mn näol, kui ta tegelikult on.

Sama lugu on ka püramiidi külgede servjoontega; ainult siis kui põhja diagonaal DF on paralleelne piirjoonega XOX , kujunevad eestvaates servad DD_1 ja FF_1 nende õiges pikkuses.

Selleks, et leida püramiidi tegelikku, õiget küljeserva pikkust, tuleb vastavalt sellekohasele selgitusele projektsiooniõpetuses, mis oli antud selle õppekirja alguses, pöörata püramiidi vastav servjoon ettekujutuses paralleelses olekusse vertikaalse projektsioonitasapinnaga B , teiste sõnadega - serva horisontaalprojektsioon pöörata paralleelseks piirjoonega XOX . Siis nihkub ka vertikaalse projektsioonitasapinna E peal serva ülemine ots oma kõrgust alal hoides kõrvale ja annab, teda paigalseisva allotsaga ühendades, servjoone tegeliku pikkuse.

Näiteks, et leida servjoone EE_1 tegelikku pikkust joonisel 41. pööratakse servjoon EE_1 projektsioonitasapinnal A uude seisundisse Ee , mis on paralleelne piirjoonele XOX ; seda tehakse kaare tõmbamisega raadiusega EE_1 punktist E kui keskpunktist. Seejärel veetakse punktist e projekteerimisjoon ee_1 alt üles kuni lõikumiseni projektsioonitasapinna B peal horisontaalse kõrgusjoonega läbi punkti E_1 . Ühendades saadud

lõikepunkti e_1 serva paigalseisva allotsaga E saadakse tõmppüramiidi servjoone EE_1 jaoks selle tegelik pikkus EE_1 vertikaalsel projektsioonitasapinnal B.

Samade võtetega leitakse ka tegelikud pikkused tõmppüramiidi teiste servjoonte jaoks.

U l e s a n n e 2.

a) Kaldotsaga püstsilindri antud eestvaate B järgi joonestada tema pealt- ja külgvaated A ja C. (Joonis 43. joonistelehel nr. 12).

b) Näidata kaldotsa tegelik suurus ja

c) silindrilise pinna laotus.

a) Silindri pealt- ja külgvaate joonestamiseks antud eestvaate järgi tõmmatakse läbi silindri antud eestvaate B tema vertikaalne kesktelg (joonisel 43. näidatud punkt-kriipsjoonega) ja selle telje pikenduse peal allpool projektsioonipindadevahelist piiri XOX valitakse vabalt silindri pealtvaate keskpunkt O_1 olenevalt sellest, kui kaugel vertikaalsest tasapinnast B, see on: piirijoonest XO, me tahame silindrit püstitada.

Läbi punkti O_1 veetakse seejärel horisontaalne telg kuni lõikumiseni vertikaalse tasapinnaga OZ, mida näeme servalt ja ühes viimasega pööratakse lõikumispunkt m paremale üles kuni seisundini n tasapinnal C.

Läbi punkti n järjekult läheb siis silindri külgvaate kesktelg üles. Sel viisil ollakse tegede tõmbamisega valmis.

Pealtvaates A on silindri kaldlõikest hoolimata ringikujuline ja sama läbimõõduga, mis eestvaatel. Nii siis pealtvaate saamiseks jääb vaid joonestada keskpunktist O_1 mainitud läbimõõduga (diameetriga) ring.

Külgvaates C asub silinder kõigi oma punktidega samal kõrgusel, kui eestvaates B. Silindri külgvaate alumine osa jääb samakujuliseks, kui eestvaatel, sest silinder kust küljest teda ka ei vaataks, on ikka silindriline.

Ulemise otsa kallakpinna joonestamiseks külgvaates võib jagada silindri põhja ringi projektsioonitasapinnal A vaba arvu võrdseteks osadeks, näiteks 12 osaks võttega, mis oli kirjeldatud teises õppekirjas lehekülje 22 alguses.

Läbi silindri põhjaringi jagamispunktide 1,2,3,4,5,6 veetakse vertikaalsed projekteerimisjooned mööda silindri külge üles kuni lõikumiseni kaldpinnaga projektsioonil B; sealt tõmmatakse läbi saadud lõike-

37

~~37~~

punktide 0,1,2,3,4,5,6 horisontaalsed projekteerimisjooned paremale - kaldlõike külgvaate C saamiseks.

Kuid need projekteerimisjooned paremale üksi ei anna meile veel kald-
lõike kuju seal, vaid vaja läbi ringi jagamispunktide projektsioonil A
vedada horisontaalsed projekteerimisjooned kuni piirini OZ, pöörata need
sealt kaares kuni piirini OX ja sealt vertikaalselt üles vedada kuni
lõikumiseni vastavate horisontaalsete projekteerimisjoontega eestvaatelt
B. Vastastikku lõikumispunktid kuuluvadki silindri kaldotsa külgvaate
kontuurile. Teiste sõnadega, silindri ülemise otsa kaldpinna kontuuri iga
jaotuspunkt leitakse kõigi kolme projektsiooni peal samal viisil, nagu
leiti punkt N projektsioonid joonisel 38. , kus selgitati punkti nor-
maalprojektsioone.

Uhendades need saadud 12 lõikumispunkti projektsioonitasapinnal C
lekaalide abil sujuvaks kinniseks kõverjooneks, saadakse silindri kald-
otsa kujutis külgvaates.

Projektsioonidest B ja C on näha, et silinder ei ole asetatud seis-
ma horisontaalsele pinnale A, vaid seisab sellest veidi kõrgemal, nimelt
vahemaa a võrra. Kui silinder oleks seisnud horisontaalsel projektsioo-
nitasapinnal A , siis eest- ja külgvaates tema põhi oleks seisnud joonel
XOX.

b). Silindri kaldotsa tegelik suurus.

Projektsioonidel A, B, C silindri ülemise otsa kaldpind ei ilmne
silmale risti omas tegelikus suuruses. Projektioonil B on ta servaga
vaatleja poole ja on kujutatud sirgjoonena 06,

projektsioonidel A ja C aga kallakus olekus,
mis projekteerudes on koondunud pinnal A ringiks ja pinnal C -ellipsiks

Selleks, et saada silindri ülemise otsa kaldpinda risti vaatleja sil-
ma ette omas tegelikus suuruses, veetakse kaldpinna tegelik pikkus 06
projektsioonilt B , ristjoonte abil kõrvale välja, nagu on näidatud
joonisel 43. vasakul ülal, ja pööratakse kaldpind seal lapiti vaatleja
silma ette.

Kaldpinna laiused (1 - 1), (2 - 2), (3 - 3), (4 - 4), (5 - 5)
vastavates jaotuspunktides tulevad välja mõõta projektsioonilt A või C,
kus need laiused esinevad oma loomulikus suuruses, ja üle kanda lapitipöö-
ratud otsa joonisele. Nii on näiteks vahemaa (1-1) lapitipööratud otsa
joonisel on võrdne laiusega (1-1) projektsioonidel A ja C jne.

Uhendades väljamõõdetud laiuspunktid lapitipööratud otsa joonisel järjestikku lekaalide abil, saadakse silindri kaldotsa tegelik kuju ja suurus. Saadud kontuur kujutab enesest ellipsit.

c). Silindri pinna laotus.

Selleks, et silindri kumerat külgpinda tegelikus suuruses vaatlaja silma ette tuua, tuleb see silindriline pind mööda mõnd vabalt valitud külgekujundavat joont ettekujutuses lahti lõigata ja joonise tasapinnale laiali laotada.

Oletame, et lõikus toimub mööda püstjoont oo projektsioonil B. Laotades siis silindri külpinna mööda joonise tasapinda laiali, teiste sõnadega - ajades pinna sirgeks, muutub silindri aluspõhja ring sirgjooneks, pikkusega $22/7$ korda ringi diameeter, ehk kümnendikmurdudes $3,14$ korda diameeter.

Igaüks võtku mõõdupuuga oma silindri aluspõhja diameetri mõõt, tehku arvutus ja tõmmaku vastava pikkusega sirgjoon.

Saadud sirgjoon jagatakse mõõdupuu abil samuti, nagu ring oli jagatud, 12-ks võrdseks osaks. (Vaata joonist 44 !). Jagamispunktidest püstitatakse ristjooned, milledele mõõdetakse silindri külje vastavad kõrgused (generatrisid) projektsioonilt B või C. Näiteks, ristjoonele punktist o mõõdetakse projektsioonilt B külje kõrgus $O - o$;

ristjoonele punktist 1 mõõdetakse projektsioonilt B külje kõrgus 1-1 jne.

Uhendades lekaalide abil neid mõõtmisteel saadud punkte omavahel järjestikku sujuva joonega, saadakse silindrilise pinna laotuse ülemise serva kõverjoon. Teised kolm külge pinnalaotusel on sirged.

Kui kaldotsaga silindri külpinna ettekujutatava lahtilõikamise jooneks mõni teine, kui joon oo, siis on arusaadav, et pinna ülemise serva joon tuleb teisekujuline. Kuid lahkamisjoonest hoolimata saame alati sama silindri kui sirgeks laotatud pinda silindrilisesks tagasi koolutada.

Õpilastel tuleb esitada Instituudile kontrollimiseks ja hindamiseks 2 joonist projektsioonjoonestamises: (pealkirja all: Eesti Merekool, geometriline joonestus, kontrolltöö nr. 3).

1). Joonestada vabaltvalitud kõrguse ja põhja servaga neljatahkne korrapärane püstpüramiid kolmes projektsioonis, mille aluspõhja servad on 30° ja 60° all horisontaali suhtes.

Püramiidi külgvaade lõigata läbi 30° all horisontaali suhtes ja leida lõike pealt - ja eestvaated.

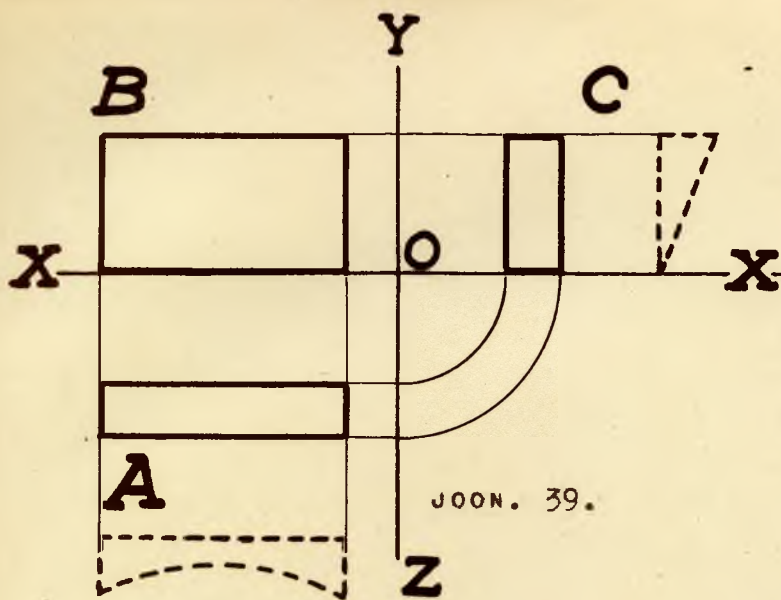
Leida püramiidi külje serva tegelik pikkus!

2). Joonestada kaldotsaga vabalt valitud läbimõõduga püstsilinder kolmes projektsioonis, kui silindri külgvaates tema ülemise otsa kalle esineb 45° all nii, et vaatleja näeb kaldpinda seal sirgjoonena.

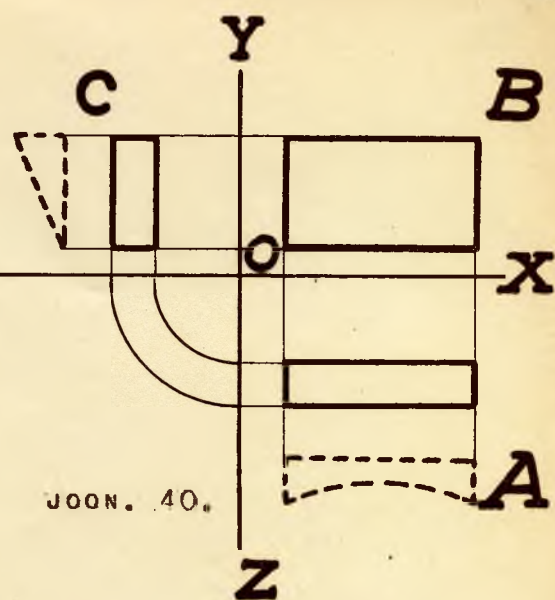
Näidata kaldpinna kuju tegelikus suuruses ja silindri küljepinna laotus!

Joonised valmistada formaadis A 4, tušis ja varuda kirjanurgaga normikirjas.

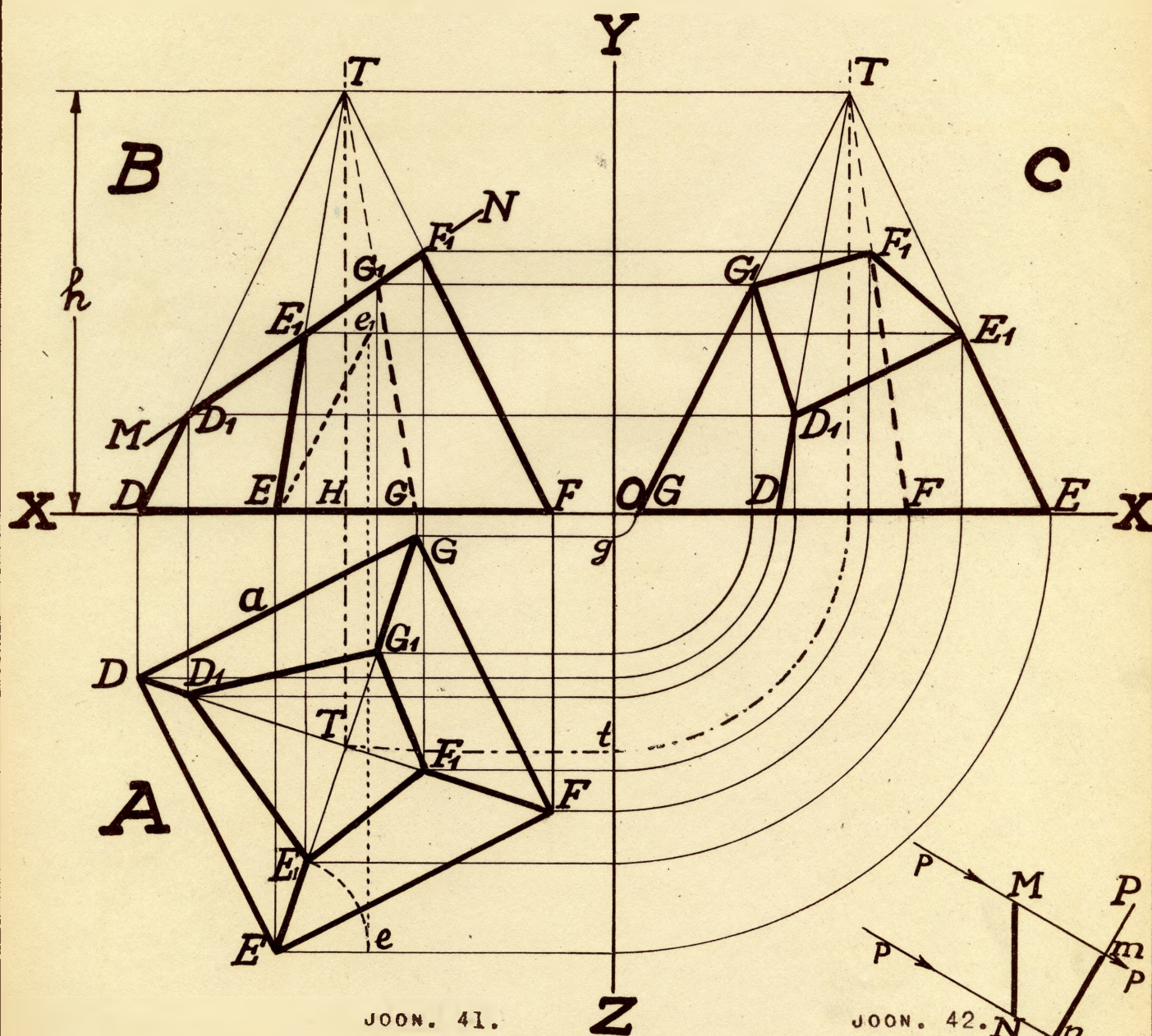
Märge: Et käesolevat kolmandat õppekirja mitte liiga suureks paisutada, eraldati sellest perspektiiviõpetus iseseisvaks neljandaks õppekirjaks, mis järgneb peale kolmanda õppekirja ülesannete täitmist.



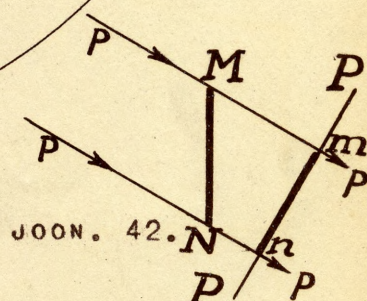
JOON. 39.



JOON. 40.



JOON. 41.



JOON. 42.