3. AKSONOMEETRIA

(RISTISOMEETRIA, FRONTAALNE KALDDIMEETRIA)

Objekti kujutis peab olema **lihtne, mõõdetav ja piltlik. Lihtne** – mida vähem jooni, seda lihtsam. **Mõõdetav** – mida rohkem tasapinnalisi kujundeid on projekteerunud moondevabalt, seda parem. **Piltlik** – mida hõlpsamini me tema järgi objekti ära tunneme, seda parem; selleks tuleb objekt seada kiirte ja ekraani suhtes üldasendisse, s.o asendisse, mille puhul võimalikult palju objekti servi ja tahke on kiirte suhtes kaldu.

Kõige piltlikuma kujutise saame tsentraalprojekteerimisega. Seda tehakse arhitektuuris. Hõlpsasti saab aga piltlikke (ruumilisi) kujutisi aksonomeetriliste kujutiste abil. Aksonomeetriliste projektsioonide esmaseks ülesandeks on ilmekate (ruumiliste) kujutiste saamine. Seda kujutamismeetodit nimetatakse **aksonomeetriaks** (kreeka keeles *akson* – telg, *metreo* – mõõdan). Ilmekuse saavutamiseks tuleb ese asetada võimalikult üldisesse asendisse ekraanide suhtes ning siduda mingi kindla teljestiku ja koordinaatidega. Andmetena kasutame aksonomeetriliste projektsioonide saamiseks kaksvaadet. Tegevuse järjekord selleks on järgmine.

1. Objekt seotakse ruumilise ristteljestikuga – objekti iga punkt saab oma koordinaadid selles teljestikus.

2. Joonestatakse teljestiku kujutis.

3. Konstrueeritakse objekti enda kujutis teljestiku kujutise baasil, kasutades selleks saadud objekti punktide koordinaate selles teljestikus.

Tulemuseks saame objekti **aksonomeetrilise kujutise.**

Suur tähtsus on telgede asendil ja moondeteguritel telgede suhtes. Siin on **moondetegur** telgedel oleva ühiklõigu aksonomeetrilise kujutise ja tema loomuliku suuruse suhe erinevate telgede suundades.

Moondetegurid:

$m_x = O_0A_0 \; / \; OA;$

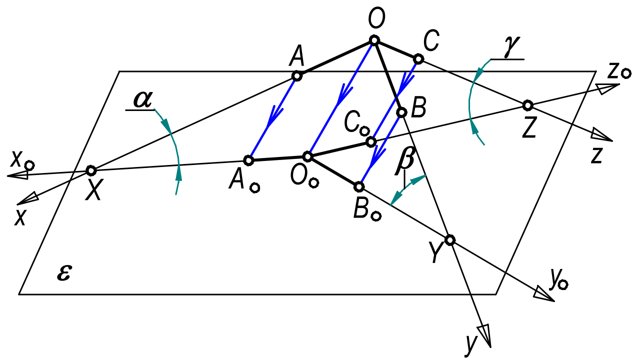
$m_y = O_0B_0 \; / \; OB;$

$m_z = O_0C_0 \; / \; OC,$

siit näiteks:

$O_0A_0 = m_x \times OA$, kus

$OA = O_0A_0 \; / \; m_x$ jne.



Joonis 14. Aksonomeetria teljestik

Lähtuvalt teljestiku asendist ja telgede moondetegurite vahekorrast liigitatakse aksonomeetrilisi kujutisi järgmiselt.

1. Kui moondetegur on kõikide telgede suundades ühesugune ($m_x = m_y = m_z$), siis aksonomeetrilised kujutised on **isomeetrilised e võrdmõõdulised** (ristisomeetria, frontaalne kaldisomeetria, horisontaalne kaldisomeetria).

2. Kui kahe telje suunas on moondetegur ühesugune, kolmanda suunas aga erinev ($m_x = m_z$; $m_y \neq m_z$), siis kujutised on **dimeetrilised e kahemõõdulised** (ristdimeetria, frontaalne kalddimeetria, horisontaalne kalddimeetria).
3. Kui moondetegur on kõikide telgede suunas erinev ($m_x \neq m_y \neq m_z$), siis aksonomeetrilised kujutised on **trimeetrilised e kolmemõõdulised** (risttrimeetria, frontaalne kaldtrimeetria, hori-sontaalne kaldtrimeetria).
Praktikas harilikult trimeetriat ei kasutata.

Aksonomeetria põhiteoreem ütleb:

tasapinnale joonestatud kolme lõiku, mis algavad kõik ühest punktist, kuid ei asetse ühel sirgel, võib alati vaadelda ristteljestiku ühikkolmiku paralleelprojektsioonina.

Selle teoreemi alusel võib teljestiku ühikkolmiku paralleelprojektsiooni joonestada vabalt, ainsa kitsendusega, et kogu teljestiku kujutis ei tohi asetseda ühel sirgel.

Kursuse raames vaatame lähemalt kahte aksonomeetria liiki:
  a) ***ristisomeetria;***
  b) ***frontaalne kalddimeetria e kabinetprojektsioon.***

3.1. Ristaksonomeetria

Ristaksonomeetria jaguneb: a) ristisomeetria; b) ristdimeetria.
1. Ristteljestiku telgede ristprojektsioonid on jälgkolmnurga kõrgussirgeteks.
Kolmnurka XYZ, mille tippudeks on telgede jälgpunktid ja külgedeks on koordinaatpindade XOY, YOZ ja ZOX jälgsirged, nimetatakse **telgede jälgkolmnurgaks** (vt joonis 14).
2. Moondetegurite vaheline seos:

$$m_x = O_0x/Ox = \cos\alpha\ ; \qquad m_y = O_0y/Oy = \cos\beta; \qquad m_z = O_0z/Oz = \cos\gamma$$

Ristprojektsiooni puhul on telgede moondetegurite ruutude summa võrdne 2, s.o

$$m_x^2 + m_y^2 + m_z^2 = 2.$$

Tõestus vt [1] lk 190…192.

3. Kahe koordinaattelje tasapinnal (või selle paralleeltasapinnal) asetseva ringjoone rist-aksonomeetrilise kujutise (ellipsi) pikem telg on risti kolmanda koordinaattelje kujutisega. Telgede suurused on: pikem telg a = r;

lühem telg $b_{xy} = r\sqrt{1-m_z^2}$; $\qquad b_{xz} = r\sqrt{1-m_y^2}$; $\qquad b_{yz} = r\sqrt{1-m_x^2}$.

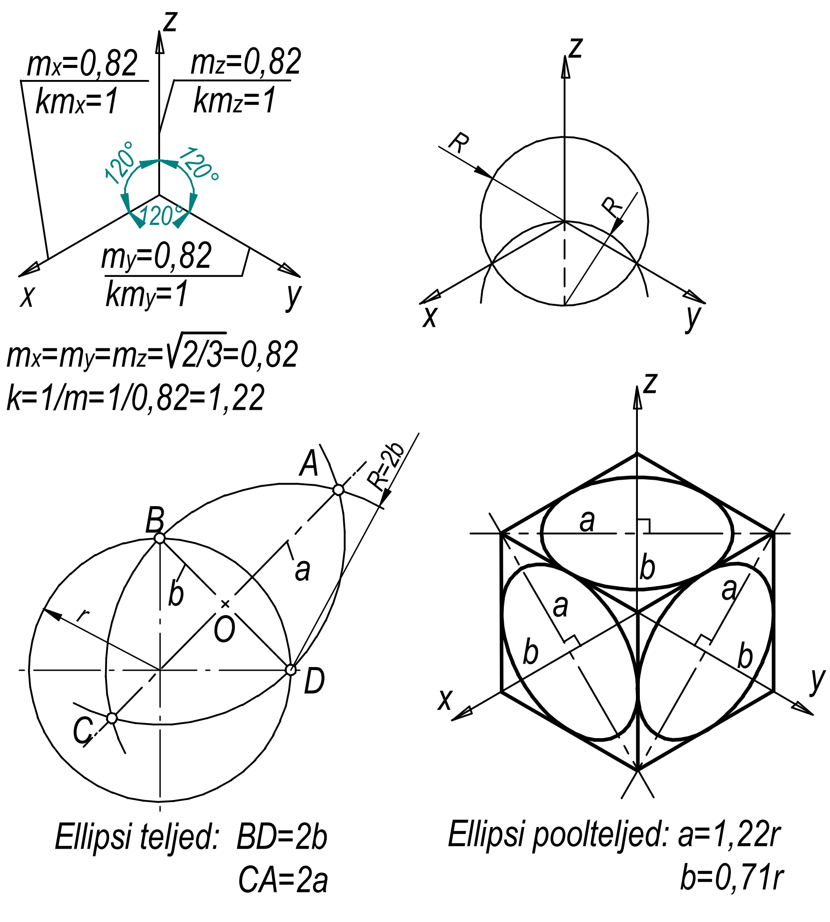
Tõestus vt[1] lk193…194.

3.1.1. Ristisomeetria

Kasutades ekraanide suhtes ristuvaid kiiri ja teljestikku, kus kõik teljed on ekraanide suhtes võrdse nurga all, saame ristisomeetria teljestiku (vt jn 15).
Teljestik: Siin on moondetegurid kõikide telgede suunas võrdsed: $m_x = m_y = m_z$,
siis $m_x^2 + m_y^2 + m_z^2 = 2$, siit $3m_x^2 = 2$ (selle väite tõestuse võib leida [1] lk 191...192).
Järelikult moondeteguri väärtus on: $m_x = m_y = m_z = \sqrt{\dfrac{2}{3}} = 0{,}82$; s.o $\cos\alpha = m_x = \sqrt{\dfrac{2}{3}}$, st telgede kalle ekraanide suhtes on $\alpha = \beta = \gamma = 35°16'$. Seetõttu on ka nurgad telgede kujutiste

vahel kõik võrdsed, st suurusega 120°. Teljestiku kujutist koos moondeteguritega ja praktikas nende asemel kasutatavate taandatud moondeteguritega vt joonisel 15.
Tegelikult moondetegurit $m_x = 0{,}82$ ei kasutata, vaid seda suurendatakse $km_x = 1{,}0$, kus tegur $k = {}^{1{,}0}\!/\!_{0{,}82} = 1{,}22$; st joonestamisel muudetakse mõõtkava ja seda uut moondetegurit nimetatakse **taandatud moondeteguriks.**

Ringjooned – need muutuvad ellipsiteks, mille pikem pooltelg $a = kr = 1{,}22r$, lühem pooltelg $b = kr\sqrt{1 - m_x^{\ 2}} = kr\sqrt{1 - {}^{2}\!/\!_{3}} \cong 0{,}71r$.
Edukalt saab ellipseid konstrueerida kasutades kõõlude meetodit.
Kera ristisomeetriline kujund on ring, millel raadius R = 1,22 r. Joonisel 18a on kujutatud risttahuka ristisomeetriline kujutis.



Joonis 15. Ristisomeetria teljestik, selle joonestamine ja kuubi ristisomeetriline kujutis

3.2. Kaldaksonomeetria

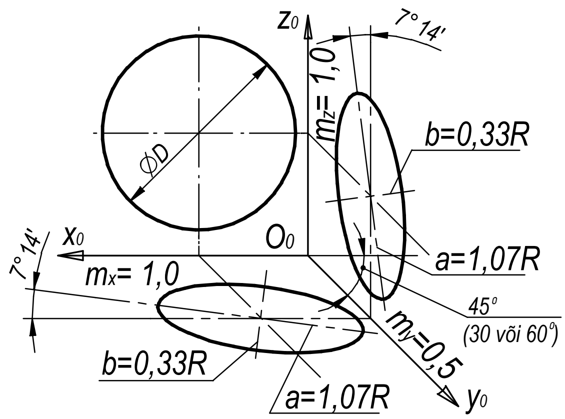
Kaldaksonomeetria jaguneb: – frontaalne kaldisomeetria,
– frontaalne kalddimeetria e kabinetprojektsioon,
– horisontaalne kaldisomeetria,
– horisontaalne kalddimeetria (praktikas ei kasutata).

Ristaksonomeetrias on tihti vähemalt üks detaili pind ekraaniga risti (projekteerub sirgjooneks). Sellega kaotab objekti kujutis aga oma piltlikkuse. Ristaksonomeetrias on ka objekti teljestik tavaliselt ekraani suhtes risti, et aga piltlikkust säilitada, siis välditakse teljestiku sellist asendit. Kaldprojektsiooni puhul aga ei ole vaja vältida selliseid teljestiku lihtsaid eriasendeid, seepärast kasutataksegi praktilises kaldaksonomeetrias teljestiku ja ekraani vastastikust asendit, kus kaks telge asetsevad vahetult ekraanil (st ekraaniks on üks koordinaatpind). Kolmas telg on siis ekraaniga risti.

3.2.1. Frontaalne kalddimeetria e kabinetprojektsioon

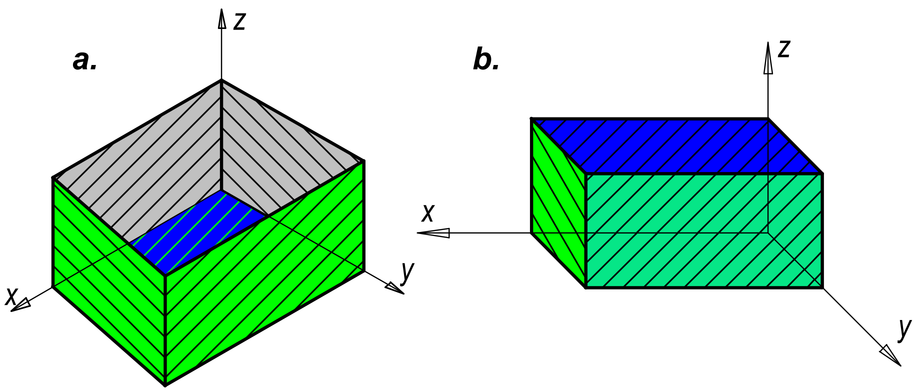
Ekraaniks võetakse vertikaalne koordinaatpind Oxz, mis on paralleelne objekti fassaadpinnaga. Teljed x ja z ühtivad oma kaldprojektsioo-nidega ja moondetegurid nendel telgedel $m_x = m_z = 1$.

Kaldkiirte sihi valime nii, et moondetegur $m_y = 0,5$. Kuna y-telje moondetegur võrdub kiirte kaldenurga kootangensiga $m_y = OB_0 / OB = \cot\varphi = 0,5$, siis kiirte kaldenurk ekraani suhtes $\varphi \cong 63°$. y-telje kaldenurk on ekraanil 45° (võib olla ka 30° või 60°).



Joonis 17. Kabinetprojektsiooni teljestik, selle joonestamine ja ringjoone kujutised ekraanidel

Ringid frontaaltasapinnal (või sellega paralleelsel pinnal) on loomulikus suuruses. Teistel tasapindadel projekteeruvad ringjooned ellipsiteks, mille suur pooltelg a = 1,07R asub x-telje suhtes nurga all 7°14' (horisontaaltasapinnal) ja z-telje suhtes ka 7°14' (vertikaalsel profiilpinnal). Väike pooltelg b = 0,33R. Frontaalset kalddimeetriat nimetatakse ka **kabinetprojektsiooniks.** Joonisel 18b on kujutatud risttahuka kabinetprojektsioon.



Joonis18. Ühesuguste mõõtudega risttahuka aksonomeetriliste kujutiste näited:
a – ristisomeetriline kujutis; b – kujutis frontaalses kalddimeetrias e kabinetprojektsioonis

Kordamisküsimused

1. Milles seisneb aksonomeetriline projekteerimine?
2. Mis on moondetegur?
3. Joonestage teljestiku ristisomeetriline kujutis, millised on moondetegurid telgede suunas, kas nad on taandatud või arvutuslikud moondetegurid?
4. Mis vahe on projekteerimise seisukohalt rist- ja kaldaksonomeetria vahel?
5. Milline on frontaalse kalddimeetria (kabinetprojektsiooni) teljestik, moondetegurid telgede suunas, kas nad on taandatud või arvutuslikud moondetegurid?
6. Kuidas joonestada detaili aksonomeetriline kujutis, kui on olemas tema kujutis ristteljestikus?
7. Mis juhtumil aksonomeetriline projektsioon on: a) isomeetriline; b) dimeetriline; trimeetriline?
8. Kui suur on kera kujutise raadius taandatud moondeteguritega ristisomeetrias, kui kera raadius on R?
9. Missuguseks projekteerub kera (milliseks kujundiks) ristaksonomeetrias?
10. Kuidas liigitatakse aksonomeetrilisi kujutisi telgede moondetegurite vahekorra alusel?
11. Missuguseks kujundiks projekteerub kera kaldaksonomeetrias?