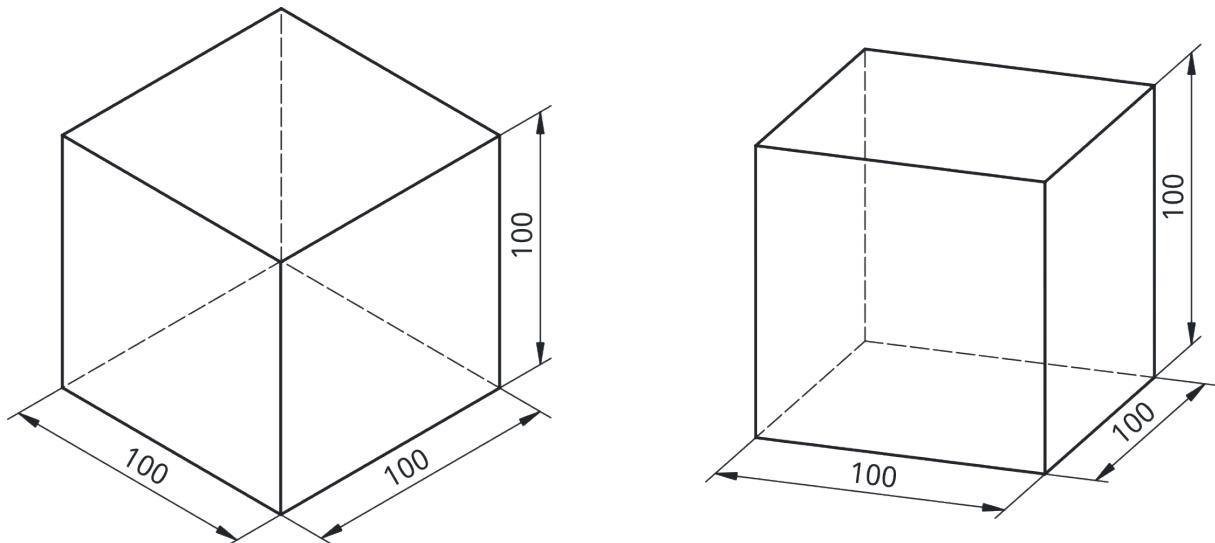


## 0.1 Aksonometrične projekcije

Aksonometrična projekcija je metoda tehnične risbe, ki omogoča prikaz tridimenzionalnih objektov na dvodimenzionalni ravni, pri čemer se ohrani razmerje med dimenzijsami v vseh treh prostornih oseh (x, y in z). Ta projekcija se uporablja v tehnični dokumentaciji in inženiringu bolj redko. Pogosteje je uporabljena za širšo javnost, ki niso večsi večpoglednih projekcij. Aksonometrična projekcija omogoča jasen in natančen vpogled v obliko in strukturo objekta. Aksonometrične risbe so še posebej uporabne pri predstavi kompleksnih elementov, saj omogočajo hkrati prikaz prednje, stranske in zgornje perspektive, kar olajša predsavo objekta.

Med najbolj pogosto uporabljenimi oblikami aksonometrične projekcije sta izometrična in dimetrična projekcija. V nadaljevanju bomo podrobnejše raziskali izometrično projekcijo, ki je specifična vrsta aksonometrične risbe, ter njene značilnosti in prednosti pri tehničnem risanju.

Izometrična projekcija je posebna oblika aksonometrične projekcije, kjer so tri glavne osi objekta prikazane pod enakimi koti ( $120^\circ$  med seboj) in brez perspektive. Uporablja se za bolj intuitiven prikaz 3D oblik. Od vseh aksonometričnih projekcij se le-ta največkrat uporablja. Pri predmetih, katerih se prednji in zadnji robovi prekrivajo (npr. pri kocki, 4-strana piramida) lahko uporabimo dimetrično projekcijo, kot na sl. 1. Čeprav se le-ta praviloma uporablja ko želimo večji poudarek dati eni ploskvi predmeta.



**Slika 1:** Primer kocke v izometrični in dimetrični projekciji.

### 0.1.1 Izometrična projekcija

- Vse tri osi (X, Y, Z) so enako nagnjene ( $30^\circ$  od vodoravnice),
- Razmerja dolžin ostanejo nespremenjena (ni perspektivnega skrajševanja),

**0.1.1.1 Definicija izometrične projekcije** je določena tako, da so vse tri glavne osi - dolžinska, širinska in višinska - merjene v enakem merilu, kar omogoča, da so vse dolžine proporcionalne. Torej najti moramo projekcijsko ravnino  $\Pi_{ISO}$  in njen enotski normalni vektor  $n_{ISO}$  tako, da bodo projekcije vseh robov kocke enako dolge. Problem najlažje rešimo z rotacijskimi matrikami, vendar ga na tem mestu ne bomo podrobnejše obravnavali. Le tega si lahko pogledate v mnogih literaturah (na primer (Sterk, n.d.)). Povzeli bomo le pot reševanja tega problema:

- Rotacija točke
- Rotacijska matrika
- Rotacija po  $z$  osi za kot  $\alpha$  in rotacija po  $y$  osi za kot  $\beta$ .
- Rešitev problema za  $|a_x| = |a_y| = |a_z|$ .

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ \frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} & 0 \\ -\frac{\sqrt{6}}{6} & -\frac{\sqrt{6}}{6} & \sqrt{\frac{2}{3}} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Od koder lahko izračunamo oba kota:  $\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = 45^\circ$  in  $\beta = \cos^{-1}\left(\sqrt{\frac{2}{3}}\right) \approx 35.26^\circ$ .

... in od tod lahko izračunamo enotski normalni vektor projekcijske ravnine:

$$n_{POV} = \mathbf{R}^{-1} e_y = \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \approx \begin{bmatrix} 0.5774 \\ 0.5774 \\ 0.5774 \end{bmatrix} \quad (2)$$

**Listing 1:** Rotacija tocke v programu FreeCAD s python kodo.

```

1 import numpy as np
2 import Part
3 from FreeCAD import Vector
4
5 kot_deg = 45
6 kot_rad = np.radians(kot_deg)
7
8 Rz = np.array([
9     [np.cos(kot_rad), -np.sin(kot_rad), 0],
10    [np.sin(kot_rad), np.cos(kot_rad), 0],
11    [0, 0, 1]
12])
13
14 print("Rotacijska matrika Rz:")
15 print(Rz)
16
17 v = Vector(10, 0, 0)
18 izvorna_tocka = Part.show(Part.Vertex(v))
19 izvorna_tocka.ViewObject.PointColor = (0.0, 0.0, 1.0)
20 izvorna_tocka.ViewObjectPointSize = 8
21 izvorna_tocka.Label = "čIzvornaToka"
22
23 # pretvorba v numpy objekt
24 p = np.array([v.x, v.y, v.z])
25 # ROTACIJA = žmnojenje matrike in čtoke
26 p_rot = Rz @ p
27
28 v_rot = Vector(*p_rot)
29 rotirana_tocka = Part.show(Part.Vertex(v_rot))
30 rotirana_tocka.ViewObject.PointColor = (1.0, 0.0, 0.0)
31 rotirana_tocka.ViewObjectPointSize = 8
32 rotirana_tocka.Label = "čRotiranaToka"
33
34 # Črta med čtokama – SIVA
35 crta = Part.makeLine(v, v_rot)
36 crta_obj = Part.show(crta)
37 crta_obj.ViewObject.LineColor = (0.5, 0.5, 0.5)
38 crta_obj.Label = "Povezava"
```

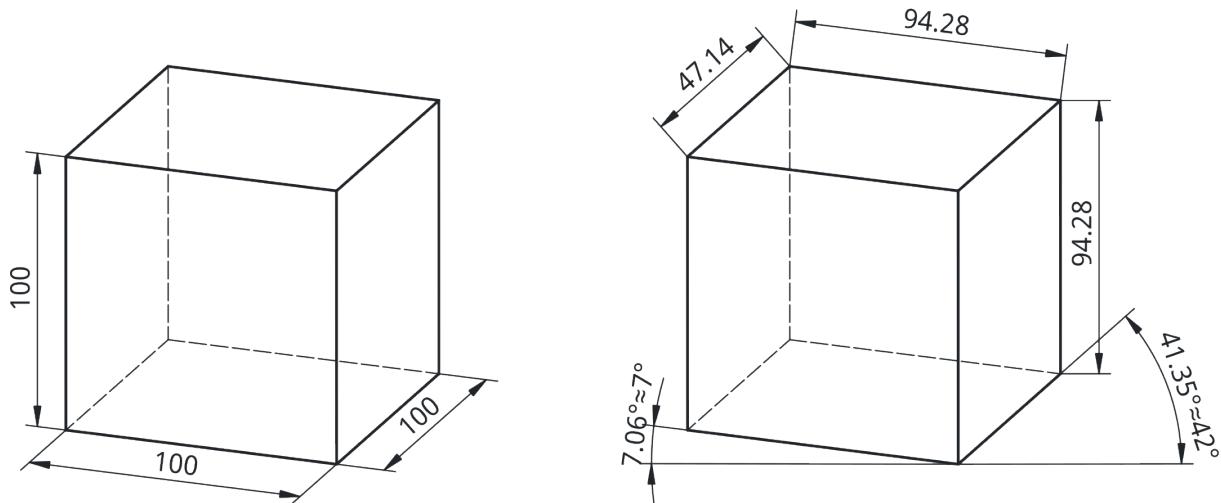
### 0.1.1.2 Prikaz izometričnih projekcij

- Osnovni sistem osi: X ( $30^\circ$  desno), Y ( $30^\circ$  levo), Z (navpično),
- Izometrična mreža olajša ročno risanje,
- V CAD programih se uporablja izometrični pogled kamere.

### 0.1.2 Dimetrična projekcija

Kako nastavimo POV (point-of-view) v FreeCAD-u in kako dodamo tako projekcijo. Če vnos x, y, z POV ne deluje, najprej preizkusi ikono fotoaparata. Uporabimo lahko ikono fotoaparata...

Na primer, rob kocke, ki je v resnici dolg 100 mm (kot je prikazano na sl. 2), je v projekciji prikazan kot 94.28 mm. Podobno je projekcija roba v smeri x, ki bi moral meriti 50 mm, prikazana z dolžino 47.14 mm. Kljub tej deformaciji, v dimetrični projekciji pogosto ohranjamo razmerje 1:2:2 med osmi. To omogoča, da ohranjamo enakomeren in proporcionalen vtis prikaza objekta, kljub temu da nekatere meritve kažejo manjše kot so v resnici.



**Slika 2:** Dimetrična projekcija kocke. Na levi stani je kotirana dejanska dolžina robov, na desni pa dejanska dolžina projekcije teh robov.

Z upoštevanjem razmerja 1:2:2 se zagotovi, da so dimenzijske še vedno pravilne in usklajene, kar omogoča lažje razumevanje objekta v prostoru, hkrati pa omogoča enostavno merjenje in reprodukcijo elementov na tehničnih risbah.

### 0.1.3 Uporaba

- Hiter vizualni prikaz kompleksne oblike,
- Primeren za predstavitev funkcionalnih sklopov,
- Ni primeren za natančne meritve.

#### 0.1.4 Primeri

- Tehnični priročniki,
- Priročni prikazi naprav,
- Uvodne predstavitev modelov pred izdelavo.

**Pravilno:** pravilni koti osi, ohranjena razmerja.

**Nepравилно:** mešanje perspektive, nepravilna orientacija osi.

Sterk, Hans. n.d. *Geometry in Architecture and Building*. <https://sterk.win.tue.nl/Bouwkunde/hoofdstuk5.pdf>.