

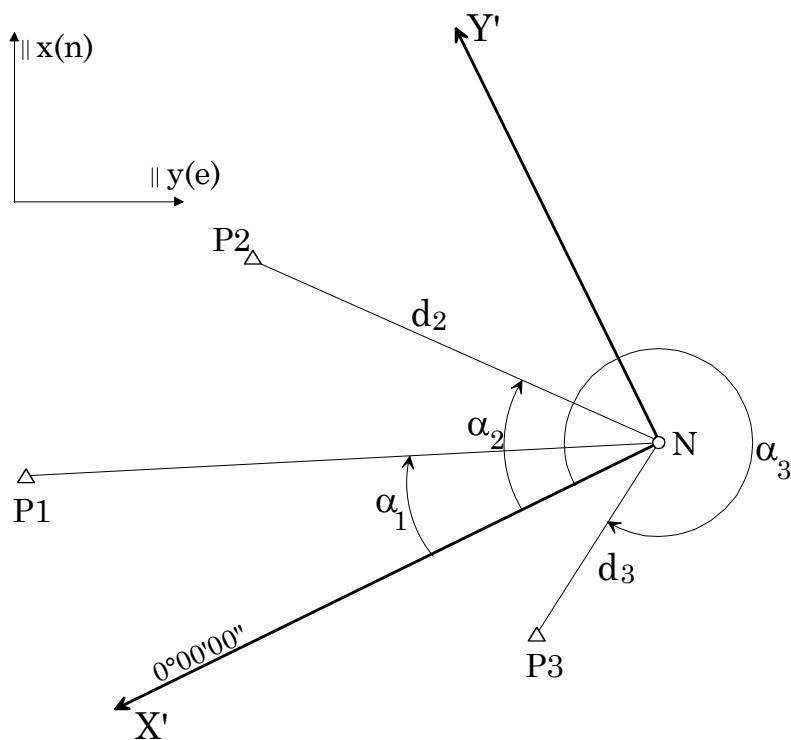
## Prosto stojišče, primer - Rešitev s pomočjo Helmertove transformacije

Dane točke (državni koord. sistem):

Točka (i)	Y (e)	X (n)
P2	236,646	340,630
P3	264,215	307,808
P1	211,107	315,988

Meritve:

Stojišče	Vizura	Hz [ ° ]	d [m]
N	P1	21-06-38	67,753
	P2	48-43-16	43,455
	P3	336-00-39	23,653



Slika: izračun koordinat detajlnih točk s pomočjo Helmertove transformacije

Lokalni koordinatni sistem:

- $X'$  (n)-os nula horizontalnega kroga,
- $Y'$  (e)-os pravokotna na njo.

Pravokotne kordinatne koordinate v točk v lokalnem sistemu izračunamo:

$$y'_i = d_i \sin \alpha_i$$

$$x'_i = d_i \cos \alpha_i$$

kjer so:  $\alpha_i$  - smer na  $i$ -to točko (dano),

$d_i$  - razdalja do  $i$ -te dane točke.

Koordinate danih točk v lokalnem sistemu so podane v tabeli spodaj.

Točke (lokalni koord. sistem):

Točka (i)	Y' (e)	X' (n)
P2	32,657	28,668
P3	-9,616	32,657
P1	24,403	63,206

Enačbe transformacije (geodetska usmeritev koord. sistema):

$$x = ax' - by' + c$$

$$y = ay' + bx' + d$$

Skupni točki sta P2 in P3:

$$x_{P2} = ax'_{P2} - by'_{P2} + c$$

$$y_{P2} = ay'_{P2} + bx'_{P2} + d$$

$$x_{P3} = ax'_{P3} - by'_{P3} + c$$

$$y_{P3} = ay'_{P3} + bx'_{P3} + d$$

Rešitev:

$a =$	<b>-0,508360</b>
$b =$	<b>-0,861306</b>
$c =$	<b>327,076</b>
$d =$	<b>277,939</b>

Merilo in kot zasuka:

Merilo	1,00013924
Kot (°)	59,45
	239,450061
	239:27:00

Koordinate točke N dobimo s pomočjo transformacije:

$$x = ax' - by' + c$$

$$y = ay' + bx' + d$$

Koordinate točke N so:

Točka (i)	Y (e)	X (n)
N	277,939	327,076

Primerjava s klasičnim načinom izračuna in metodo transformacije koordinat z izhodiščem lokalnega koord. sistema v točki P2, nam da enak rezultat.

Sedaj izračunamo koordinate točke še s pomočjo tretje dane (navezovalne) točke P1. Enačbe transformacije:

$$x_{P2} = ax'_{P2} - by'_{P2} + c$$

$$y_{P2} = ay'_{P2} + bx'_{P2} + d$$

$$x_{P3} = ax'_{P3} - by'_{P3} + c$$

$$y_{P3} = ay'_{P3} + bx'_{P3} + d$$

$$x_{P1} = ax'_{P1} - by'_{P1} + c$$

$$y_{P1} = ay'_{P1} + bx'_{P1} + d$$

Linearni sistem enačb (matrično):

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} x'_{P2} & -y'_{P2} & 1 & 0 \\ y'_{P2} & x'_{P2} & 0 & 1 \\ x'_{P3} & -y'_{P3} & 1 & 0 \\ y'_{P3} & x'_{P3} & 0 & 1 \\ x'_{P1} & -y'_{P1} & 1 & 0 \\ y'_{P1} & x'_{P1} & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \mathbf{u} = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{bmatrix} \quad \mathbf{b} = \begin{bmatrix} x_{P2} \\ y_{P2} \\ x_{P3} \\ y_{P3} \\ x_{P1} \\ y_{P1} \end{bmatrix}$$

Tvorimo normalne enačbe:

$$\mathbf{N}_{4,4} = \mathbf{A}_{4,6}^T \mathbf{A}_{6,4}$$

$$\mathbf{t}_{4,1} = \mathbf{A}_{4,6}^T \mathbf{b}_{6,1}$$

Neznanke:

$$\mathbf{u}_{4,1} = \mathbf{N}_{4,4}^{-1} \mathbf{t}_{4,1}$$

V primeru 3 skupnih točk dobimo naslednje transformacijske parametre:

$a =$	<b>-0,507987</b>
$b =$	<b>-0,861251</b>
$c =$	<b>327,071</b>
$d =$	<b>277,936</b>

Merilo	0,99990226
Kot (°)	59,47
	239,466834
	239:28:01

Koordinate točke N so sedaj:

Točka (i)	Y (e)	X (n)
N	277,936	327,071

Koordinate so drugačne kot v prejšnjem primeru.

Na danih točkah lahko izračunamo odstopanja:

-0,004	-0,010
-0,004	0,006
0,008	0,004

Odstopanja so mala, torej sklepamo, da so koordinate danih točk v končnem (državnem sistemu) dobre. Koren referenčne variance je  $\sigma_0 = 0,011$ , je celo večji kot povprečno odstopanje (zaradi male nadštevilnosti).