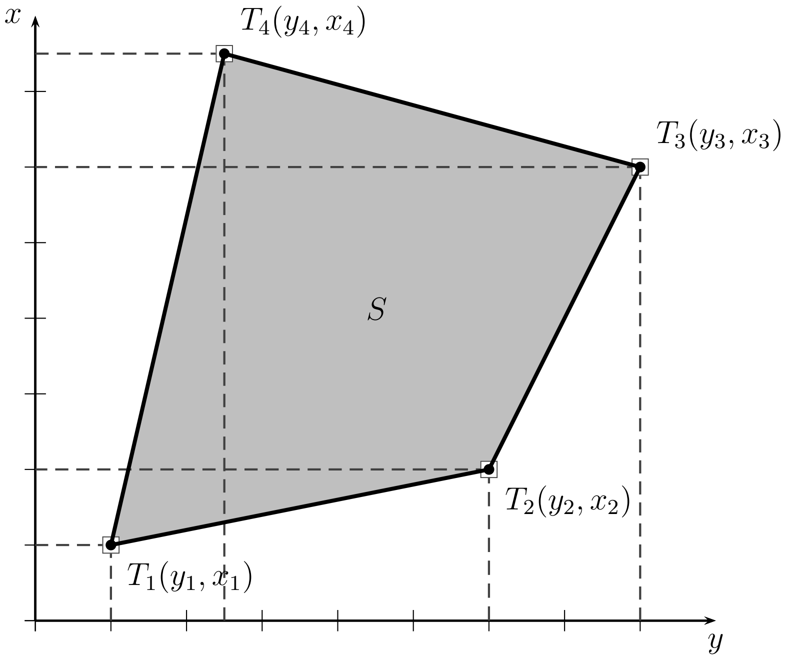
Potrebna natančnost geodetskih opazovanj – Površina zaključenega poligona

Površino S parcele štirikotne oblike moramo določiti z natančnostjo $\sigma_S = 0.5\,\mathrm{m}^2$, pri tem da bi z geodetskimi metodami določili koordinate štirih točk, kot to prikazuje slika 1. Kako natančno morajo biti določene koordinate točk T_1, T_2, T_3 in T_4, da zadostimo pogoju natančnosti površine parcele? Kaj pa, če imamo položaj točke T_1 dan v naprej, kjer sta natančnosti koordinat enaki $\sigma_{y_1} = \sigma_{x_1} = 5.0\,\mathrm{mm}$? Približne koordinate točk so $T_1(y_1, x_1) = (10\,\mathrm{m}, 10\,\mathrm{m})$, $T_2(y_2, x_2) = (60\,\mathrm{m}, 20\,\mathrm{m})$, $T_3(y_3, x_3) = (80\,\mathrm{m}, 60\,\mathrm{m})$ in $T_4(y_4, x_4) = (25\,\mathrm{m}, 75\,\mathrm{m})$.



Slika 1: Določitev površine iz koordinat točk poligona

Za rešitev naloge moramo prvo vedeti, kako se izračuna površina zaključenega poligona na osnovi koordinat točk poligona. Pa podan primer, ko imamo 4 točke, se enačba glasi:

$$S = \frac{1}{2}\left[(y_1 - y_2)(x_1 + x_2) + (y_2 - y_3)(x_2 + x_3) + (y_3 - y_4)(x_3 + x_4) + (y_4 - y_1)(x_4 + x_1)\right] = \\ = \underline{\quad}\,\mathrm{m}^2 \tag{1}$$

Iz enačbe 1 vidimo, da se površina S izračuna na osnovi $n = \underline{\quad}$ koordinat, torej koordinat vseh $k = \underline{\quad}$ točk poligona. Po zakonu o prenosu varianc in kovarianc velja:

$$\sigma_S^2 = \sum_{i=1}^{k}\left[\left(\frac{\partial S}{\partial y_i}\right)^2 \sigma_{y_i}^2 + \left(\frac{\partial S}{\partial x_i}\right)^2 \sigma_{x_i}^2\right] \tag{2}$$

Parcialni odvodi iz enačbe 2 imajo, po krajši matematični akrobaciji, obliko:

$$
\begin{aligned}
\frac{\partial S}{\partial y_1} &= \frac{x_2 - x_4}{2} = \_\_\_\_\_\,\mathrm{m} & \frac{\partial S}{\partial x_1} &= -\frac{y_2 - y_4}{2} = \_\_\_\_\_\,\mathrm{m} \\
\frac{\partial S}{\partial y_2} &= \frac{x_3 - x_1}{2} = \_\_\_\_\_\,\mathrm{m} & \frac{\partial S}{\partial x_2} &= -\frac{y_3 - y_1}{2} = \_\_\_\_\_\,\mathrm{m} \\
\frac{\partial S}{\partial y_3} &= \frac{x_4 - x_2}{2} = \_\_\_\_\_\,\mathrm{m} & \frac{\partial S}{\partial x_3} &= -\frac{y_4 - y_2}{2} = \_\_\_\_\_\,\mathrm{m} \\
\frac{\partial S}{\partial y_4} &= \frac{x_1 - x_3}{2} = \_\_\_\_\_\,\mathrm{m} & \frac{\partial S}{\partial x_4} &= -\frac{y_1 - y_3}{2} = \_\_\_\_\_\,\mathrm{m}
\end{aligned}
\tag{3}
$$

Določitev potrebnih natančnosti koordinat vseh točk

Izračun natančnosti vseh koordinat je dobljen z:

$$
\begin{aligned}
\sigma_{y_1} &= \frac{\sigma_S}{\left|\frac{\partial S}{\partial y_1}\right|\sqrt{n}} = \_\_\_\_\_\,\mathrm{cm} & \sigma_{x_1} &= \frac{\sigma_S}{\left|\frac{\partial S}{\partial x_1}\right|\sqrt{n}} = \_\_\_\_\_\,\mathrm{cm} \\
\sigma_{y_2} &= \frac{\sigma_S}{\left|\frac{\partial S}{\partial y_2}\right|\sqrt{n}} = \_\_\_\_\_\,\mathrm{cm} & \sigma_{x_2} &= \frac{\sigma_S}{\left|\frac{\partial S}{\partial x_2}\right|\sqrt{n}} = \_\_\_\_\_\,\mathrm{cm} \\
\sigma_{y_3} &= \frac{\sigma_S}{\left|\frac{\partial S}{\partial y_3}\right|\sqrt{n}} = \_\_\_\_\_\,\mathrm{cm} & \sigma_{x_3} &= \frac{\sigma_S}{\left|\frac{\partial S}{\partial x_3}\right|\sqrt{n}} = \_\_\_\_\_\,\mathrm{cm} \\
\sigma_{y_4} &= \frac{\sigma_S}{\left|\frac{\partial S}{\partial y_4}\right|\sqrt{n}} = \_\_\_\_\_\,\mathrm{cm} & \sigma_{x_4} &= \frac{\sigma_S}{\left|\frac{\partial S}{\partial x_4}\right|\sqrt{n}} = \_\_\_\_\_\,\mathrm{cm}
\end{aligned}
\tag{4}
$$

Določitev potrebnih natančnosti koordinat točk T_1, T_2 in T_3

V tem primeru imamo podani natančnosti koordinat točke T_1, in sicer $\sigma_{y_1} = \sigma_{x_1} = 5.0\,\mathrm{mm}$. V tem primeru je število koordinat, za katere računamo natančnosti enako $n = \_\_\_$, njihove natančnosti pa so enake:

$$
\begin{aligned}
\sigma_{y_2} &= \_\_\_\_\_\,\mathrm{cm} & \sigma_{x_2} &= \_\_\_\_\_\,\mathrm{cm} \\
\sigma_{y_3} &= \_\_\_\_\_\,\mathrm{cm} & \sigma_{x_3} &= \_\_\_\_\_\,\mathrm{cm} \\
\sigma_{y_4} &= \_\_\_\_\_\,\mathrm{cm} & \sigma_{x_4} &= \_\_\_\_\_\,\mathrm{cm}
\end{aligned}
\tag{5}
$$