

Transformatie tussen geografische coördinaten (lengte, breedte) en vlakke coördinaten (Easting, Northing) in de transverse Mercator projectie (UTM)

φ_0, λ_0 : lengte en breedte van de oorsprong
 k_0 : schaalfactor op de centrale meridiaan λ_0
 E_0, N_0 : vlakke coördinaten van de oorsprong

Voor de UTM projectie (*Universal Transverse Mercator*):

- Breedte oorsprong : $\varphi_0 = 0^\circ$
- Lengte oorsprong : in België zijn er twee zones
 - zone 31 : lengte tussen 0° et 6° , $\lambda_0 = 3^\circ$
 - zone 32 : lengte tussen 6° et 12° , $\lambda_0 = 9^\circ$
- schaalfactor op de centrale meridiaan λ_0 : $k_0 = 0.9996$
- coördinaten van de oorsprong: $E_0 = 500000$ m. , $N_0 = 0$ m.

φ, λ : breedte en lengte van het te transformeren of te berekenen punt
 E, N : Easting en Northing van het te transformeren of te berekenen punt

Parameters van de ellipsoïde HAYFORD 1924 (= International)

$a = 6378388$ m. (halve grote as)
 $f = 1 / 297$ (afplatting)

Parameters van de ellipsoïde GRS80 (\approx WGS84)

$a = 6378137$ m. (halve grote as)
 $f = 1 / 298.257222101$ (afplatting)

Gemeenschappelijke elementen bij de transformaties (directe en inverse)

$$e^2 = 2f - f^2$$
$$e'^2 = e^2 / (1 - e^2)$$
$$e^4 = e^2 * e^2$$
$$e^6 = e^2 * e^2 * e^2$$

berekening van de waarden van m (gebruik φ) en m_0 (gebruik φ_0)

$$m_1 = (1 - e^2 / 4 - 3 e^4 / 64 - 5 e^6 / 256) * \varphi$$
$$m_2 = (3 e^2 / 8 + 3 e^4 / 32 + 45 e^6 / 1024) * \sin 2 \varphi$$
$$m_3 = (15 e^4 / 256 + 45 e^6 / 1024) * \sin 4 \varphi$$
$$m_4 = (35 e^6 / 3072) * \sin 6 \varphi$$

$$m = a * (m_1 - m_2 + m_3 - m_4)$$

Directe transformatie : $(\varphi, \lambda) \rightarrow (E, N)$

$$t = \tan^2 \varphi$$
$$c = (e^2 \cos^2 \varphi) / (1 - e^2)$$
$$a_1 = (\lambda - \lambda_0) * \cos \varphi$$
$$v = a / (1 - e^2 \sin^2 \varphi)^{0.5}$$

$$E = E_0 + k_0 * v * (a_1 + (1 - t + c) * a_1^3 / 6 + (5 - 18 t + t^2 + 72 c - 58 e^2) * a_1^5 / 120)$$

$$N = N_0 + k_0 * (m - m_0 + v * \tan \phi * (a_1^2 / 2 + (5 - t + 9c + 4 c^2) * a_1^4 / 24 + (61 - 58 t + t^2 + 600 c - 330 e^{22}) * a_1^6 / 720))$$

Inverse transformatie : (E, N) → (φ, λ)

$$u_p = (m_0 + (N - N_0) / k_0) / (a (1 - e^2 / 4 - 3 e^4 / 64 - 5 e^6 / 256))$$

$$e_p = (1 - (1 - e^2)^{0.5}) / (1 + (1 - e^2)^{0.5})$$

$$m_{p1} = (3 e_p / 2 - 27 e_p^3 / 32) * \sin(2 u_p)$$

$$m_{p2} = (21 e_p^2 / 16 - 55 e_p^4 / 32) * \sin(4 u_p)$$

$$m_{p3} = (151 e_p^3 / 96) * \sin(6 u_p)$$

$$m_{p4} = (1097 e_p^4 / 512) * \sin(8 u_p)$$

$$\phi_p = u_p + m_{p1} + m_{p2} + m_{p3} + m_{p4}$$

$$t = \tan^2 \phi_p$$

$$c = e^{22} \cos^2 \phi_p$$

$$v = a / (1 - e^2 \sin^2 \phi_p)^{0.5}$$

$$r = a (1 - e^2) / (1 - e^2 \sin^2 \phi_p)^{1.5}$$

$$d = (E - E_0) / (v k_0)$$

$$\phi = \phi_p - (v \tan \phi_p / r) * (d^2 / 2 - (5 + 3 t + 10 c - 4 c^2 - 9 e^{22}) * d^4 / 24 + (61 + 90 t + 298 c + 45 t^2 - 252 e^{22} - 3 c^2) * d^6 / 720)$$

$$\lambda = \lambda_0 + (d - (1 + 2 t + c) * d^3 / 6 + (5 - 2 c + 28 t - 3 c^2 + 8 e^{22} + 24 t^2) * d^5 / 120) / \cos \phi_p$$