



ÖLÇME BİLGİSİ 2 (HRT 2331)

DERSİ VEREN ÖĞRETİM ÜYELERİ

DERS KOORDİNATÖRÜ – DOÇ. DR. ERCENK ATA (GN: 1)

DOÇ. DR. R. GÜRSEL HOŞBAŞ (GN: 2)

ÖĞR. GÖR. DR. MEHMET EREN (GN: 3)

ÖZEL NİVELMAN TÜRLERİ

6.3. BÖLÜM

6.3.1. KARŞILIKLI TRİGONOMETRİK NİVELMAN

Trigonometrik Nivelman

Kısa Mesafe: < 250m

$$H_B = H_A + S_Y \cdot \cot z + i - t$$

Uzun Mesafe: > 250m

$$H_B = H_A + S_Y \cdot \cot Z + \frac{(1 - k) \cdot S_Y}{2 \cdot R} + i - t$$

$$\Delta H_{AB} = S \cdot \cot Z_A + \frac{1 - k}{2 \cdot R} \cdot S^2 + i_A - t_B$$

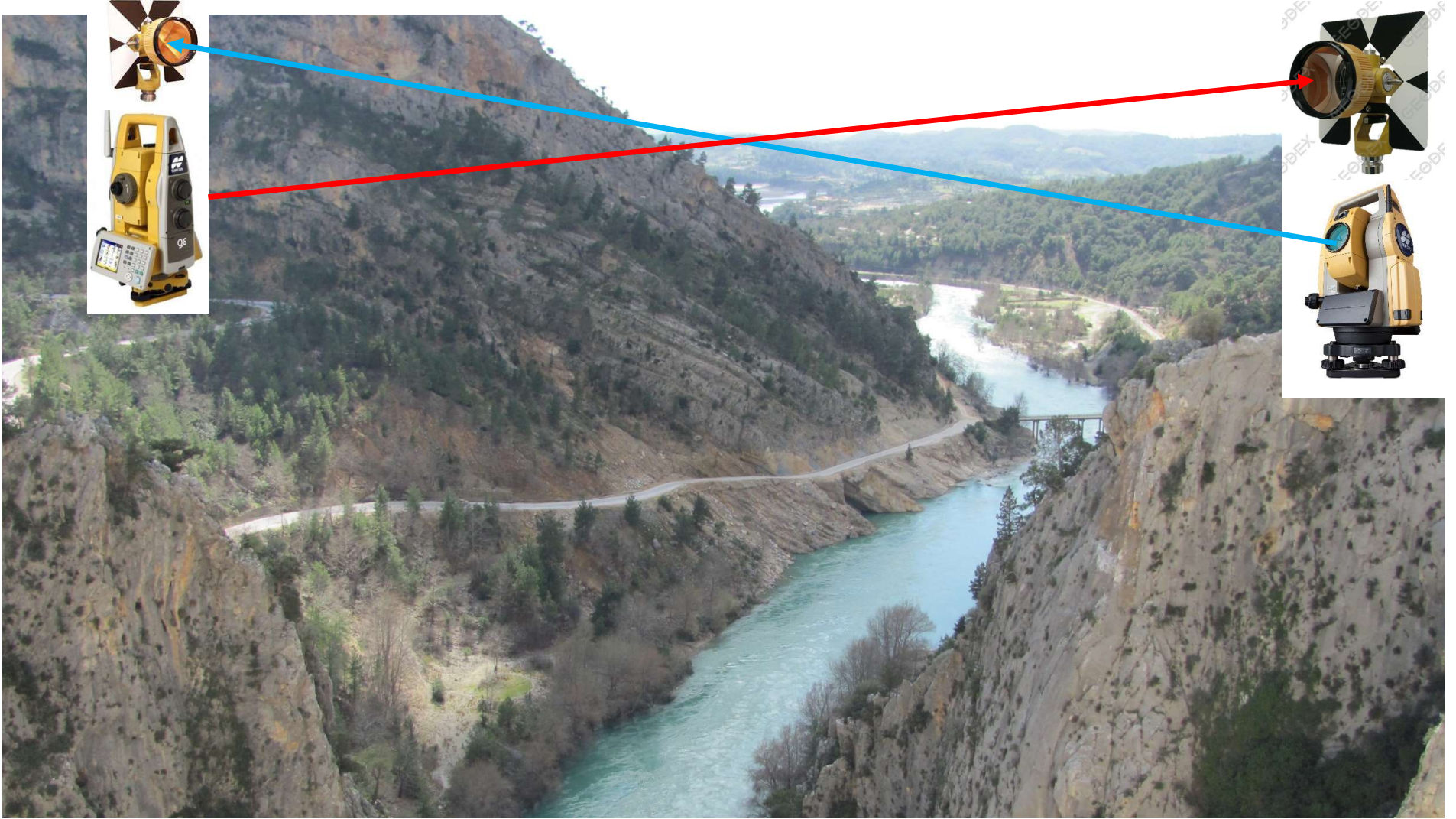
$$\Delta H_{BA} = -S \cdot \cot Z_A - \frac{1 - k}{2 \cdot R} \cdot S^2 - i_B + t_A$$

$$\Delta H_{ORT} = \frac{1}{2} [S(\cot Z_A - \cot Z_B) + (i_A - i_B) + (t_A - t_B)]$$

Karşılıklı ve eş zamanlı düşey açı ölçülerinde

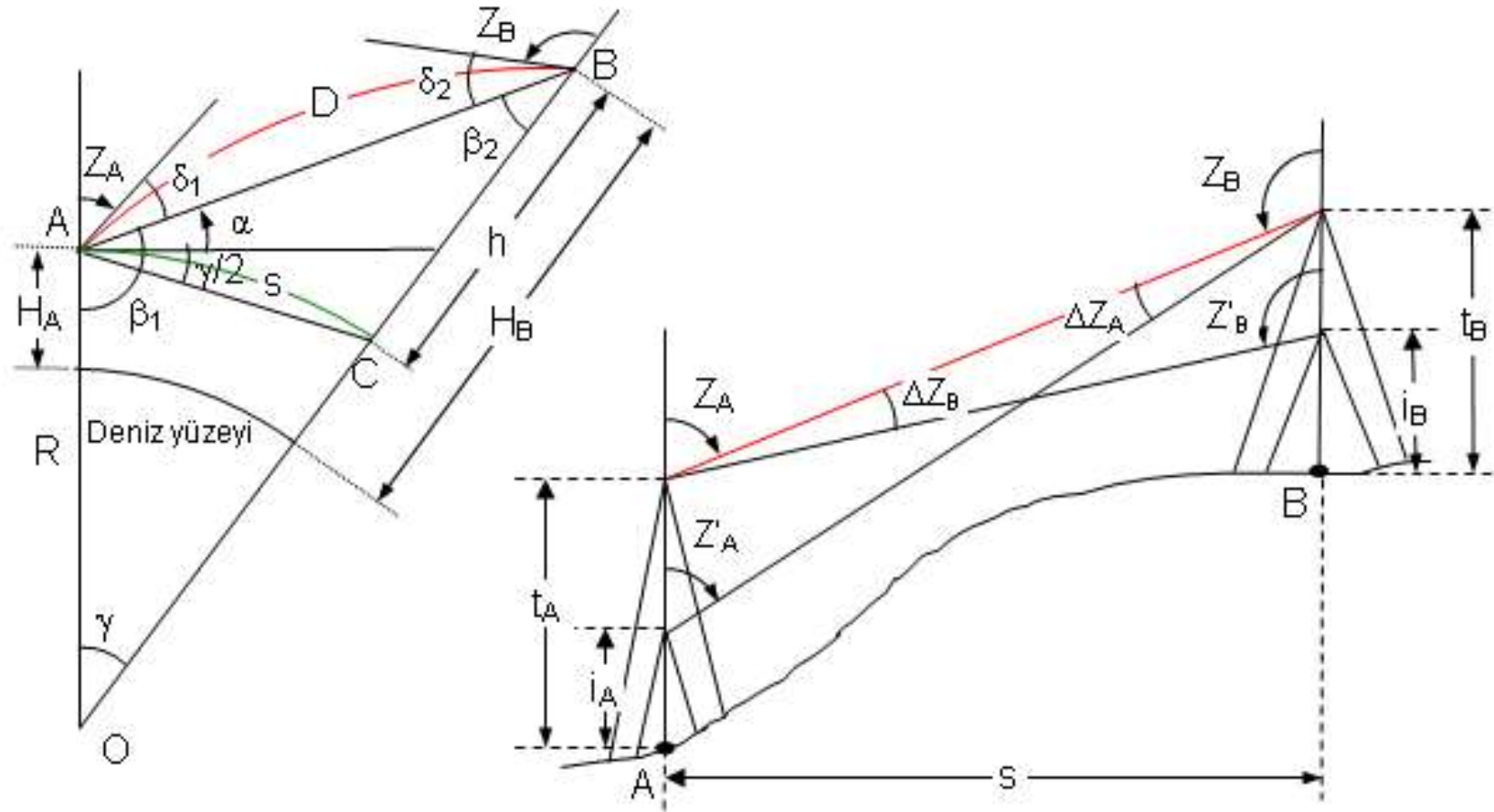
Küreselliğin ve **kırılmanın**

etkisi **ELİMİNE** edilir.



Karşılıklı Trigonometrik Nivelman

Karşılıklı Gözlemlerle İki Nokta Arasındaki Yükseklik Farkı



Z' : Ölçülen zenit açısı

Z : İşaret tepesine indirgenmiş zenit açısı

$$\Delta Z_A = \frac{t_A - i_A}{s} \cdot \rho \quad Z_A = Z'_A + \Delta Z_A$$
$$\Delta Z_B = \frac{t_B - i_B}{s} \cdot \rho \quad Z_B = Z'_B + \Delta Z_B$$

Tanjant teoremine göre OAB üçgeninden,

$$\frac{(R + H_B) - (R + H_A)}{(R + H_B) + (R + H_A)} = \frac{\tan \frac{\beta_1 - \beta_2}{2}}{\tan \frac{\beta_1 + \beta_2}{2}}$$

$$\frac{\beta_1 + \beta_2}{2} = \frac{200^g - \gamma}{2} = \frac{\pi}{2} - \frac{\gamma}{2}$$

$$\tan \frac{\beta_1 + \beta_2}{2} = \tan \left(\frac{\pi}{2} - \frac{\gamma}{2} \right) = \cot \frac{\gamma}{2}$$

$$\beta_1 = 200^g - (Z_A + \delta_1)$$

$$\beta_2 = 200^g - (Z_B + \delta_2)$$

$$\beta_1 - \beta_2 = 200 - Z_A - \delta_1 - 200 + Z_B + \delta_2 = Z_B + \delta_2 - Z_A - \delta_1$$

$$\tan \frac{\beta_1 - \beta_2}{2} = \tan \frac{Z_B + \delta_2 - Z_A - \delta_1}{2} \quad \text{yazılabilir.}$$

$$\frac{HB - HA}{2R + HB + HA} = \frac{\tan \frac{Z_B + \delta_2 - Z_A - \delta_1}{2}}{\cot \frac{\gamma}{2}}$$

Buradan $\Delta h_{AB} = H_B - H_A$ çekilirse,

$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A = 2R \cdot \left(1 + \frac{H_A + H_B}{2R}\right) \cdot \frac{\tan \frac{Z_B + \delta_2 - Z_A - \delta_1}{2}}{\cot \frac{\gamma}{2}}$$

$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A = 2R \cdot \tan \frac{\gamma}{2} \cdot \left(1 + \frac{H_A + H_B}{2R}\right) \cdot \tan \frac{Z_B + \delta_2 - Z_A - \delta_1}{2}$$

γ küçük açı olduğundan

$$\tan \frac{\gamma}{2} = \frac{\frac{s}{2}}{R} = \frac{s}{2R} \Rightarrow 2R \cdot \tan \frac{\gamma}{2} = s$$

AB ışın yayı bir daire yayı olarak kabul edilirse $\delta_1 = \delta_2$ olur.

Ayrıca, $\frac{H_A + H_B}{2} = H_m$ denilir ve A ile B noktalarındaki işaret yükseklikleri de dikkate alınır,

$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A = s \cdot \left(1 + \frac{H_m}{R}\right) \cdot \tan \frac{Z_B - Z_A}{2} + t_A - t_B$$

şeklini alır. Noktalar arasındaki s uzaklığı ya da ortalama yükseklik H_m küçük ise parantez içindeki terim ihmal edilebilir. Bu durumda,

$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A = s \cdot \tan \frac{Z_B - Z_A}{2} + t_A - t_B$$

olur. Formüldeki Z_A ve Z_B açıları işaret tepesine indirgenmiş zenit açılarıdır. A noktasının yüksekliği biliniyorsa, B noktasının yüksekliği aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB} = H_A + s \cdot \left(1 + \frac{H_m}{R}\right) \cdot \tan \frac{Z_B - Z_A}{2} + t_A - t_B$$

İşaret yükseklikleri dikkate alınmadan A ve B noktaları arasındaki yükseklik farklar ΔH_{AB} ve Δh_{BA} ,

$$\Delta H_{AB} = s \cdot \cot Z_A$$

$$\Delta H_{BA} = s \cdot \cot Z_B$$

biçiminde yazılabilir. Bu iki değer in ortalaması alınmak suretiyle,

$$\Delta H_{AB} = \frac{\Delta H_{AB} + (-\Delta H_{BA})}{2} = \frac{\Delta H_{AB} - \Delta H_{BA}}{2} = \frac{s \cdot \cot Z_A - s \cdot \cot Z_B}{2} = s \cdot \frac{\cot Z_A - \cot Z_B}{2}$$

elde edilir. İşaret yükseklikleri de dikkate alınır sa,

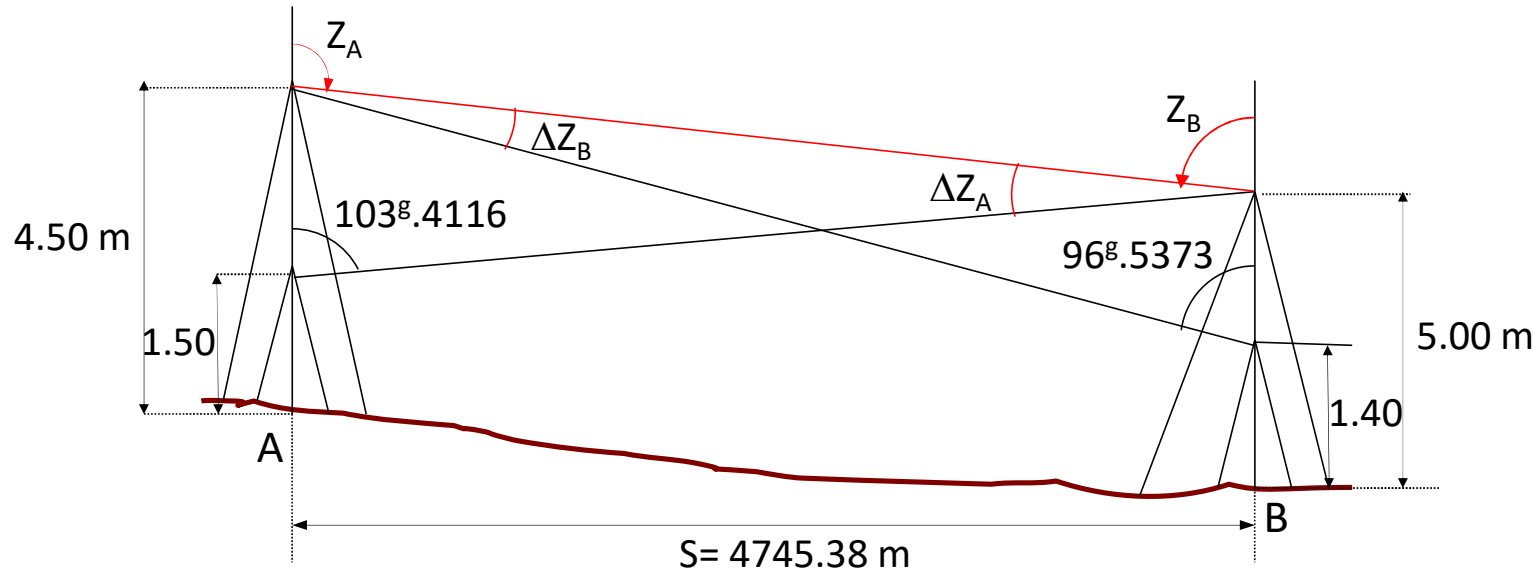
$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A = s \cdot \frac{\cot Z_A - \cot Z_B}{2} + t_A - t_B$$

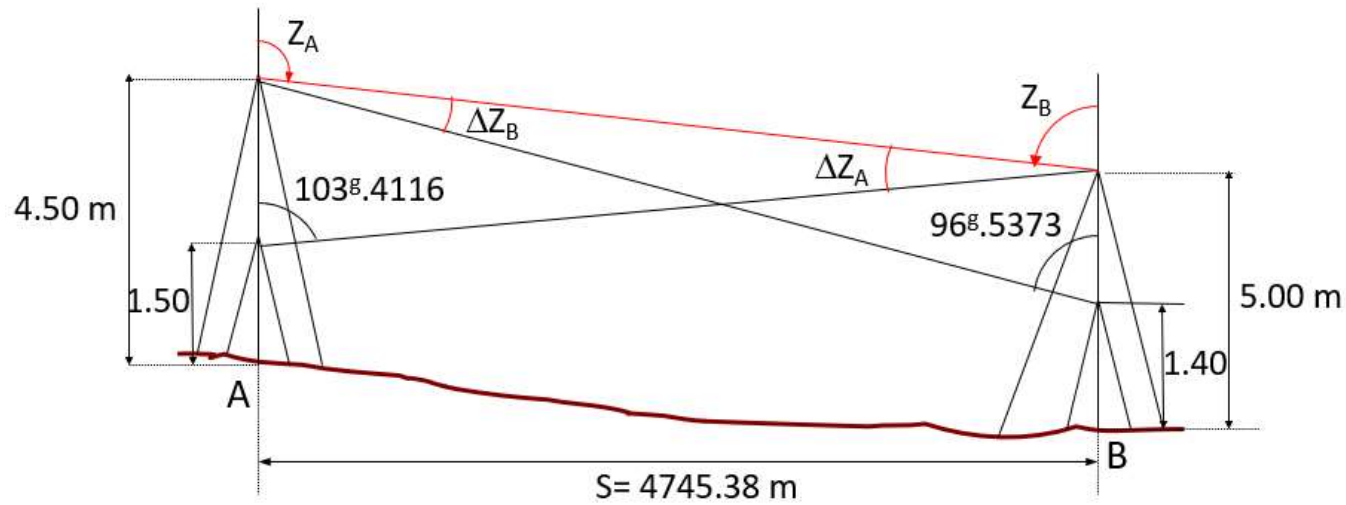
Yatay uzunluk yerine eğik uzunluk kullanılırsa;

$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A = D \cdot \frac{\cos Z_A - \cos Z_B}{2} + t_A - t_B$$

ÖRNEK-1

- A ve B noktaları arasında karşılıklı gözlem yapılmıştır. Aşağıdaki verilere göre;
- k kırılma (refraksiyon) katsayısını hesaplayınız.
 - $H_A=2500.00$ m verildiğine göre, B noktasının yüksekliğini hesaplayınız.





$$\Delta Z_A = \frac{t_A - i_A}{S} \cdot \rho = \frac{4.50 - 1.50}{4745.38} \cdot 63.6620 = 0^g.0402$$

$$\Delta Z_B = \frac{t_B - i_B}{S} \cdot \rho = \frac{5.00 - 1.40}{4745.38} \cdot 63.6620 = 0^g.0483$$

$$Z_A = 103.4116 + \Delta Z_A = 103.4116 + 0.0402 = 103^g.4518$$

$$Z_B = 96.5373 + \Delta Z_B = 96.5373 + 0.0483 = 96^g.5856$$

$$a) k = 1 - \frac{R}{S} \cdot \frac{Z_A + Z_B - 200^g}{\rho} = 1 - \frac{R}{S} \cdot \frac{103.4518 + 96.5856 - 200}{63.6620} = 1 - \frac{6373394}{4745.38} \cdot \frac{0.0374}{63.6620}$$

$$k = 1 - 0.789 = 0.21$$

$$b) H_B = H_A + S \cdot \tan \frac{Z_B - Z_A}{2} + t_A - t_B$$

$$H_B = H_A + 44745.38 \cdot \tan \frac{96.5856 - 103.4518}{2} + 4.50 - 5.00$$

$$H_B = 2500.00 - 256.1525 - 0.50 = 2243.347 \text{ m}$$

$$H_B = H_A + S \cdot \left(1 + \frac{H_m}{R}\right) \cdot \tan \frac{Z_B - Z_A}{2} + t_A - t_B$$

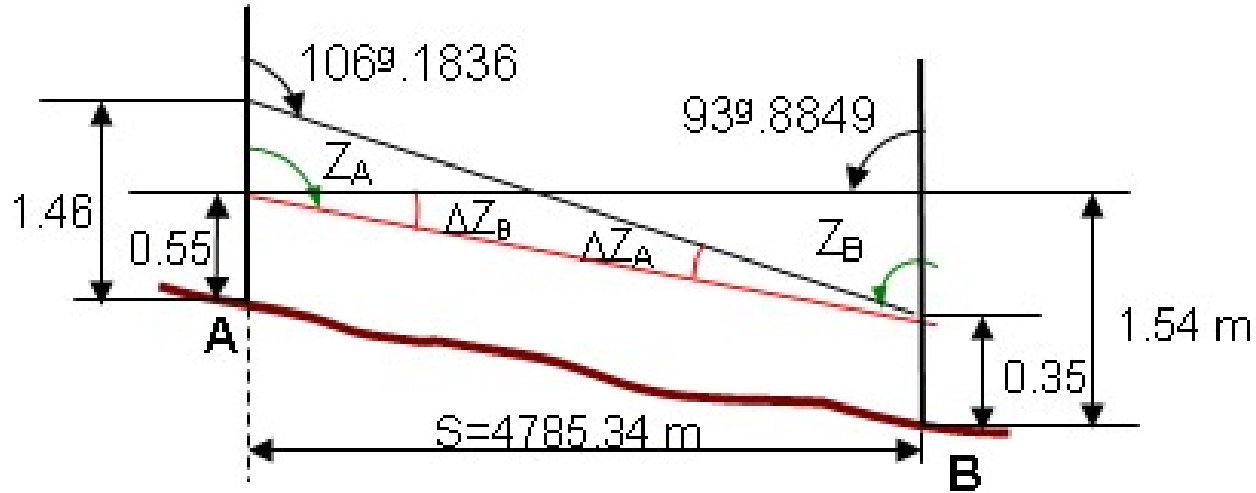
$$H_m = \frac{H_A + H_B}{2} = \frac{2500.00 + 2243.347}{2} = 2371.674 \text{ m}$$

$$H_B = 2500.00 + 4745.38 \cdot \left(1 + \frac{2371.674}{6373394}\right) \cdot \tan \frac{96.5856 - 103.4518}{2} + 4.50 - 5.00 =$$

$$H_B = 2500.00 - 256.248 - 0.50 = 2243.25 \text{ m}$$

ÖRNEK-2

A ve B noktaları arasında karşılıklı gözlem yapılıyor. $H_A=2000.00$ m olduğuna göre; B noktasının yüksekliğini ve k kırılma (refraksiyon) katsayısını bulunuz ($R=6373394$ m alınacaktır).



$$\Delta Z_A = \frac{i_A - t_A}{S} \cdot \rho = \frac{1.46 - 0.55}{4785.34} \cdot 63.6620 = 0^g.0121$$

$$\Delta Z_B = \frac{i_B - t_B}{S} \cdot \rho = \frac{1.54 - 0.35}{4785.34} \cdot 63.6620 = 0^g.0158$$

$$Z_A = 106.1836 - \Delta Z_A = 106.1836 - 0.0121 = 106^g.1715$$

$$Z_B = 96.5373 - \Delta Z_B = 93.8849 - 0.0158 = 93^g.8691$$

$$\text{a) } k = 1 - \frac{R}{S} \cdot \frac{Z_A + Z_B - 200^g}{\rho} = 1 - \frac{R}{S} \cdot \frac{106.1715 + 93.8691 - 200}{63.6620} = 1 - \frac{6373394}{4785.34} \cdot \frac{0.0406}{63.6620}$$

$$k = 1 - 0.849 = 0.15$$

$$\text{b) } H_B = H_A + S \cdot \tan \frac{Z_B - Z_A}{2} + t_A - t_B$$

$$H_B = H_A + 4785.34 \cdot \tan \frac{93.8691 - 106.1715}{2} + 0.55 - 0.35$$

$$H_B = 2000.00 - 463.817 + 0.20 = 1536.38 \text{ m}$$

$$H_B = H_A + S \cdot \left(1 + \frac{H_m}{R}\right) \cdot \tan \frac{Z_B - Z_A}{2} + t_A - t_B$$

$$H_m = \frac{H_A + H_B}{2} = \frac{2000.00 + 1536.38}{2} = 1768.19 \text{ m}$$

$$H_B = 2000.00 + 4785.34 \cdot \left(1 + \frac{1768.19}{6373394}\right) \cdot \tan \frac{93.8691 - 106.1715}{2} + 0.55 - 0.35$$

$$H_B = 2000.00 - 463.946 + 0.20 = 1536.25 \text{ m}$$

6.4. KESİT NİVELMANI
