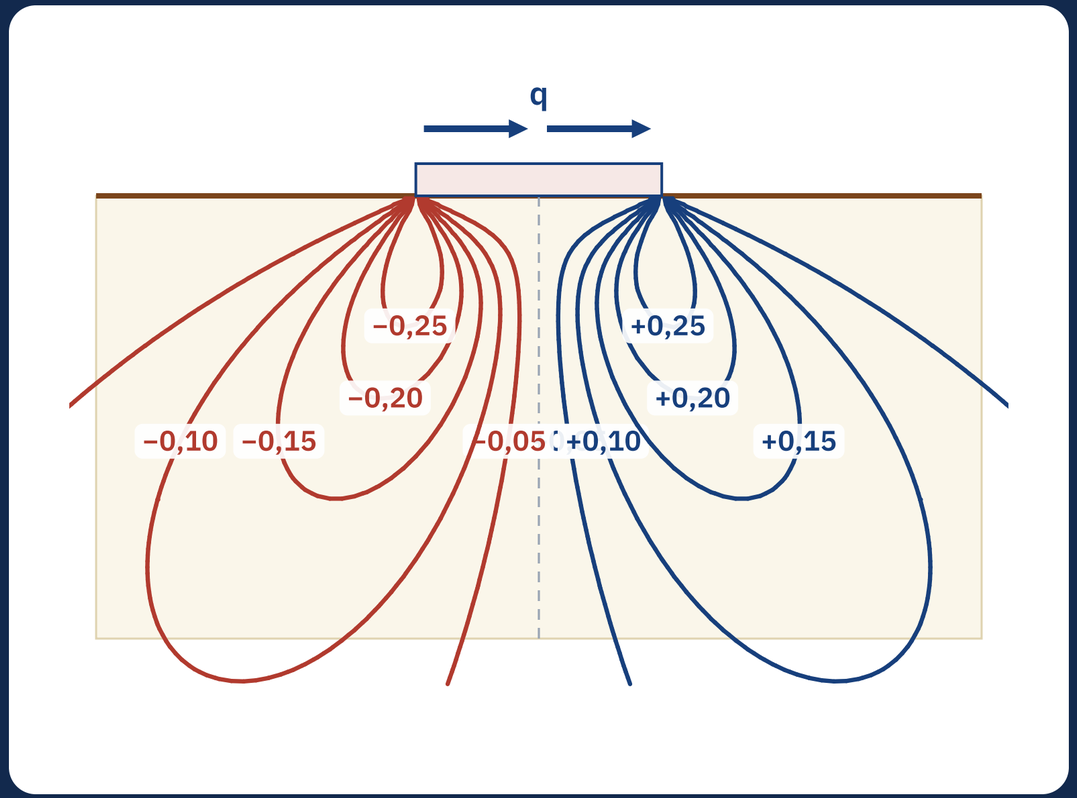
Geoteknik ders sunumu · Zemin kütlesinde gerilmeler

Yatay şerit yük altındaki gerilme

Ders anlatımı: yüzey boyunca iten yatay ve eğik şerit yükler; bir nokta elle, eğiklik, derinlik ve yatay profiller.

- Yatay çizgisel yükün integrali
- Eğik yük = düşey + yatay
- Önde artış, arkada azalma
- Süperpozisyon
- Elle çözülebilir



Giriş

Bu derste neler öğreneceğiz?

Yüzey boyunca **iten** (yatay) ve **eğik** bir şerit yükün altındaki düşey gerilme artışını: yatay çizgisel yükün şerit genişliği boyunca integrali

Yatay şeridin denklemini ve gerilmenin **x'in tek fonksiyonu** olduğunu: yükün önünde artış, arkasında azalma, eksen altında sıfır

Eğik yükü $\mathbf{q_v = q \cos \alpha}$ ve $\mathbf{q_h = q \sin \alpha}$ bileşenlerine ayırıp düşey ve yatay şerit çözümlerini **toplamayı**

Bir noktayı **uçtan uca elle** (yükün önündeki A ve arkasındaki B); eğiklik açısının, derinliğin ve çoklu şeritlerin etkisini tablolarla

DERS AKIŞI

Her konu **üç adımda** işlenir:

1 · **Kuram**: formül ve gerekçesi

2 · **Soru**: verilenler ve istenen

3 · **Çözüm**: adım adım, sayılarla

Örnek: q = 150 kN/m², düşeyden α = 30° eğik; B = 3 m; A noktası x = +2,25 m, z = 3 m.

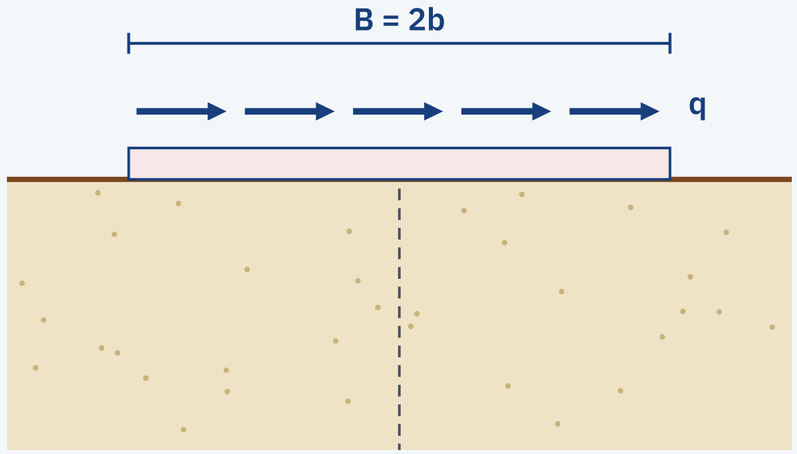
Şerit yük yüzey boyunca da iter

KURAM

Kayan bir temelin altındaki sürtünme, bir istinat duvarı tabanındaki itki, yoldaki taşıtların fren kuvveti: bir şerit yüzey boyunca da **iter**

Modül, düzgün yatay q basıncı taşıyan **esnek şerit** altındaki ve **süperpozisyonla** eğik şerit altındaki düşey gerilme artışını verir; şerit B = 2b genişliğinde, sonsuz uzunluktadır (düzlem şekil değiştirme)

Zemin **homojen, izotrop, doğrusal elastik** yarı sonsuz ortamdır. $\Delta\sigma_z$ yalnız yükün artışıdır ve **negatif olabilir** (azalma)



Kesit: yatay yük +x yönünde iter; şerit y doğrultusunda sonsuz uzanır

Yatay çizgisel yükten şeride

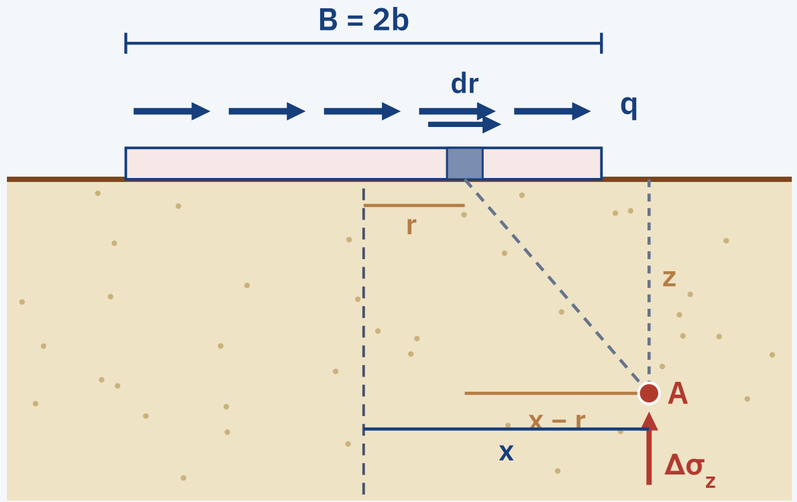
KURAM

Düşey şeritte olduğu gibi, dr genişliğindeki elemanter şerit birim uzunlukta **q dr** taşır ve +x yönünde etkiyen bir **yatay çizgisel yük** gibi davranır

$$d\sigma_z = \frac{2\,(q\,dr)\,(x-r)\,z^2}{\pi\,[(x-r)^2+z^2]^2}$$

u = x − r alınırsa ilkel fonksiyon −1/(u² + z²)'dir. −b ≤ r ≤ b aralığında integral, iki çizgisel yükün farkına iner:

$$\Delta\sigma_z = \frac{q\,z^2}{\pi}\left[\frac{1}{(x-b)^2+z^2} - \frac{1}{(x+b)^2+z^2}\right]$$



$\Delta\sigma_z = 4bqxz^2 / \{\pi[(x^2 + z^2 - b^2)^2 + 4b^2z^2]\}$

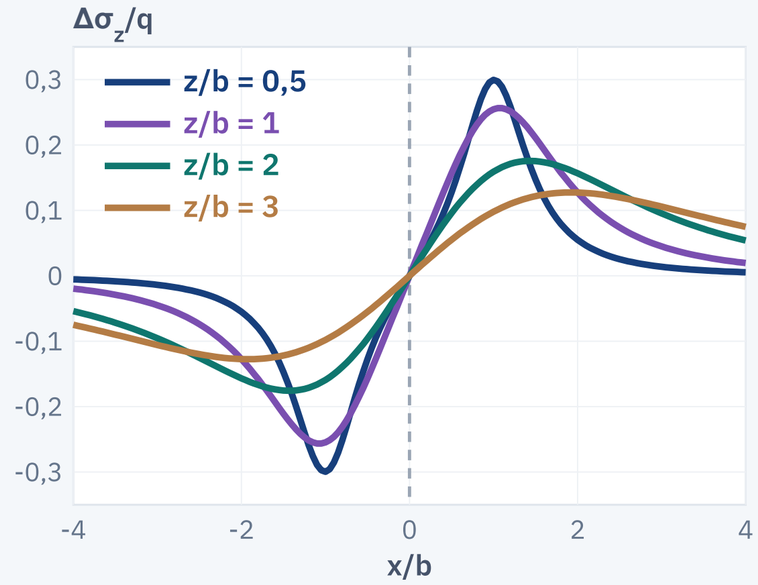
KURAM

İki paydanın çarpımı $(x^2 + z^2 - b^2)^2 + 4b^2z^2$ olur; **yatay şeridin denklemi** bulunur (b = B/2):

$$\Delta\sigma_z = \frac{4\,b\,q\,x\,z^2}{\pi\,[(x^2+z^2-b^2)^2+4b^2z^2]} \qquad \frac{\Delta\sigma_z}{q} = \frac{4XZ^2}{\pi\,[(X^2+Z^2-1)^2+4Z^2]}$$

Gerilme x'in **tek fonksiyonudur**: +x ve −x noktalarında eşit büyüklükte, ters işaretli. Yükün **önünde** zemin aşağı itilir, **arkasında** kaldırılır; şerit ekseni altında her derinlikte sıfırdır

X = x/b, Z = z/b ile **tek bir eğri ailesi** her q ve B için geçerlidir. Sayısal doğrulama (q = 100, B = 4, x = 1, z = 1): yatay çizgisel yükün şerit boyunca integrali **12,7324 kPa**, denklem **12,7324 kPa**



Yatay şeridin gerilmesi: yük +x yönüne iter

Eğik yük = düşey bileşen + yatay bileşen

KURAM

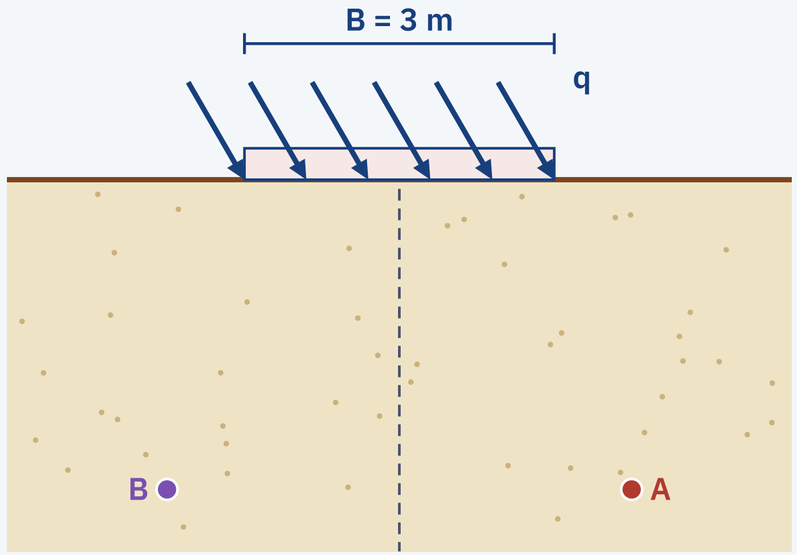
Eğik yük, düşeyden **α** açısıyla etkiyen q basıncıdır (α, +x yönüne doğru pozitif; α = 90° tam yatay, α = 0 düşey şerit)

$$q_v = q\cos\alpha \qquad q_h = q\sin\alpha$$

Düşey bileşen **düşey şeridin**, yatay bileşen **yatay şeridin** gerilmesini verir; ikisi toplanır

$$\Delta\sigma_z = \Delta\sigma_{z(v)} + \Delta\sigma_{z(h)} \qquad \Delta\sigma_{z(v)} = q_v\, I_v \qquad \Delta\sigma_{z(h)} = q_h\, I_h$$

I_v x'te çift, I_h x'te tek fonksiyondur: yükün önündeki A noktasında yatay bileşen **eklenir**, arkasındaki B noktasında **çıkarılır**



q = 150 kN/m², α = 30°, B = 3 m; A önde, B arkada (x = ±2,25 m, z = 3 m)

Yatay şerit: $\Delta\sigma_z/q_h$ değerleri

KURAM

z/b \ x/b	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0
0,25	0,0000	0,0551	0,3134	0,0605	0,0165	0,0070	0,0037	0,0014
0,50	0,0000	0,1273	0,2996	0,1469	0,0551	0,0255	0,0138	0,0055
1,00	0,0000	0,1567	0,2546	0,2107	0,1273	0,0739	0,0449	0,0196
1,50	0,0000	0,1273	0,2037	0,2022	0,1567	0,1098	0,0753	0,0374
2,00	0,0000	0,0959	0,1592	0,1754	0,1567	0,1254	0,0955	0,0540
3,00	0,0000	0,0551	0,0979	0,1219	0,1273	0,1198	0,1058	0,0749
4,00	0,0000	0,0343	0,0637	0,0845	0,0959	0,0988	0,0955	0,0795

$\Delta\sigma_{z(h)} = q_h \cdot$ (tablo değeri), $x > 0$ için; $x < 0$ noktalarında değer aynı, işaret ters. $x = 0$ sütunu her derinlikte sıfırdır; tepe değer derinleştikçe azalır ve şerit ekseninden uzaklaşır.

Süperpozisyon

KURAM

Zemin **elastik** olduğundan her şeridin gerilmesi ayrı bulunur ve toplanır. Her şerit kendi q, eğiklik α, genişlik B ve eksen çizgisiyle tanımlanır; modülde en çok sekiz şerit girilir

Şeritler **çakışamaz** (kenarda birleşebilir). Her şeridin gerilmesi **kendi x değeriyle**, yani A noktasının o şeridin eksen çizgisine uzaklığıyla bulunur; düşey ve yatay bileşenler ayrıca da toplanabilir

$$\Delta\sigma_z = \sum_k \left(q_{v,k} I_{v,k} + q_{h,k} I_{h,k}\right) \qquad x_k = x_A - x_{c,k}$$

Bir şeridin yatay yükü −x yönündeyse (α < 0) q_h negatiftir: önde olan nokta artık şeridin **−x** tarafındaki noktadır

Soru

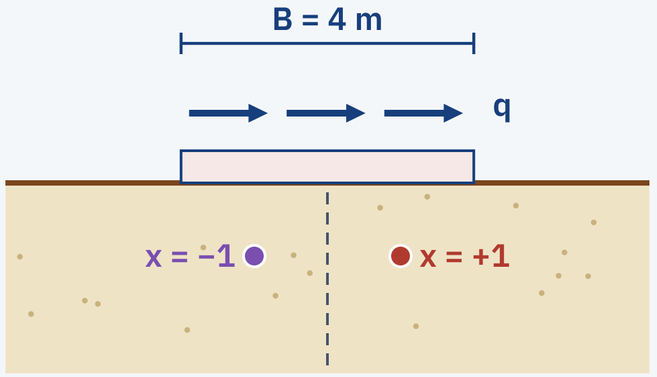
SORU

Verilenler

Şerit yük	**Esnek, yatay ($+x$ yönünde): $q = 100$ kN/m², $B = 4$ m ($b = B/2 = 2$ m); eksen çizgisi $x = 0$**
Noktalar	**$z = 1$ m derinlikte $x = +1$ m (yükün önü) ve $x = -1$ m (arkası)**

İSTENEN

$\Delta\sigma_z$ ve **$\Delta\sigma_z/q$**: şeridin kapalı denklemiyle; **fark biçimiyle** doğrulama.



Çözüm (1/2)

ÇÖZÜM

1 Paydadaki büyüklükler (b = B/2 = 2 m)

$$x^2 + z^2 - b^2 = 1 + 1 - 4 = -2$$

$$(x^2 + z^2 - b^2)^2 + 4b^2z^2 = 4 + 4(4)(1) = \mathbf{20}$$

2 Etki değeri ve gerilme

$$\frac{\Delta\sigma_z}{q} = \frac{4b\,x\,z^2}{\pi\,[\ldots]} = \frac{4(2)(\pm1)(1)^2}{\pi\,(20)} = \pm\frac{8}{\pi\,(20)} = \pm\mathbf{0{,}1273}$$

$$\Delta\sigma_z = \pm 0{,}1273\,(100) = \pm\mathbf{12{,}73}\ \mathrm{kPa}$$

x = +1 m (yükün önü): $\Delta\sigma_z$ = **+12,73 kPa**, zemin aşağı itilir. **x = −1 m** (arkası): **−12,73 kPa**, gerilme azalır. Eksenin altında her derinlikte $\Delta\sigma_z = 0$.

Çözüm (2/2)

ÇÖZÜM

3 Fark biçimi, x = +1 m

$$\Delta\sigma_z = \frac{q\,z^2}{\pi}\left[\frac{1}{(x-b)^2+z^2} - \frac{1}{(x+b)^2+z^2}\right] = \frac{100}{\pi}\left[\frac{1}{2} - \frac{1}{10}\right] = \frac{100}{\pi}(0{,}4) = \mathbf{12{,}73}\ \mathrm{kPa}$$

4 Fark biçimi, x = −1 m

$$\Delta\sigma_z = \frac{100}{\pi}\left[\frac{1}{(-1-2)^2+1} - \frac{1}{(-1+2)^2+1}\right] = \frac{100}{\pi}\left[\frac{1}{10} - \frac{1}{2}\right] = -\mathbf{12{,}73}\ \mathrm{kPa}$$

Her iki biçim **aynı değeri** verir: ±12,73 kPa. Modül (α = 90°) aynı değeri verir; işaret yalnızca noktanın yükün önünde ya da arkasında olmasından gelir.

Çözümü GeoTerva'da kontrol edin ↗

Soru

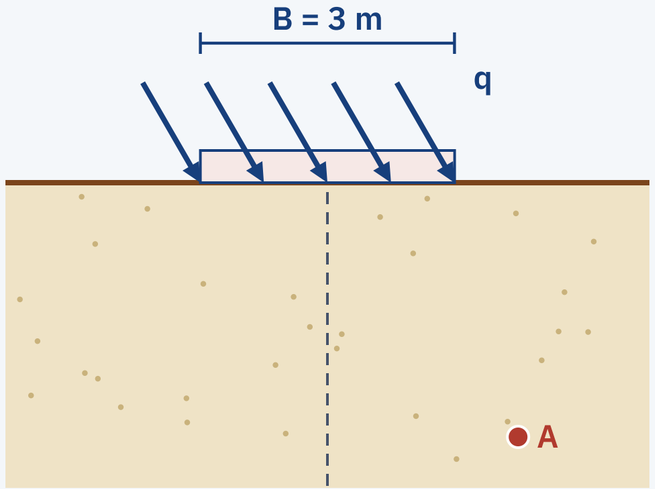
SORU

Verilenler

Şerit yük	**Esnek, düşeyden $\alpha = 30^\circ$ eğik ($+x$ yönüne): $q = 150$ kN/m², $B = 3$ m ($b = 1{,}5$ m); eksen çizgisi $x = 0$**
A noktası	**Yükün önünde: $x = +2{,}25$ m, $z = 3$ m ($x/b = 1{,}5$; $z/b = 2$)**

İSTENEN

$\Delta\sigma_{z(v)}$, $\Delta\sigma_{z(h)}$ ve toplam **$\Delta\sigma_z$**: yükü bileşenlerine ayırarak.



Çözüm (1/3)

ÇÖZÜM

1 Yükün bileşenleri ve boyutsuz uzaklıklar

$$q_v = 150\cos 30^\circ = \mathbf{129{,}90}\ \text{kPa} \qquad q_h = 150\sin 30^\circ = \mathbf{75{,}00}\ \text{kPa}$$

$$\frac{x}{b} = \frac{2{,}25}{1{,}5} = 1{,}5 \qquad \frac{z}{b} = \frac{3}{1{,}5} = 2$$

2 Düşey bileşen: arktanjantlar ve cebirsel terim (x − b = 0,75 m; x + b = 3,75 m)

$$A_1 = \tan^{-1}\frac{3}{0{,}75} = 1{,}3258 \qquad A_2 = \tan^{-1}\frac{3}{3{,}75} = 0{,}6747$$

$$T = \frac{3(3)\,(5{,}0625 - 9 - 2{,}25)}{(5{,}0625 + 9 - 2{,}25)^2 + 9(9)} = \frac{-55{,}6875}{220{,}535} = -0{,}2525$$

A noktası şeridin **dışındadır** (x = 2,25 m > b = 1,5 m): iki arktanjant doğrudan alınır, π düzeltmesi gerekmez.

Çözüm (2/3)

ÇÖZÜM

3 Düşey bileşenin gerilmesi

$$I_v = \frac{1}{\pi}\left[A_1 - A_2 - T\right] = \frac{1}{\pi}\left[1{,}3258 - 0{,}6747 - (-0{,}2525)\right] = \mathbf{0{,}2876}$$

$$\Delta\sigma_{z(v)} = 0{,}2876\,(129{,}90) = \mathbf{37{,}36}\ \text{kPa}$$

4 Yatay bileşenin gerilmesi (b = 1,5 m)

$$x^2 + z^2 - b^2 = 5{,}0625 + 9 - 2{,}25 = 11{,}8125 \qquad 4b\,x\,z^2 = 4(1{,}5)(2{,}25)(9) = 121{,}5$$

$$I_h = \frac{121{,}5}{\pi\left[(11{,}8125)^2 + 4(2{,}25)(9)\right]} = \frac{121{,}5}{\pi\,(220{,}535)} = \mathbf{0{,}1754}$$

$$\Delta\sigma_{z(h)} = 0{,}1754\,(75{,}00) = \mathbf{13{,}15}\ \text{kPa}$$

Yük 30° eğik olduğundan **düşey bileşen 37,36 kPa** ve **yatay bileşen 13,15 kPa** gerilme yaratır; yatay bileşenin etkisi A'da pozitiftir (önde).

Çözüm (3/3)

ÇÖZÜM

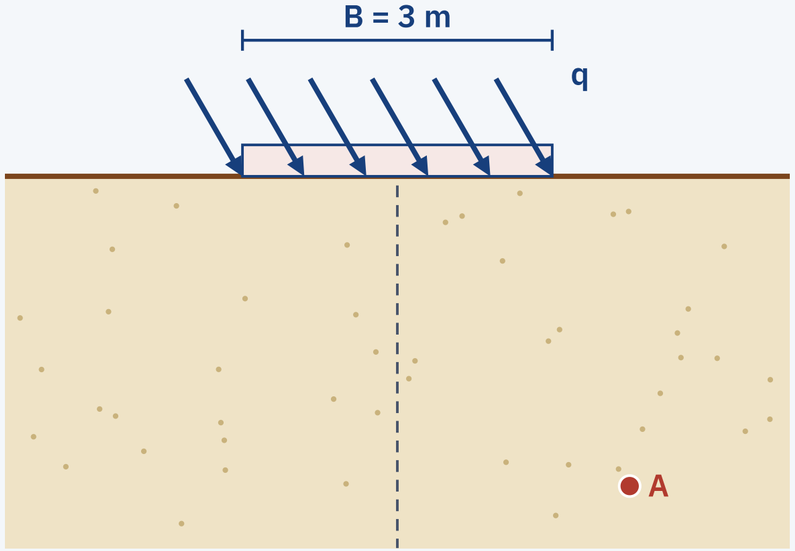
5 Süperpozisyon

$$\Delta\sigma_z = \Delta\sigma_{z(v)} + \Delta\sigma_{z(h)} = 37{,}36 + 13{,}15 = \mathbf{50{,}52}\ \text{kPa}$$

6 Yatay bileşen için fark biçimiyle doğrulama

$$I_h = \frac{z^2}{\pi}\left[\frac{1}{(x-b)^2+z^2} - \frac{1}{(x+b)^2+z^2}\right]$$

$$= \frac{9}{\pi}\left[\frac{1}{9{,}5625} - \frac{1}{23{,}0625}\right] = \mathbf{0{,}1754}$$



$\Delta\sigma_z$ = 50,52 kPa; modül aynı değeri verir (düşey 37,36, yatay 13,15). Düşey yük 150 kPa olsaydı (α = 0) A'da yalnız 43,14 kPa olurdu.

Çözümü GeoTerva'da kontrol edin ↗

Soru

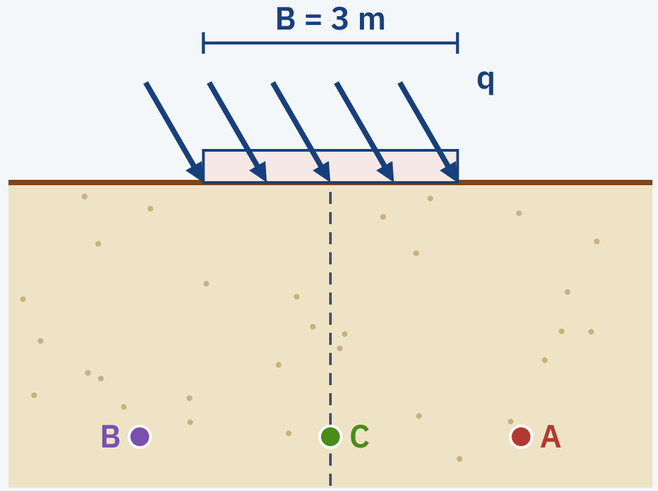
SORU

Verilenler

Şerit yük	**Örnek 2'deki şerit: $q = 150$ kN/m², $B = 3$ m, $\alpha = 30^\circ$**
Noktalar	**B: $x = -2{,}25$ m (yükün arkası); C: $x = 0$ (eksen); $z = 3$ m**
Eğiklik	$\alpha = 0,\ 15^\circ,\ 30^\circ,\ 45^\circ,\ 60^\circ,\ 75^\circ,\ 90^\circ$ **(A ve B'de)**

İSTENEN

B ve **C** noktalarında $\Delta\sigma_z$'yi simetriyle; α değiştikçe A ve B'deki gerilmenin değişimi.



Çözüm (1/2)

ÇÖZÜM

1 B noktası (x = −2,25 m): düşey bileşen çift, yatay bileşen tek

$$\Delta\sigma_{z(v)}(B) = \Delta\sigma_{z(v)}(A) = 37{,}36\ \text{kPa} \qquad \Delta\sigma_{z(h)}(B) = -\Delta\sigma_{z(h)}(A) = -13{,}15\ \text{kPa}$$

$$\Delta\sigma_z(B) = 37{,}36 + (-13{,}15) = \mathbf{24{,}21}\ \text{kPa}$$

2 C noktası (eksen, x = 0): yatay bileşen sıfır; düşey bileşen eksen altı formülüyle

$$I_v = \frac{2}{\pi}\left[\tan^{-1}\frac{b}{z} + \frac{bz}{b^2+z^2}\right] = \frac{2}{\pi}\left[0{,}4636 + 0{,}4000\right] = 0{,}5498$$

$$\Delta\sigma_z(C) = 0{,}5498\,(129{,}90) = \mathbf{71{,}42}\ \text{kPa}$$

Yükün **önünde** (A) 50,52, **arkasında** (B) 24,21, **eksenin altında** (C) 71,42 kPa: aynı derinlikte yatay bileşen A'da 13,15 kPa ekler, B'de aynı kadar çıkarır. Modül A ve B için aynı değerleri verir.

Çözüm (2/2)

ÇÖZÜM

α (°)	q_v	q_h	A: $\Delta\sigma_{z(v)}$	A: $\Delta\sigma_{z(h)}$	A: $\Delta\sigma_z$	B: $\Delta\sigma_z$
0	150,00	0,00	43,14	0,00	**43,14**	**43,14**
15	144,89	38,82	41,67	6,81	**48,48**	**34,86**
30	129,90	75,00	37,36	13,15	**50,52**	**24,21**
45	106,07	106,07	30,51	18,60	**49,11**	**11,91**
60	75,00	129,90	21,57	22,78	**44,35**	**−1,21**
75	38,82	144,89	11,17	25,41	**36,58**	**−14,24**
90	0,00	150,00	0,00	26,31	**26,31**	**−26,31**

Eğiklik arttıkça düşey bileşen azalır, yatay bileşen artar. **A'da** toplam α ≈ 30° civarında en büyüktür (50,5 kPa); α = 90°'de yalnız yatay bileşen kalır (26,3 kPa). **B'de** gerilme α = 60°'de -1,21 kPa ile **azalmaya geçer** ve α = 90°'de −26,3 kPa olur.

Çözümü GeoTerva'da kontrol edin ↗

Soru

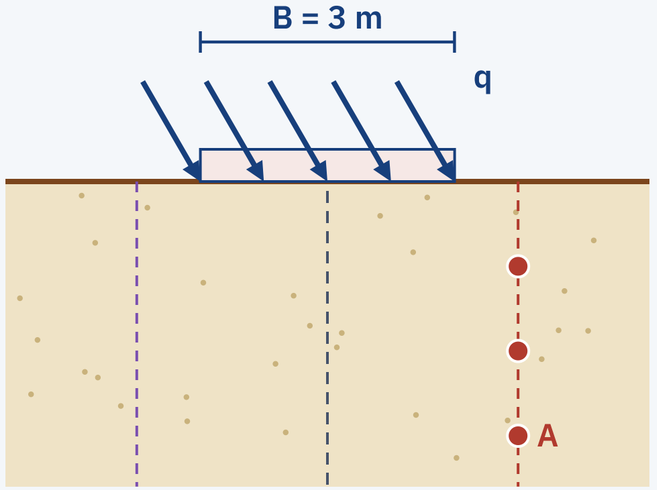
SORU

Verilenler

Şerit yük	**Örnek 2'deki eğik şerit:** $q = 150$ **kN/m²,** $\alpha = 30^\circ$**,** $B = 3$ **m**
Doğrular	**A'nın doğrusu** $x = +2{,}25$ **m ve B'nin doğrusu** $x = -2{,}25$ **m**
Derinlik	$z = 0{,}5$ **...** 12 **m**

İSTENEN

$\Delta\sigma_{z(v)}$, $\Delta\sigma_{z(h)}$ ve toplamın derinlikle değişimi; yatay bileşenin **en büyük olduğu derinlik**.

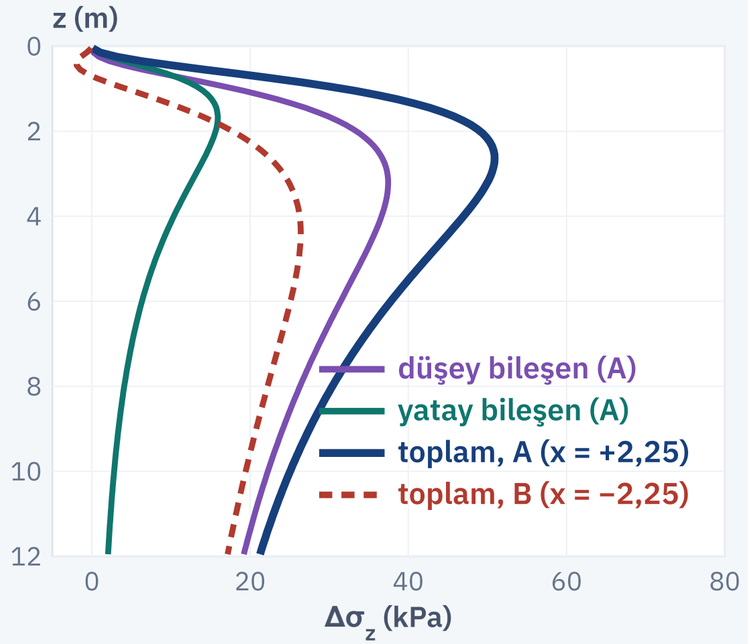


Çözüm

ÇÖZÜM

z (m)	z/b	A: $\Delta\sigma_{z(v)}$	A: $\Delta\sigma_{z(h)}$	A: $\Delta\sigma_z$	B: $\Delta\sigma_z$
0,5	0,33	5,17	6,93	**12,09**	**−1,76**
1,0	0,67	18,01	13,69	**31,71**	**4,32**
1,5	1,00	27,77	15,81	**43,57**	**11,96**
2,0	1,33	33,43	15,64	**49,08**	**17,79**
3,0	**2,00**	**37,36**	**13,15**	**50,52**	**24,21**
4,0	2,67	36,62	10,36	**46,98**	**26,26**
5,0	3,33	34,23	8,07	**42,30**	**26,16**
6,0	4,00	31,45	6,34	**37,79**	**25,11**
8,0	5,33	26,31	4,09	**30,40**	**22,22**
10,0	6,67	22,25	2,81	**25,06**	**19,44**
12,0	8,00	19,14	2,03	**21,17**	**17,11**

A'nın altında **düşey bileşen** z ≈ 3,25 m'de tepe yapar (37,5 kPa); **yatay bileşen** daha sığ, z ≈ 1,65 m'de en büyüktür (15,9 kPa) ve sonra 1/z² gibi söner. B'nin altında yüzeye yakın gerilme negatiftir (z = 0,5 m'de -1,76 kPa).



Çözümü GeoTerva'da kontrol edin ↗

Soru

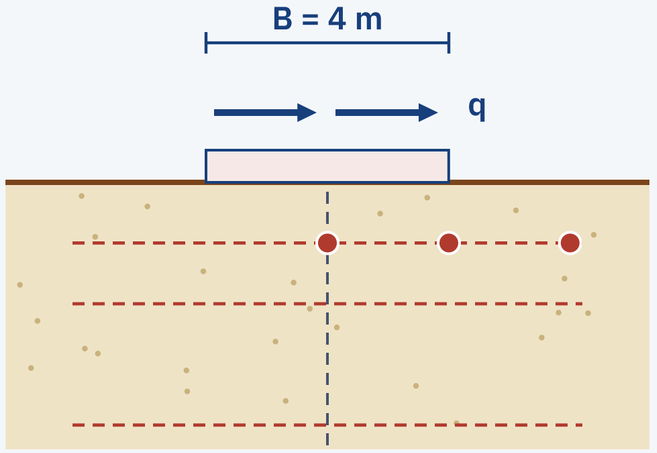
SORU

Verilenler

Şerit yük	**Yatay: $q = 100$ kN/m², $B = 4$ m ($b = 2$ m), $+x$ yönünde**
Doğrular	**$z = 1,\ 2,\ 4,\ 6$ m derinlikte yatay doğrular; $x = 0, 1, 2, 3, 4, 6, 8$ m**
El hesabı	**$z = 1$ m, $x = 2$ m (kenar) noktası**

İSTENEN

Her derinlikte **$\Delta\sigma_z$**'nin x boyunca değişimi; **tepe değerin konumu** ve büyüklüğünün derinlikle değişimi.



Çözüm (1/2)

ÇÖZÜM

1 Paydadaki büyüklükler (b = 2 m)

$$x^2 + z^2 - b^2 = 4 + 1 - 4 = 1 \qquad (x^2 + z^2 - b^2)^2 + 4b^2 z^2 = 1 + 16 = 17$$

$$4b\,x\,z^2 = 4(2)(2)(1) = 16$$

2 Etki değeri ve gerilme

$$\frac{\Delta\sigma_z}{q} = \frac{16}{\pi\,(17)} = \mathbf{0{,}2996}$$

$$\Delta\sigma_z = 0{,}2996\,(100) = \mathbf{29{,}96}\ \mathrm{kPa}$$

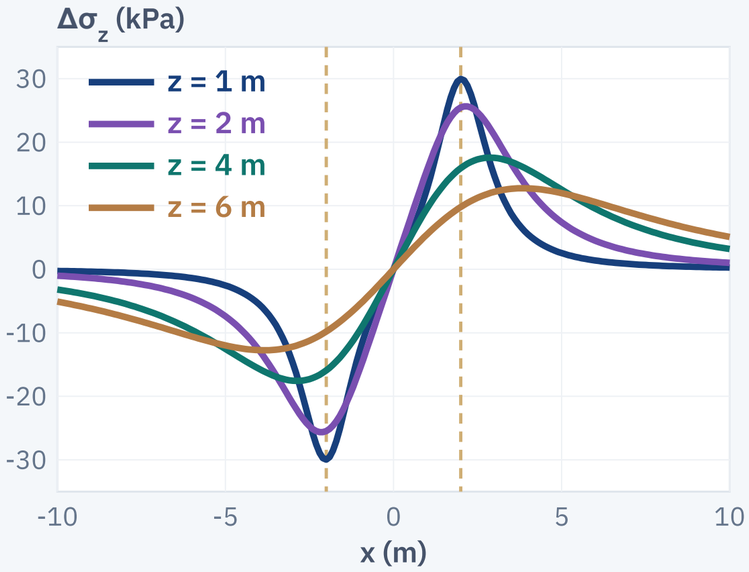
Şeridin ön kenarında (x = b), z = 1 m derinlikte $\Delta\sigma_z$ = **29,96 kPa**: bu, z = 1 m doğrusundaki **tepe değere** (x = 2,01 m, 29,96 kPa) çok yakındır.

Çözüm (2/2)

ÇÖZÜM

z (m)	x = 1 m	x = 2 m	x = 3 m	x = 4 m	x = 6 m	x = 8 m	Tepe: x (m)	Tepe: $\Delta\sigma_z$
1	12,73	29,96	14,69	5,51	1,38	0,55	**2,01**	**29,96**
2	15,67	25,46	21,07	12,73	4,49	1,96	**2,15**	**25,65**
4	9,59	15,92	17,54	15,67	9,55	5,40	**2,87**	**17,57**
6	5,51	9,79	12,19	12,73	10,58	7,49	**3,84**	**12,75**

Tepe değer, yüzeye yakın (z = 1 m) **30,0 kPa** ile şerit kenarının hemen altındadır; derinleştikçe **azalır** (z = 6 m'de 12,7 kPa) ve **şeritten uzaklaşır** (x = 2,0 m → 3,8 m). x = 0 sütunu hep sıfırdır; x < 0 noktalarında değerler aynı, işaret ters (tek simetri).



Çözümü GeoTerva'da kontrol edin ↗

Soru

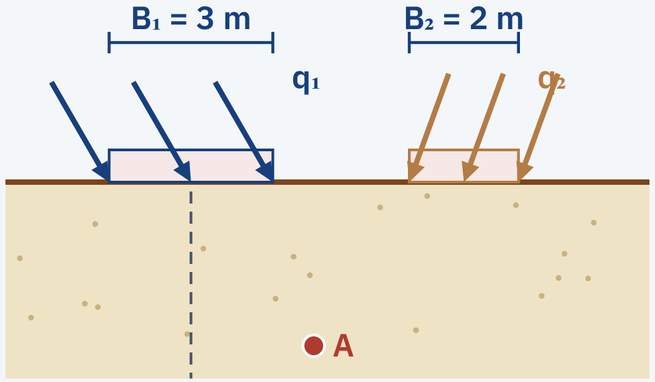
SORU

Verilenler

1. şerit	$q_1 = 150$ **kN/m²**, $\alpha_1 = 30^\circ$ $(+x)$, $B_1 = 3$ **m**, $x_{c1} = 0$ **(–1,5 … 1,5 m) — Örnek 2'deki şerit**
2. şerit	$q_2 = 100$ **kN/m²**, $\alpha_2 = -20^\circ$ $(-x$ **yönü)**, $B_2 = 2$ **m**, $x_{c2} = 5$ **m (4 … 6 m)**
A noktası	$x = 2{,}25$ **m**, $z = 3$ **m (iki şeridin arasında)**

İSTENEN

2. şeridin payı (düşey, yatay) ve **toplam** $\Delta\sigma_z$; derinlik profili.



Çözüm (1/3)

ÇÖZÜM

1 2. şerit: $x_2 = 2{,}25 - 5 = -2{,}75$ m ($|x_2| = 2{,}75$ m), b = 1 m; $\alpha_2 = -20°$

$$q_v = 100\cos 20^\circ = \mathbf{93{,}97}\ \text{kPa} \qquad q_h = 100\sin(-20^\circ) = \mathbf{-34{,}20}\ \text{kPa}$$

2 Düşey bileşen (simetri: $|x_2| = 2{,}75$ m için)

$$A_1 = \tan^{-1}\frac{3}{1{,}75} = 1{,}0427 \quad A_2 = \tan^{-1}\frac{3}{3{,}75} = 0{,}6747 \quad T = \frac{2(3)(-2{,}4375)}{(15{,}5625)^2 + 36} = -0{,}0526$$

$$\Delta\sigma_{z(v)} = \frac{93{,}97}{\pi}[A_1 - A_2 - T] = 0{,}1339\,(93{,}97) = \mathbf{12{,}58}\ \text{kPa}$$

Çözüm (2/3)

ÇÖZÜM

3 Yatay bileşen: q_h negatif, x_2 negatif → $\Delta\sigma_{z(h)}$ pozitif

$$I_h(|x|) = \frac{4b\,x\,z^2}{\pi\left[(x^2+z^2-b^2)^2+4b^2z^2\right]} = \frac{4(1)(2{,}75)(9)}{\pi\left[(15{,}5625)^2+36\right]} = \mathbf{0{,}1133}$$

$$\Delta\sigma_{z(h)} = (-34{,}20)\left(-0{,}1133\right) = \mathbf{3{,}87}\ \text{kPa}$$

4 Süperpozisyon (1. şerit: Örnek 2)

$$\Delta\sigma_z = \Delta\sigma_{z(1)} + \Delta\sigma_{z(2)} = (37{,}36 + 13{,}15) + (12{,}58 + 3{,}87)$$

$$= 50{,}52 + 16{,}45 = \mathbf{66{,}97}\ \text{kPa}$$

$\Delta\sigma_z$ = 66,97 kPa (düşey bileşenler 49,94, yatay bileşenler 17,03 kPa). Modül iki şerit için aynı değerleri verir.

Çözüm (3/3)

ÇÖZÜM

z (m)	1. şerit (kPa)	2. şerit (kPa)	Toplam (kPa)	2. şeridin payı
1	31,71	4,25	**35,96**	%12
2	49,08	12,18	**61,26**	%20
3	50,52	16,45	**66,97**	%25
4	46,98	17,48	**64,45**	%27
6	37,79	15,83	**53,62**	%30
8	30,40	13,38	**43,79**	%31
12	21,17	9,71	**30,89**	%31

Yüzeye yakın katmanda 1. şerit baskındır; **z = 12 m**'de 2. şeridin payı toplamın %31'ine çıkar. İki şeridin yatay bileşenleri A'da aynı yönde (ikisi de A'ya doğru) ekler: yükler birbirine doğru iter.

Çözümü GeoTerva'da kontrol edin ↗

Özet

Akılda kalacak noktalar

Yatay şerit: $\Delta\sigma_z = 4bqxz^2 / \{\pi[(x^2 + z^2 - b^2)^2 + 4b^2z^2]\}$, $b = B/2$; eşdeğeri $(qz^2/\pi)[1/((x - b)^2 + z^2) - 1/((x + b)^2 + z^2)]$. x'in **tek fonksiyonu**: önde +, arkada −, eksen altında 0

Eğik şerit: $q_v = q \cos\alpha$, $q_h = q \sin\alpha$; $\Delta\sigma_z = \Delta\sigma_{z(v)} + \Delta\sigma_{z(h)}$. Düşey bileşen x'te çift, yatay bileşen tek

Örnek ($q = 150$ kPa, $\alpha = 30°$, $B = 3$ m; $z = 3$ m): A ($x = +2{,}25$): 37,36 + 13,15 = **50,52 kPa**; B ($x = -2{,}25$): 37,36 − 13,15 = **24,21 kPa**; yatay şerit ($q = 100$, $B = 4$; $x = \pm 1$, $z = 1$): **±12,73 kPa**

Etkiler: α büyüdükçe A'daki toplam $\alpha \approx 30°$'de en büyüktür, B'de $\alpha \geq 60°$'de gerilme azalır; yatay şeritte tepe derinleştikçe azalır ve şeritten uzaklaşır

Süperpozisyon: her şerit kendi x ve α değeriyle; iki eğik şerit örneğinde 50,52 + 16,45 = **66,97 kPa**

Kaynaklar

Das, B.M. (2018). Principles of Geotechnical Engineering, 9th ed. Cengage Learning.

NOT

Sayısal örneklerin tümü modülün kendi hesap motoruyla üretilmiştir; modül aynı değerleri verir. Modül, q = 150 kN/m², α = 30°, B = 3 m ve A (x = +2,25 m, z = 3 m) ile açılır; x = −2,25 m girildiğinde B noktası, α = 90° girildiğinde tamamen yatay şerit elde edilir.

GeoTerva

Çevrim içi geoteknik hesaplar

Teoriden uygulamaya

Kendi şeritlerinizi (q, eğiklik, B, eksen çizgisi) ve A noktasını GeoTerva'da girin; modül gerilmeyi, eş gerilme eğrilerini, derinlik profilini, adım adım çözümü ve raporu birlikte verir.

Modülü açın →

Teori sayfası →

Telefonla açın
Örnek modüller kayıt gerektirmez.