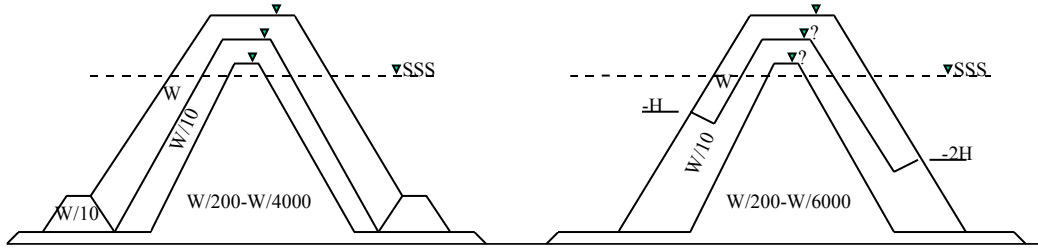


UYGULAMA SORULARI 3

Soru 1- 14 m su derinliğinde bir taş dolgu dalgakıran inşa edilecektir. İnşaat sahasına en yakın taş ocağından temin edilecek özgül kütlesi $\rho_{\text{taş}}=2700 \text{ kg/m}^3$ olan en büyük taşın ağırlığı 30 kN'dur. Bu taş, dalgakıranın kaplama tabakasında kullanılacaktır. Bu taş için gövdesinde stabilite katsayısı $K_D=4$, kafada $K_D=3$ alınacaktır. Deniz taban eğimi 1/50, $\rho_{\text{deniz}}=1030 \text{ kg/m}^3$ 'tür. Bu soruda sığlaşma hesapları için düzenli dalga koşulları dikkate alınacak ve derin su koşulu kabul edilecektir.

a) Dalgakıran gövdesini derin denizde oluşan $H_{s0}=3.5 \text{ m}$ yüksekliğe ve $T_s=8 \text{ s}$ periyoda sahip dalgaya karşı üstten aşmaya izin vermeksizin boyutlandırınız. Aşağıdaki uygun kesiti seçerek üzerinde boyutlarını gösteriniz.

b) Kafada 30 kN'luk taşların stabilitelerini koruyabilmeleri için şev eğimi ne olmalıdır?



a) Kırılan dalga için kesit

b) Kırılmayan dalga için kesit

Çözüm

$$a) \frac{H'_0}{gT^2} = \frac{3.5}{9.81 \times 8^2} = 0.0055 \times 10^{-3} \xrightarrow{\text{Fig. 2.43}} \frac{H_b}{H'_0} = 1.1 \rightarrow H_b = 1.1 \times 3.5 = 3.85 \text{ m.}$$

$$\frac{H_b}{gT^2} = \frac{3.85}{9.81 \times 8^2} = 0.0061 \xrightarrow{\text{Fig. 2.44}} \frac{d_b}{H_b} = 1.18 \rightarrow d_b = 1.18 \times 3.85 = 4.54 \text{ m.}$$

$$d_b < d_s \text{ kırılmayan dalga şartı} \rightarrow H_d = H_0 \times K_s \times K_r \rightarrow K_r = 1$$

$$\frac{d}{L_0} = \frac{14}{100} = 0.14 \xrightarrow{\text{GWT}} K_{s14} = 0.9146$$

$$H_{14} = H_0 \times K_{s14} = 3.5 \times 0.9146 = 3.2 \text{ m. (Topuk önündeki dalga yüksekliği; Tasarım dalga yüksekliği)}$$

i) Gövde

$$W = \frac{H_{1/10}^3 \gamma_{\text{taş}}}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \beta} \rightarrow H_{1/10} = 1.27 \times 3.2 = 4.06 \text{ m}$$

$$30000 = \frac{2700 \times 9.81 \times 4.06^3}{4(2.62 - 1)^3 \cot \beta} \rightarrow \cot \beta = 3.47 \rightarrow \beta = 16^\circ$$

$$\xi = \frac{\tan \beta}{\sqrt{\frac{H_0}{L_0}}} = \frac{1/3.47}{\sqrt{\frac{3.5}{100}}} = 1.54$$

$$R_u/H_0 = 1.016 \tan \beta (H_0/L_0)^{-0.5} \gamma_r$$

$$\frac{R_u}{3.5} = 1.016 \times 0.288 (3.5/100)^{-0.5} \times 0.5 \rightarrow R_u = 2.7 \text{ m}$$

$$\text{Kırılmayan dalga} \quad \text{Filtre} \quad W/10 = 30/10 = 3 \text{ kN}$$

$$\text{Çekirdek} \quad W/200 = 30/200 = 0.15 \text{ kN}$$

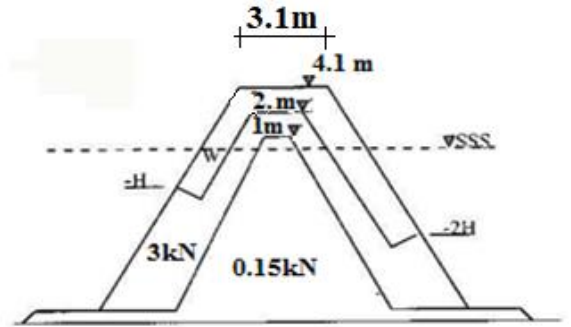
$$\text{Koruma tabakasının kalınlığı} \quad t_k = nK'_D (W/\rho_r g)^{1/3} = 2 \times 1 \times (30000/2700 \times 9.81)^{1/3} = 2.1 \text{ m}$$

$$\text{Filtre tab. Kalınlığı} \quad t_f = nK'_D (W/\rho_r g)^{1/3} = 2 \times 1 \times (3000/2700 \times 9.81)^{1/3} = 0.97 \text{ m} \approx 1 \text{ m}$$

$$\text{Kret genişliği} \quad b = nK'_D (W/\rho_r g)^{1/3} = 3 \times 1 \times (30000/2700 \times 9.81)^{1/3} = 3.13 \text{ m} \approx 3.1 \text{ m}$$

$$\text{Kret yüksekliği} \quad R_c = 1 + 1 + 2.1 = 4.1 \text{ m}$$

$$R_u = 2.7 \text{ m} < R_c = 4.1 \text{ m} \text{ Verilen tasarım dalgası koşullarında aşma meydana gelmeyecektir.}$$



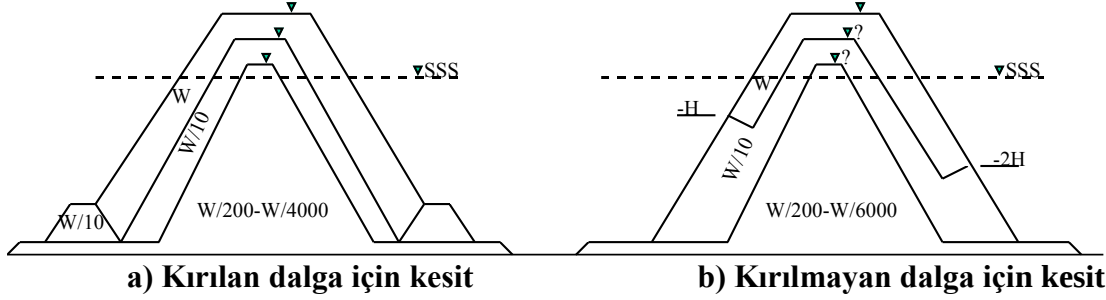
b) Kafa kesitinde

$$30000 = \frac{2700 \times 9.81 \times 4.06^3}{3(2.62 - 1)^3 \cot \beta} \rightarrow \cot \beta = 4.63 \rightarrow \beta = 12^\circ$$

Soru 2- Açık denizde belirgin dalga yüksekliği 2 m ve periyodu 6 s olan dalga şartlarına maruz kalan bir taş dolgu dalgakıran kıyıda 7 m su derinliğine yapılacaktır. Bu dalgakıranın gövde kesitini üstten aşmaya izin vermeksizin boyutlandırınız ($K_D=3$, $\cot \beta=1.5$). Sığlaşma hesapları için düzenli dalga koşulu kabülü yapılacaktır ve tasarım için derin su koşulu kabul edilecektir (Deniz taban eğimi $m=1/50$, $\rho_{\text{taş}}=2650 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{deniz}}=1030 \text{ kg/m}^3$).

a) Hudson yöntemine göre taş ağırlığını belirleyerek aşağıdaki uygun kesit üzerinde boyutlarını gösteriniz.

b) Van der Meer yöntemi ile stabilite hesaplamasını yapınız ve düzensiz dalga koşulu ile tırmanma yüksekliğini belirleyiniz.



a) Hudson Yöntemi

$$\frac{H'_0}{gT^2} = \frac{2}{9.81 \times 6^2} = 0.00566 \times 10^{-3} \xrightarrow{\text{Fig. 2.43}} \frac{H_b}{H'_0} = 1.19 \rightarrow H_b = 1.19 \times 2 = 2.38 \text{ m.}$$

$$\frac{H_b}{gT^2} = \frac{2.38}{9.81 \times 6^2} = 0.0067 \xrightarrow{\text{Fig. 2.44}} \frac{d_b}{H_b} = 1.21 \rightarrow d_b = 1.21 \times 2.38 = 2.88 \text{ m.}$$

$$d_b < d_s \text{ kırılmayan dalga şartı} \rightarrow H_d = H_0 \times K_s \times K_r \rightarrow K_r = 1$$

$$\frac{d}{L_0} = \frac{7}{56.16} = 0.125 \xrightarrow{\text{GWT}} K_{s7} = 0.9185$$

$$H_{s7} = H_0 \times K_{s7} = 2 \times 0.9185 = 1.84 \text{ m. (Tasarım dalga yüksekliği)}$$

Şev eğimi 1/1.5

$$W = \frac{H_{1/10}^3 \gamma_{\text{taş}}}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \beta} \rightarrow H_{1/10} = 1.27 \times 1.84 = 2.34 \text{ m}$$

$$W = \frac{2.65 \times 9.81 \times 2.34^3}{3(2.57 - 1)^3 1.5} = 19 \text{ kN}$$

$$\xi = \frac{\tan \beta}{\sqrt{\frac{H_0}{L_0}}} = \frac{1/1.5}{\sqrt{\frac{2}{56.16}}} = 3.53$$

$$R_u/H_0 = 1.016 \tan \beta (H_0/L_0)^{-0.5} \gamma_r$$

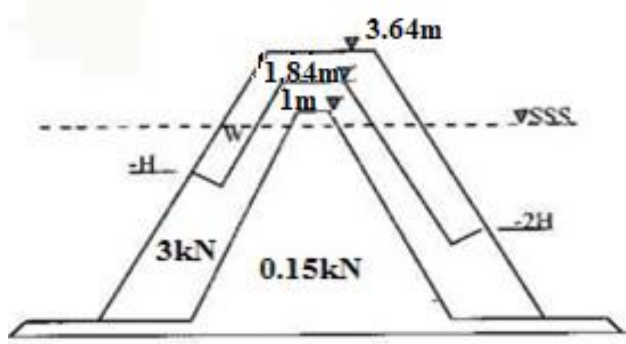
$$\frac{R_u}{2} = 1.016 \times (1/1.5) (2/56.16)^{-0.5} \times 0.5 \rightarrow R_u = 3.59 \text{ m}$$

Kırılmayan dalga Filtre $W/10 = 19/10 = 1.9 \text{ kN}$

Çekirdek $W/200 = 19/200 = 0.095 \text{ kN}$

Koruma tab. $t_k = nK'_D (W/\rho_r g)^{1/3} = 2 \times 1 \times (19/2.65 \times 9.81)^{1/3} = 1.8 \text{ m}$

Filtre tab. $t_f = nK'_D(W / \rho_r g)^{1/3} = 2 \times 1 \times (1.9 / 2.65 \times 9.81)^{1/3} = 0.84 \text{ m}$
 Kret gen $b = nK'_D(W / \rho_r g)^{1/3} = 3 \times 1 \times (19 / 2.65 \times 9.81)^{1/3} = 2.7 \text{ m}$
 Kret yüksekliği $R_c = 1 + 0.84 + 1.8 = 3.64 \text{ m}$
 $R_u = 3.59 \text{ m} < R_c = 3.64 \text{ m}$ Aşma olmaz



b) Van der Meer Yöntemi

$$\frac{d}{H_{\text{stopuk}}} = \frac{7}{1.84} = 3.8 > 3 \text{ derin su}$$

Van der Meer (1988) derin su ifadesi ile çözüm ($\tan\beta=1/1.5$, $P=0.4$, $S=2$ ve $N=3000$ dalga dikkate alınmıştır)

$$T_s = 1.16T_m \rightarrow 6 = 1.16T_m \rightarrow T_m = 5.17 \text{ s}$$

$$T_{m-1,0} = 1.13T_m = 1.13 \times 5.17 = 5.84 \text{ s}$$

$$\xi_m = \frac{\tan\alpha}{\sqrt{\frac{H_s}{L_m}}} = \frac{(1/1.5)}{\sqrt{\frac{1.84}{41.69}}} = 3.17 \quad L_m = 1.56 \times 5.17^2 = 41.69 \text{ m}$$

$$\xi_{mc} = \left[6.2P^{0.31} \sqrt{\tan\alpha} \right]^{\frac{1}{P+0.5}} = \left[\frac{6.2}{1} \times 0.4^{0.31} \sqrt{(1/1.5)} \right]^{\frac{1}{0.4+0.5}} = 4.42$$

$\xi_m < \xi_{mc}$ plunging tipi kırılan dalgalar için

$$\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = 6.2P^{0.18} \left(\frac{S}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} \xi_m^{-0.5}$$

$$\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = 6.2 \times 0.4^{0.18} \left(\frac{2}{\sqrt{3000}} \right)^{0.2} 3.17^{-0.5} = 1.52$$

$$\Delta = \frac{\rho_{\text{taş}} - \rho_{\text{deniz}}}{\rho_{\text{deniz}}} = \frac{2650 - 1030}{1030} = 1.57$$

$$\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = 1.52 \rightarrow \frac{1.84}{1.57 D_{n50}} = 1.52 \rightarrow D_{n50} = 0.77 \text{ m}$$

$$W = \gamma_{\text{taş}} (D_{n50})^3 = \rho_{\text{taş}} g (D_{n50})^3 = 2.65 \times 9.81 \times (0.77)^3 = 11.91 \text{ kN}$$

$$\xi_{m-1,0} = \frac{\tan\alpha}{\sqrt{\frac{H_{\text{mstopuk}}}{L_{m-1,0}}}} = \frac{(1/1.5)}{\sqrt{\frac{1.84}{53.2}}} = 3.58$$

$$L_{m-1,0} = 1.56 T_{m-1,0}^2 = 53.2 \text{ m}$$

$$\frac{R_{u\%2}}{H_{m\text{topuk}}} = 1.75 \gamma_b \gamma_r \gamma_\beta \xi_{m-1.0}$$

$$\gamma_b = 1 \quad \gamma_\beta = 1 \quad \gamma_r = 0.4 (\text{taş})$$

$$\frac{R_{u\%2}}{1.84} = 1.75 \times 0.4 \times 3.58 \rightarrow R_{u\%2} = 4.61 \text{ m}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Kırılmayan dalga} & \text{Filtre} \quad W/10 = 11.91/10 = 1.2 \text{ kN} \\ & \text{Çekirdek} \quad W/200 = 11.91/200 = 0.06 \text{ kN} \end{array}$$

$$\text{Koruma tabakasının kalınlığı } t_k = nK'_D (W / \rho_r g)^{1/3} = 2 \times 1 \times (11.91 / 2.65 \times 9.81)^{1/3} = 1.55 \text{ m}$$

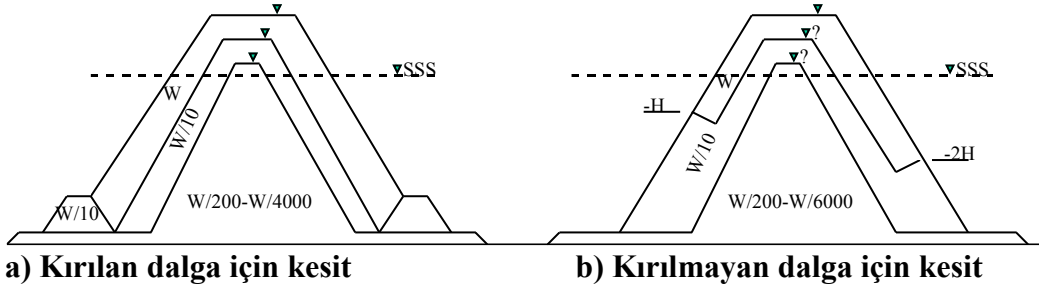
$$\text{Filtre tab. Kalınlığı} \quad t_f = nK'_D (W / \rho_r g)^{1/3} = 2 \times 1 \times (1.2 / 2.65 \times 9.81)^{1/3} = 0.73 \text{ m}$$

$$\text{Kret genişliği} \quad b = nK'_D (W / \rho_r g)^{1/3} = 3 \times 1 \times (11.91 / 2.65 \times 9.81)^{1/3} = 2.75 \text{ m}$$

$$\text{Kret yüksekliği} \quad R_c = 1 + 0.73 + 1.55 = 3.28 \text{ m}$$

$R_{u\%2} = 4.61 \text{ m} > R_c = 3.28 \text{ m}$ Kronman duvarı, kret genişliği veya yüksekliği artırılarak aşma azaltılabilir.

Soru 3- $d = -6 \text{ m}$ su derinliğine bir taş dolgu dalgakıran inşa edilecektir. Derin denizdeki belirgin dalga yüksekliği $H_{s0} = 7 \text{ m}$ ve periyodu $T_s = 10 \text{ s}$ olan dalga şartı için dalgakıranın gövde kısmını Hudson ifadesini dikkate alarak projelendiriniz. Dalgakıranın kret yüksekliğini hiç aşmama koşuluna göre boyutlandırınız. Aşağıdaki uygun kesit üzerinde boyutlarını gösteriniz. Sığlaşma hesapları için düzenli dalga kabulü yapılacaktır. (Deniz taban eğimi $m = 1/33$, $\rho_{\text{taş}} = 2.6 \text{ t/m}^3$, $\rho_{\text{deniz}} = 1 \text{ t/m}^3$, $K_D = 2$, $\cot \beta = 3$). Dalga ortagonalleri batimetri çizgilerine diktir. Dalgakıranın kret genişliği koruma tabakasına 5 taş yan yana sıralanarak elde edilecektir.



$$a) \alpha_0 = 0 \quad Kr = 1$$

$$H'_0 = H_0 = 7 \text{ m} \quad L_0 = 1.56 T^2 = 1.56 \times 10^2 = 99.84 \text{ m}$$

$$\frac{H'_0}{g T^2} = \frac{7}{9.81 \times 10^2} = 0.0071 \xrightarrow{\text{Fig. 2.43}} \frac{H_b}{H'_0} = 1.1 \rightarrow H_b = 7.7 \text{ m}$$

$$\frac{H_b}{g T^2} = \frac{7.7}{9.81 \times 10^2} = 0.0078 \xrightarrow{\text{Fig. 2.44}} \frac{d_b}{H_b} = 1.18 \rightarrow d_b = 9.08 \text{ m}$$

$d_b > d_s$ kırılan dalga şartı

Dalga dalgakırana gelmeden kırılıyor. Yapı üzerinde kırılan dalga yüksekliği ne olur? Neden?

$d_b = 6 \text{ m} \rightarrow H_b = ?$ (Yapı önündeki derinlikte kırılan belirgin dalga belirlenecektir)

$$\frac{d_b}{H_b} \frac{H_b}{g T^2} = \frac{6}{9.81 \times 10^2} = 0.0061 \rightarrow H_b = 5.37 \text{ m}$$

$$W = \frac{H_{1/10}^3 \gamma_{\text{taş}}}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \beta} \rightarrow H_{1/10} = 1.27 \times 5.37 = 6.82 \text{ m}$$

$$W = \frac{2.6 \times 6.82^3}{2(2.6 - 1)^3} = 33 \text{ t}$$

Belirlenen ağırlıktaki taşın ocaktan temin edilmesi mümkün olmadığından, beton blok ile koruma tabakası oluşturulacaktır. Tetrapod yerleştirilmiş şev eğimi 1/1.5 alınacaktır.

$$\text{Tetrapod } \gamma_{\text{beton}} = 2.4 \text{ t/m}^3 \quad K_{D,\text{tetrapod}} = 7 \quad W = \frac{2.4 \times 5.37^3}{7(2.4-1)^3 1.5} = 12.9 \text{ t}$$

$$\text{Kırılan dalga Filtre } W/10 = 12.9/10 = 1.3 \text{ t}$$

$$\text{Çekirdek } W/(200-4000) = 12.9/(200-4000) = (0.065-0.003) \text{ t}$$

$$\text{Koruma tabakasının kalınlığı } t_k = nK'_D(W/\rho_r g)^{1/3} = 2 \times 1.1 \times (12.9/2.4)^{1/3} = 3.5 \text{ m}$$

Tetrapod için $K'_D = 1.1$ alınacaktır.

$$\text{Filtre tab. } t_f = nK'_D(W/\rho_r)^{1/3} = 2 \times 1 \times (1.3/2.6)^{1/3} = 1.58 \text{ m}$$

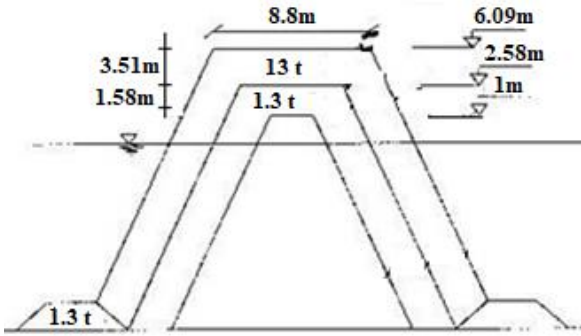
$$\text{Kret gen. } b = nK'_D(W/\rho_r)^{1/3} = 5 \times 1 \times (13/2.4)^{1/3} = 8.8 \text{ m}$$

$$R_u/H_0 = 1.016 \tan \beta (H_0/L_0)^{-0.5} \gamma_r$$

$$\frac{R_u}{7.0} = 1.016 \times (1/1.5) (7.0/99.84)^{-0.5} \times 0.5 \rightarrow R_u = 8.95 \text{ m}$$

$$\text{Kret yüksekliği } R_c = 1 + 1.58 + 3.5 = 6.08 \text{ m}$$

$R_u = 8.95 \text{ m} > R_c = 6.08 \text{ m}$ Bu koşullarda aşma meydana gelecektir.



İstatistiksel Tasarım Dalgası Parametreleri

• Rayleigh dağılımı kabul edilirse

$H_{\%33} = H_{1/3} = H_s$ En yüksek dalgaların %33'nün ortalaması

$H_{\%10} = 1.27H_{1/3}$ En yüksek dalgaların %10'nun ortalaması

$H_{\%5} = 1.37H_{1/3}$ En yüksek dalgaların %5'nin ortalaması

$H_{\%1} = 1.76H_{1/3}$ En yüksek dalgaların %1'nin ortalaması

• Jonswap Spektrumu $\gamma = 3.3$ kabul edilirse

• Pik dalga periyodu ile ortalama dalga periyodu

$$T_p = 1.25T_m$$

• Pik dalga periyodu ile spektral dalga periyodu

$$T_p \cong 1.107T_{m-1.0}$$

• Spektral dalga periyodu ile ortalama dalga periyodu

$$T_{m-1.0} \cong 1.13T_m$$

• Belirgin dalga periyodu ile ortalama dalga periyodu

$$T_1 = T_{1/3} = 1.16T_m$$

Düzenli dalga için pürüzlülük azaltma faktörü

Yüzey	γ_r
Düzgün ve geçirimsiz	1.0
Beton yüzey	0.9
Beton blok	0.85-0.9
Çimli kil	0.85-0.9
Bir tabaka kaba taş (geçirimsiz)	0.8
Rasgele dökülmüş taş dolgu (rubble stone)	0.5-0.8
İki veya daha fazla tabaka kaya dolgu	0.5
Tetrapot	0.5

Düzensiz dalga için pürüzlülük azaltma faktörü

Koruma Tabakası	γ_r
Düzgün Yüzey	1.00
Taş (tek tabaka, geçirimsiz çekirdek)	0.60
Taş (tek tabaka, geçirimli çekirdek)	0.45
Taş (iki tabaka, geçirimsiz çekirdek)	0.55
Taş (iki tabaka, geçirimli çekirdek)	0.40
Küp (tek tabaka, düzensiz yerleşmiş)	0.50
Küp (iki tabaka, düzensiz yerleşmiş)	0.47
Antifer	0.47
HARO's	0.47
Accropode	0.46
Xblok	0.45
Core-loc	0.44
Tetrapode	0.38
Dolosse	0.43