Stabiliteit big-bags kademuur 4

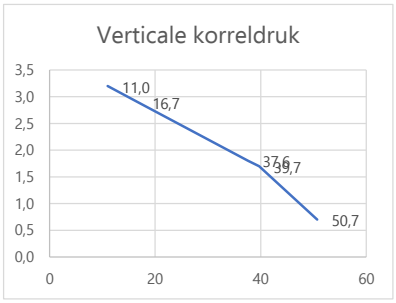
De kademuur t.p.v. de Oude Binnenhaven te Bergen op Zoom blijkt niet te voldoen op kantelstabiliteit. Daartoe worden aan waterzijde zgn big-bags geplaatst die een horizontale tegendruk leveren aan de belastingen. In de onderstaande berekening wordt de stabiliteit van deze big -bags getoetst. Deze toetsing vindt plaats op 2 niveaus, te weten: onderzijde big-bag 1 en op het aanlegniveau (onderzijde van big-bags 2 en 3).

In de berekening is ervan uitgegaan dat de kade zelf geen bijdrage levert aan de stabiliteit. Het gewicht van de big -bags dient schuiven en met name kantelen te voorkomen. Doordat de korreldruk aan de voorzijde van de kade toeneemt, is dit gunstig voor de weerstand.

Voor het volumegewicht van het zand in de big-bags is 18/20 kN/m³ (droog/nat) aangehouden. Er is rekening gehouden met een belasting γ = 1,1 voor de bovenbelasting.

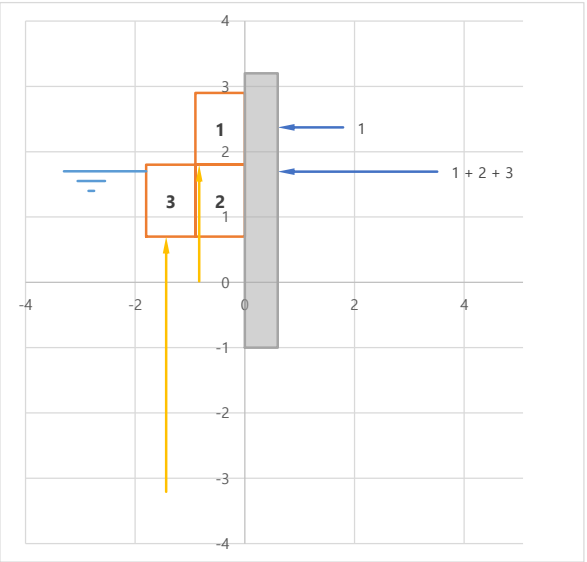
z :	3,20	m NAP	b :	0,9	m, breedte big-bag
gws :	1,70	m NAP	h :	1,1	m, hoogte big-bag
p :	10	kN/m², bovenbelasting	K_a :	0,35	-, actieve gronddrukcoëfficiënt.
γ_d :	19	kN/m³			
γ_s :	21	kN/m³			

Omschrijving	z [m NAP]	σ_v [kN/m²]	u [kN/m²]	σ'_v [kN/m²]
Bovenkant kade	3,20	11,0	0,0	11,0
Bovenzijde bovenste big-bag	2,90	16,7	0,0	16,7
Onderzijde bovenste big-bag	1,80	37,6	0,0	37,6
Waterstand	1,70	39,7	0,0	39,7
Onderzijde onderste big-bags	0,70	60,7	10,0	50,7



Big-bags	x_{gem}	z	eg_z	q_h	e_z	$eg_z*\mu$	e_x	UC_μ	q_h - $eg_z*\mu$	$q_{h,p}$
1	0,45	1,8	17,8	11,9	2,37	8,9	0,83	**1,33**	**2,96**	5,39
1 + 2 + 3	0,69	0,7	39,1	29,1	1,69	19,6	1,44	**1,48**	**9,47**	9,63

x_{gem} :	Zwaartepunt eigen gewicht big-bags	φ :	30 °
z :	het toetsniveau	tan φ / γ_M :	0,50 -
eg_z :	Eigen gewicht		
q_h :	Horizontale korreldruk		
e_z :	De aangrijphoogte van q_h		
$eg_z*\mu$:	Capaciteit op wrijving		
e_x :	Excentriciteit eigen gewicht t.o.v. x = 0		
UC_μ :	UC op wrijving		
q_h - $eg_z*\mu$:	De op te nemen capaciteit van de kademuur op afschuiving		
$q_{h,p}$:	Horizontale gronddruk door bovenbelasting		



In naastgelegen figuur is de opbouw van en de belasting op de big-bags afgebeeld. De gele pijlen geven de resultante van het eigen gewicht van de big-bags. De kademuur voldoet aan kantelen omdat de resultante binnen de breedte van de big-bag valt.

De wrijving is net onvoldoende om de volledige horizontale gronddruk op te nemen, het resterende deel dient door de bestaande kade geleverd te worden. Omdat het een kleine belasting betreft (circa 10 kN/m), is dat acceptabel. Op afschuiving heeft de kade voldoende capaciteit (circa 21,5 kN/m voor kademuur 4), bovendien is het eigen gewicht van de kade niet meegenomen.

Spreiding bovenbelasting

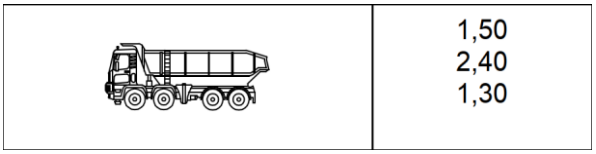
In de onderstaande berekening is de belasting door een voertuig op de kademuur bepaald (inclusief γ = 1,1). Daarbij is aangenomen dat deze op de weg rijdt en niet in de parkeervakken staat.

De verticale belasting resulteert in een horizontale belasting op de kade die zich opbouwt tussen de hoeken gevormd door φ en 45°+φ/2. De belasting is geïntegreerd tussen 0,75 en 3,20 m NAP. Deze belasting is vergeleken met 80% van de belasting $q_{h;p}$ hierboven bepaald. Daarmee is impliciet 2 kN/m² uniforme bovenbelasting toegekend voor parkeren etc.

Ter vergelijking is in de figuur tevens de toename van de verticale korrelspanning weergegeven (op basis van de Zon van Newmark) in het midden van het laststelsel ter plaatse van de kade. De toename t.p.v. de kade is aanzienlijk kleiner dan de horizontale spanning die m.b.v. eenvoudige spreiding is bepaald, de aangehouden belasting is dus conservatief.

Voor de afmetingen van het belaste oppervlak is uitgegaan van een grondtransportwagen zoals in NEN-EN 1991-2 NB is gedefinieërd. De lengte van het laststelsel is 5,20 m, de breedte is 2,00 m.

l :	5,20	m, lengte laststelsel
b :	2,00	m, breedte laststelsel
F :	450	kN, gewicht laststelsel
d :	2,50	m, afstand vanaf de kademuur



l' :	10,20	m, spreiding in lengterichting
q :	44,1	kN/m
K :	0,35	-
φ :	27,5	°
θ_a :	59	°
$p_{a,Ed}$:	13,2	kN/m²

Hieronder is de belasting geïntegreerd tussen 0,75 m en 3,20 m NAP en vergeleken met de horizontale belasting t.g.v. een uniforme bovenbelasting van 80% van 10 kN/m². Er is dan nog ruimte om aan de kade te parkeren waarbij voor parkeren een belasting van 2,0 kN/m² is aangehouden.

q_h :	7,69	kN/m	≤	7,70 kN/m

