

Vloeistof- en grondwaterdruk bij mestkelders

Rekenen met belastingscombinaties en belastingsfactoren

dr.ir.dr.s. C.R. Braam,
IMAG/TU Delft Fac. CiTG

Bij het dimensioneren van constructies zijn veiligheidsklasse en referentieperiode belangrijke uitgangspunten

In AGRABETON 1998 nr. 2 hebben we aangegeven hoe we met grondwater- (gegevens) moeten omgaan als we mestkelders berekenen. Daarbij hebben we vooral aandacht besteed aan het opdrijfgevaar bij mestkelders. In deze bijdrage geven we een overzicht van de belastingscombinaties en belastingsfactoren die we in rekening moeten brengen bij zowel vloeistofdruk (druk uitgeoefend door de mest in de mestkelder) als grondwaterdruk (druk uitgeoefend door het grondwater buiten de mestkelder).

fundamentele combinatie	permanente belasting		veranderlijke belasting
	ongunstig werkend	gunstig werkend	
1	1,2	0,9	1,2
2	1,35	0,9	-

Tabel 1. De twee fundamentele belastingscombinaties en bijbehorende belastingsfactoren die we moeten beschouwen bij het dimensioneren van een bouwwerk of deel van een bouwwerk dat behoort tot veiligheidsklasse 1

Als we constructies dimensioneren, zijn de veiligheidsklasse en de referentieperiode belangrijke uitgangspunten.

De veiligheidsklasse is een maat voor de betrouwbaarheidsindex die voor een bouwwerk of delen van een bouwwerk geldt. Deze index is, populair gezegd, een maat voor de kans op bezwijken tijdens de referentieperiode. De referentieperiode is de periode waarin het bouwwerk of de bouwdelen hun functie moeten vervullen en dus onder meer weerstand moeten bieden tegen alle belastingen die worden geacht op te treden. Stalgebouwen behoren tot veiligheidsklasse 1 uit NEN 6700 [1] (bij bezwijken een verwaarloosbaar kleine kans op levensgevaar voor de mens en een relatief kleine economische schade) en hebben een referentieperiode van twintig jaar [2]. De veiligheidsklasse bepaalt welke belastingscombinaties, inclusief belastingsfactoren, we moeten beschouwen bij het dimensioneren van de constructie.

Voor veiligheidsklasse 1 zijn dat de twee fundamentele combinaties die we in tabel 1 hebben weergegeven [3]. De belastingsfactor is de factor waarmee we een karakteristieke belasting moeten vermenigvuldigen om de rekenwaarde van de belasting te vinden; de belasting die we bij het dimensioneren moeten gebruiken.

Vloeistofdruk

De vloeistofdruk wordt uitgeoefend door de vloeistof die zich in de constructie bevindt. In de hier behandelde situatie is

dat de mest die in de kelder is opgeslagen. Vloeistofdruk wordt gezien als een permanente belasting.

Bij fundamentele belastingscombinatie 2, waarin alleen sprake is van permanente belastingen, mogen we de belastingsfactor 1,35 voor een ongunstig werkende permanente belasting (zie tabel 1) reduceren tot 1,2 als sprake is van belasting door vloeistofdruk. Dit leidt tot de belastingsfactoren die in tabel 2 zijn vermeld. Op de ongunstig werkende permanente belasting vloeistofdruk passen we dus - ongeacht welke van de twee combinaties we beschouwen - altijd een belastingsfactor 1,2 toe. De belastingsfactor is verlaagd omdat bij vloeistofdruk in zekere zin sprake is van een bovengrens voor de belasting: een constructie kan tot een zekere hoogte worden gevuld; daarna treedt 'overstromen' op, waardoor de vloeistofdruk niet onbeperkt kan blijven toenemen.

fundamentele combinatie	permanente belasting		veranderlijke belasting
	ongunstig werkend	gunstig werkend	
1	1,2	0,9	1,2
2	1,2 bij vloeistofdruk, anders 1,35	0,9	-

Tabel 2. De twee fundamentele belastingscombinaties en bijbehorende belastingsfactoren die we moeten beschouwen bij het dimensioneren van een bouwwerk of deel van een bouwwerk dat behoort tot veiligheidsklasse 1 en waarbij onder meer sprake is van vloeistofdruk als belasting



Een constructie kan tot een zekere hoogte worden gevuld, waarna 'overstromen' optreedt

Grondwaterdruk

Grondwaterdruk behandelen we als een permanente belasting.

Opmerking

In de tekst spreken we alleen over grondwaterdruk en niet over gronddruk; gronddruk is niet het onderwerp van deze bijdrage. Voor de volledigheid melden we dat voor gronddruk, voor wat betreft belastingscombinaties en belastingsfactoren, dezelfde aanpak geldt als voor grondwaterdruk.

Zakking en rotatie

Een mestkelder beschouwen we als een geotechnische constructie voor wat betreft de veiligheid en bruikbaarheid met betrekking tot zakking (o.a. opdrijven) en rotatie [4]. We bekijken de constructie nu als één geheel en gaan niet in op het dimensioneren van bouwdelen. Voor de berekening heeft dat de consequentie dat we fundamentele belastingscombinatie 2 niet hoeven te beschouwen. We wijzen erop dat dit dus alleen geldt voor zover het een toetsing op zakking en rotatie betreft [3; art. 6.4.2.1]. Aldus resteert fundamentele belastingscombinatie 1. In die combinatie moeten we voor de belastingsfactor voor de grondwaterdruk (een ongunstig werkende permanente belasting waar het opdrij-

ven betreft) de waarde 1,0 hanteren en niet de in tabel 1 vermelde waarde 1,2 [3; art. 5.2.3]. Voor het eigen gewicht van de constructie zelf (een permanente belasting) moeten we een belastingsfactor 0,9 toepassen, omdat sprake is van een gunstig werkende belasting. Dit leidt tot de waarden die zijn vermeld in tabel 3.

Sterkte

Kijken we echter naar de sterkte van de keldervloer zelf en naar de trekbelasting op palen of ankers, dan moeten we fundamentele combinaties 1 en 2 allebei beschouwen. Ook moeten we dan als uitgangspunt weer de belastingsfactoren uit tabel 1 gebruiken. Deze aanpak moeten we volgen omdat we - anders dan in de voorgaande situatie, waarin we het gedrag (zakking, rotatie) van de constructie als geheel bekeken - nu kijken naar bouwdelen, bijvoorbeeld de keldervloer. We zien de kelder nu niet meer als een geotechnische constructie, maar als een funderingsconstructie. Dus moeten we de gebruikelijke belastingsfactoren hanteren. Er is echter wel één verschil: We mogen een belastingsfactor 1,2 voor de grondwaterdruk hanteren. Het is dus niet nodig dat we bij fundamentele combinatie 2 uitgaan van de factor 1,35. Dit betekent dat we bij de sterkteberekeningen dan uitkomen op de belastingscombinaties en belastingsfactoren die in tabel 2 vermeld zijn.

Opmerking

We adviseren ook te berekenen bij welke grondwaterstand de grondwaterdruk gelijk is aan het eigen gewicht van de kelder (belastingsfactor = 1.0!). We krijgen een goede indruk van de veiligheid tegen opdrijven door de aldus berekende en de in andere berekeningen gehanteerde grondwaterstand met elkaar te vergelijken. Zo'n vergelijking geeft, anders dan de berekening met belastingsfactoren, een helder beeld van de marge die we nog hebben op de in de berekeningen gehanteerde grondwaterstand.

Samenvattend

Vloeistofdruk en grondwaterdruk moeten we bij het uitvoeren van een sterkteberekening op constructiedelen in rekening brengen als een permanente belasting. De belastingsfactor is 1,2 als sprake is van een ongunstig werkende belasting. Als we de zakking of rotatie van de gehele constructie controleren, wat in de praktijk bij mestkelders vooral neerkomt op het controleren op niet-opdrijven, dan hoeven we slechts één belastingscombinatie te beschouwen. Het eigen gewicht van de kelder brengen we daarin in rekening met een belastingsfactor 0,9; de grondwaterdruk met een belastingsfactor 1,0.

Literatuur

1. NEN 6700, Technische grondslagen voor bouwconstructies TGB 1990 - Algemene basiseisen. NNI, Delft, 1991.
2. Fréney, J.W., J.H. van Ooijen (red.), Handleiding Bouwtechnische Richtlijnen Mestbassins (HBRM, 2^{de} druk). IMAG-DLO rapport 91-10 / CUR rapport 91-13, 1993.
3. NEN 6702, Technische grondslagen voor bouwconstructies TGB 1990 - Belastingen en vervormingen. NNI, Delft, 1991.
4. NEN 6740, Geotechniek. TGB 1990 - Basiseisen en belastingen. NNI, Delft, 1991.

fundamentele combinatie	permanente belasting	
	ongunstig werkend (grondwaterdruk)	gunstig werkend (eigen gewicht)
1	1,0	0,9

Tabel 3. De fundamentele belastingscombinatie (en bijbehorende belastingsfactoren) die we moeten beschouwen bij het controleren van het niet-opdrijven van een mestkelder (veiligheidsklasse 1)