

Björn Van de Walle*, Cathy Boone** & Hubert Kerrebrouck***

* Katholieke Hogeschool Brugge-Oostkust (KHBO), afdeling Bouwkunde, Zeedijk 101, B-8400 Oostende; bjorn.vandewalle@khbo.be

** Technum-Tractebel Engineering NV, afdeling Ports and Water, Gistelsesteenweg 1D, B-8400 Oostende

*** Maritieme Dienstverlening & Kust (MDK), afdeling Kust, Vrijhavenstraat 3, B-8400 Oostende

Schepen leggen aan in dokken langs kaaimuren, zo hoort dat nu eenmaal. Die verticale muren verbinden niet alleen land en schip en vergemakkelijken zo het aanmeren. De muur zorgt er ook voor dat de achterliggende grondmassa niet wegglijdt in het dok. Mede omdat ze zich grotendeels onder water – ja zelfs onder de bodem van het dok, rivier, kanaal of zee – bevinden, ontsnappen ze aan onze aandacht en waardering. Onterecht, zul je merken in wat volgt!

Diepere geulen, grotere dokken

Het scheepvaartverkeer neemt toe en de steeds groter wordende zeeschepen vergen in onze kusthavens alsmear meer diepgang – d.i. de verticale afstand tussen het wateroppervlak en de kiel van een schip. Daartoe zijn steeds diepere toegangsgeulen tot de havens vereist. Zo werd de Schelde in 2011 verder uitgediept op een elftal ondiepe plekken of ‘drempels’ om zo grotere zeeschepen met een diepgang tot 13,10

meter getij-onafhankelijk (zie inzetkader ‘getijvaren’) naar de haven van Antwerpen te kunnen loodsen. Ook de nieuwe havengeul te Oostende kreeg een verdiepingsbeurt om grotere zeeschepen te kunnen ontvangen.

Daarnaast zijn ook grotere en diepere dokken vereist, zoals geïllustreerd door de recente (her)aanleg van het Deurganckdok in de haven van Antwerpen, het Kluizendok in de haven van Gent en het Wielingen- en Albert II-dok in de buitenhaven van Zeebrugge. Het aan de kade leggen van de schepen gebeurt steeds langs verticale wanden, de zogenaamde ‘kaaimuren’. Die zorgen ervoor dat de beschikbare ruimte optimaal wordt benut en het lossen en laden van de schepen sterk wordt vereenvoudigd. Omdat ze zich grotendeels onder water en onder de bodem van het dok, rivier, kanaal of zee bevinden, geven ze hun geheimen niet gemakkelijk prijs. Vaak zijn enkel de betrokken ingenieurs en aannemers zich bewust van de grote ondergrondse constructies uit staal en beton. Deze dragen de zware lasten af naar de ondergrond.

Deze lasten zijn onder meer te wijten aan drukken uitgeoefend door de grond achter de muur, aan waterdrukken afkomstig van zowel het dok- als het grondwater en aan de belasting op de kade zelf. Bij dit laatste spreken we bijvoorbeeld over het gewicht van opeengestapelde containers, verkeer op de kade, kraanlasten,...

Kaaimuren in maten en gewichten

Er bestaan verschillende types kaaimuren. Men onderscheidt kaaimuren op basis van: (1) het funderingstype en –uitvoering en (2) de werking van de kaaimuur, d.i. de manier waarop hun stabiliteit verzekerd is. Samengevat worden, daar waar de directe ondergrond voldoende stabiel is, gewichtsmuren (in diverse uitvoeringen, zie verder) gebruikt. Wanneer de bovenste grondlagen niet draagkrachtig genoeg zijn om dit soort structuren te dragen, kiest men voor zogenaamde diepgefundeerde kaaimuren, zoals die van het Deense type.



Gewichtsmuren... wanneer de bodemgesteldheid het toelaat

Gewichtsmuren of graviteitsstructuren danken hun naam en stabiliteit aan hun eigengewicht. Dit kan gaan om een massieve muur in metselwerk, of in gewapend beton. Ze zijn dermate zwaar dat de zwaartekracht ze op hun plaats houdt en ze niet kunnen verschuiven of omkantelen. Ze bestaan in verschillende uitvoeringen: de L-muur, de J-muur, de blokkenmuur, de cellenwand en de caisson (zie hieronder):

L-muur

Je raadde het vast al: de L-muur wordt uitgevoerd in de vorm van een 'L' (zie figuur). De verticale wand van de muur vervult de grond- en waterkerende functie, m.a.w. ze houdt de grond achter de muur tegen en weerstaat de waterdruk aan beide zijden. Het horizontaal gedeelte of de bodemplaat draagt bij tot de stabiliteit van de constructie. De constructie geschiedt veelal in een diepe, door bemaling drooggelegde bouwkuip waarvan het bodempeil samenvalt met het aanzetniveau van de kaaimuur. Op de bodemplaat wordt een grote hoeveelheid grond aangevoerd die voor extra stabiliteit zorgt. Deze constructie wordt gefundeerd 'op staal'. Deze wat verwarrende naam voor een funderingswijze heeft niets met het materiaal 'staal' te maken, maar geeft aan dat de belasting van en op deze constructie rechtstreeks door de onderliggende grond wordt opgenomen. Dit in tegenstelling tot een kaaimuur van het Deense type (zie verder) dat gebruik maakt van palen om de belasting over te dragen naar de dieper gelegen draagkrachtige grondlagen.

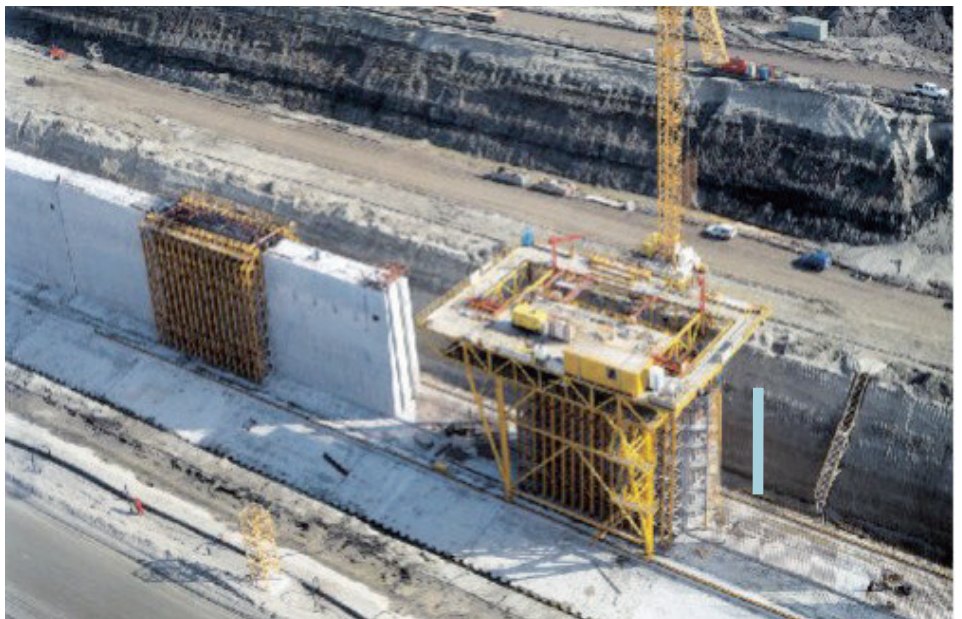
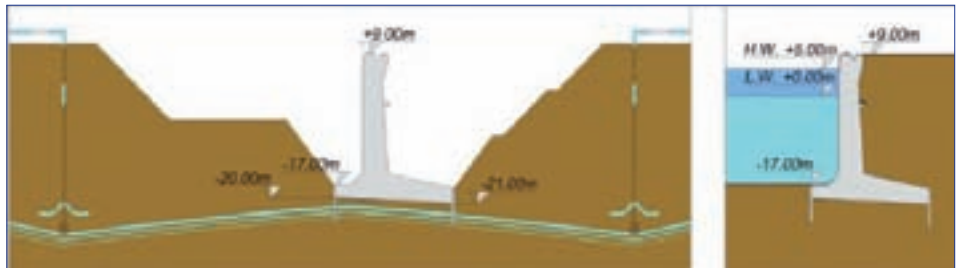
J-muur

Een alternatief voor de L-muur is de J-muur (zie figuur). Door de vorm van deze J-muur oefent de resultante van de lasten een nagenoeg verticale belasting uit op de ondergrond. Bij de L-muur is er, naast de verticale belasting afkomstig van o.a. het gewicht van de muur en de belasting erboven, ook nog een horizontale belasting. Deze is o.a. te wijten aan achterliggende grond- en waterdrukken en beïnvloedt de stabiliteit. Tot op heden is er nog geen J-muur gebouwd, hoewel de plannen klaar lagen om de kaaimuren van het Deurganckdok als J-muren op te trekken.

■ Bij de aanleg van de kaaimuren in het Deurganckdok werd overwogen om i.p.v. L-muren, te kiezen voor J-muren. Hoewel kostenbesparend, werd – vanwege nog onvoldoende ervaring met dit type – finaal toch gekozen voor de L-muur optie (Vandamme et al. 2007)

Tijvaren

De Schelde is een tijrivier, wat wil zeggen dat het spel van eb en vloed zich hier laat voelen vanaf de monding tot aan de zeesluizen in Merelbeke en Gentbrugge. Bij vloed stroomt het zeewater de Schelde op, stijgt het water en wordt de waterdiepte groter. Bij eb vloeit het Scheldewater terug naar de zee en vermindert de waterdiepte. Het verschil tussen hoog en laag water bedraagt tussen de 2 en 6 meter, afhankelijk van de locatie. Om veilig een rivier te kunnen op- of afvaren heeft een zeeschip een bepaalde waterdiepte nodig, die minstens gelijk is aan de diepgang. Vermits op de Schelde de waterdiepte varieert, kunnen zeeschepen met een grote diepgang in de problemen komen bij laagwater. Daarom dienen deze schepen het principe van 'tijvaren' toe te passen: wanneer de vereiste minimale waterdiepte niet voorhanden is, bij laagwater dus, mogen deze schepen de haven niet binnen of de rivier niet op. Ze dienen te wachten tot het water diep genoeg is om op de hoogwatergolf naar de verder gelegen haven te varen.



■ Een voorbeeld van een L-muur vindt men in het Deurganckdok (haven van Antwerpen). De kade telt er meer dan 5 kilometer L-muur van maar liefst 30 m hoog (Vandamme et al. 2007)





■ Kaaimuren worden ook wel aangelegd als zogenaamde blokkenmuren. Ze gelijken nog het best op grote opeengestapelde Duplo-blokken, maar dan uit beton zoals hier te zien bij de uitvoering vna het Palm Cove Canal project in Dubai (Civieltechnisch Centrum 2003 & www.dubai-waterfront.org)



Blokkenmuren

Blokkenmuren kan je je best voorstellen als opeengestapelde Duplo- of Lego-blokken maar dan veel groter en gemaakt uit beton (zie boven). Om de blokken mooi in elkaar te laten passen worden ze voorzien van een pen- en groefverbinding. Ook worden wel eens verticale openingen in de blokken gemaakt waarin een metalen profiel wordt geschoven die de blokken samen houdt. Een voorbeeld hiervan moeten we iets verder van huis gaan zoeken: in Dubai in het Midden-Oosten werd voor de uitvoering van het Palm Cove Canal gekozen voor een blokkenmuur.



■ Bij het Kentucky Dam project in Paducah (U.S.A.: 2001-2006) werd gebruik gemaakt van cellenwanden van naast elkaar geplaatste cilinders, die vervolgens met zand werden opgevuld (http://www.cjmahan.com/static/images/cjm/CJM_KYDamUpstream/cjm_upstream_sml_02.jpg)

Muren van metselwerk

Vroeger werden kaaimuren opgebouwd uit metselwerk. Voorbeelden hiervan zijn nog terug te vinden langs de kaaien van de Schelde in Antwerpen. Vormelijk zijn ze analoog aan de massieve betonnen muren, alleen vergen de grote aantallen voegen heel wat onderhoud.

Cellenwand

Een cellenwand kan opgebouwd worden uit verschillende cilinders die naast elkaar geplaatst worden en elkaar deels overlappen (zie foto). Zand, grind of een ander materiaal zorgt voor de nodige vulling van deze stalen cilinders. De cellen kunnen echter ook gevormd worden door twee rijen damplanken onderling te verbinden met dwarse rijen damplanken of met ankers.



■ Caissons als kaaimuurtechniek vonden ook hun toepassing bij de landing van Normandië. De geallieerden sleepten niet minder dan 146 caissons over het Kanaal om zo twee kunstmatige buitenhavens te construeren voor de geallieerden (Wikimedia)

Caissons

Caissons zijn grote betonnen bakken die zoveel als mogelijk in een droogdok worden voorbereid. Gezien de bakken uiteindelijk drijvend worden getransporteerd, hangt de graad van afwerking af van de plaatselijke omstandigheden (diepgang, vrije hoogte boven waterpeil, gewicht structuur). Wanneer ze afgewerkt zijn, wordt het droogdok gevuld met water waardoor de caissons als een schip gaan drijven. Intussen, terwijl men de caissons bouwt, voert men ook de voorbereidende werken uit op de plaats van bestemming. Daarbij gaan baggertuigen de ondergrond voor de

Kaaimeubilair

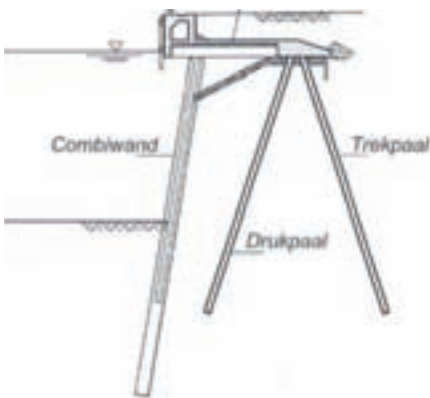
Kaaien worden uitgerust met zogenaamd 'kaaimeubilair':

- **ladders:** laten een drenkeling toe uit het water te klimmen.
 - **bolders:** de gietijzeren of stalen paddenstoelen waaraan de matrozen de trossen van de schepen met vakkundige knopen vastleggen. Het losmaken van de trossen moet immers in een korte tijdsspanne en zonder al te veel mankracht kunnen gebeuren.
 - **fenders:** een soort stootkussens (voorkomend in alle maten, vormen en gewichten) die dienen om schepen af te meren tegen de kaaimuur zonder het schip of de kaaimuur te beschadigen.
- Wanneer een schip met de stalen scheepshuid de betonnen of stalen kaaimuur raakt is de kans op schade aan de scheepswand immers reëel. Vandaar dat tussen de kaaimuur en het schip een 'stootkussen' wordt aangebracht. Dit stootkussen kan variëren van oude auto- of tractorbanden, over hardhouten balken tot ingenieuze stootkussens gemaakt van staal en kunststof.

- **reddingsboeien:** onmisbaar om drenkelingen ter hulp te snellen
- **haalringen en haalpennen:** door de kleinere schepen als bolder gebruikt. Ook op bolders kunnen haalpennen aangebracht worden met de bedoeling om grotere schepen te 'verhalen', d.i. het afgemeerd schip over een korte afstand te verplaatsen.



■ Een kaaimuur wordt afgewerkt met één of meerdere ladders, bolders (om trossen aan vast te knopen), fenders (=stootkussens), reddingsboeien en haalringen en -pennen. Bij deze laatste wordt alles ingebetonneerd behalve het knotsvormige uiteinde (BV; voor 'Fender' zie http://www.archirodon.net/content/projects/sp_detail.php?mainkat=&dir=img/32&detail_id=32)



■ Een kaaimuur van het Deense type bestaat uit een verticale wand (combiwand in dit geval), een platte L-muur bovenaan met de nodige drukpalen en trekpalen onder de betonnen vloer. (Handboek kademuren, Civieltechnisch Centrum 2003)

■ Bij Deense kaaimuren kan geopteerd worden om voor de verticale wand niet enkel met stalen damplanken te werken, maar een combinatie te hanteren van platte of geprofileerde damplanken en buispalen. Dit type wand noemt men een combiwand, zoals hier toegepast bij het bouwen van de kaai tussen het Tijdok en het Zeewezendok in de haven van Oostende (<http://www.vsf.nl>)

caissons egaliseren en de fundering van de caissons voorbereiden. Vervolgens worden de caissons onder nauwkeurige begeleiding van sleepboten en surveytoestellen naar hun plaats gesleept en ter plaatse afgezonken. Het afzinken gebeurt door ze te vullen met een mengsel van grond en water. Eens de caisson afgezonken is en volledig opgevuld met grond, wordt het bovenste deel van de structuur afgewerkt met ondermeer een betonplaat, de voegdichting en toebehoren (ladders, fenders, bolders: zie kader 'Kaaimeubilair').

Een leuke anekdote omtrent caissons voert ons terug naar de landing in Normandië in 1944. Toen werden tijdens de nacht van 5 op 6 juni en de daaropvolgende dagen niet minder dan 146 caissons, de zogenaamde 'Phoenix'-elementen, over het kanaal gesleept om ze respectievelijk vóór Omaha Beach en vóór de kust van Arromanches in een mum van tijd af te zinken (zie p.19). Om de aldus bekomen 'instant'-kaaimuren te beschermen tegen golfaanval vanop zee werden vóór de caissons schepen tot zinken gebracht. Op korte tijd werden zo twee kunstmatige havens, de zogenaamde Mulberry-havens, uitgebouwd voor de schepen van de geallieerden. De restanten van deze actie zijn nog altijd te zien op de stranden van Normandië.

Deense kaaimuur... bij kleihoudende of andere niet dragende grondlagen

Een zogenaamde 'kaaimuur van het Deense type' bestaat uit een ondiepe L-muur uit gewapend beton die op betonnen drukpalen en/of stalen trekpalen rust (zie figuur). Vooraan bevindt zich een stalen damwand of een gewapende diepwand. De stalen damwand kan gevormd zijn uit een opeenvolging van damplanken (dit zijn geprofileerde metalen platen ingezet bij de bouw van waterkeringen) of uit een combinatie van platte of geprofileerde damplanken en buispalen (= de zogenaamde combiwand, zie figuur). Beide worden door trillen of heien in de grond gebracht. Een diepwand is dan weer een verticale betonnen wand die volgens een bepaald procédé rechtstreeks in de grond gemaakt wordt.

Men opteert meestal voor dit type wanneer de bovenste grondlagen onvoldoende draagkrachtig zijn om massieve muren op te bouwen. Hierdoor zou een massieve blok horizontaal kunnen wegglijden richting kanaal of dok, of zou deze in de grond kunnen wegzakken (als ware het pudding). Ook een combinatie van beide kan voorkomen. Dit is vaak het geval bij kleihoudende grondlagen. Het principe is gelijkaardig aan het funderen van gebouwen op palen wanneer de directe ondergrond bestaat uit slappe klei- of veenlagen. De palen hebben als doel de bovenbelasting af te dragen naar onderliggende draagkrachtige grondlagen. De palen worden onder een hoek in de grond gebracht,

waardoor ook horizontale krachten worden opgevangen. Zo kan men de palen immers optimaal laten werken op druk of op trek. De lengte van de palen wordt zo bepaald dat hun paalpunt tot in een draagkrachtige grondlaag, bijvoorbeeld zand, steekt. De palen kunnen gemakkelijk 15, 20 of 25 m lang zijn.

Dit type kaaimuur is ideaal om 'in den natte' uitgevoerd te worden. Dit betekent dat het grondwater niet verlaagd moet worden en dat er geen grote uitgravingen nodig zijn. Dit type werd en wordt aan onze kust en in onze havens heel veel gebouwd. De kaaimuren van het Wielingendok en het Albert-II-dok in de buitenhaven van Zeebrugge en van het Kluzendok in Gent zijn voorbeelden van het Deense type.

Veelal laat men om technische redenen de oude kaaimuur zitten en bouwt men er een nieuwe kaaimuur overheen (zie kader). Het verwijderen van een oude kaaimuur vereist immers veel energie. Vaak kunnen de krachten niet gegeneerd worden, is de operatie te duur of is het risico op breuk te groot. Men zou dan de volledige kaaimuur moeten uitgraven om deze te kunnen verwijderen, een dure operatie. Wat men dan wel doet, is de bovenkant van de kaaimuur verwijderen zodat er een nieuwe constructie overheen gebouwd kan worden.

Waar je ook rekening mee dient te houden

Eender welk type kaaimuur men kiest, steeds moeten volgende extra zaken in rekening worden gebracht. Ten behoeve van de stabiliteit dient: (1) de waterdruk op de kaaimuur aan beide zijden gelijk te zijn (wat drainage veronderstelt om water toe te staan van de ene naar de andere kant te stromen) en (2) de grond die zich aan de waterzijde onderaan de kaaimuur bevindt (de zogenaamde *passieve grond*), beschermd te worden tegen erosie. Daarnaast is een regelmatig onderhoud van het allergrootste belang.

Drainage

De waterstand aan de voor- en achterzijde (of de water- en landzijde) van een kaaimuur kan sterk verschillen. Een verschil in waterstand kan ontstaan doordat aan landzijde de grondwaterstand al dan niet tijdelijk verhoogt (door bijvoorbeeld langdurige neerslag of irrigatie) terwijl de waterstand in de rivier of het kanaal niet of nauwelijks wijzigt. Door dit verschil in waterstand kan een bijkomende belasting op de kaaimuur ontstaan die nefast is voor de stabiliteit van de muur (zie beeld gekantelde kaaimuur). Om dit te voorkomen worden in kaaimuren drainagemogelijkheden voorzien



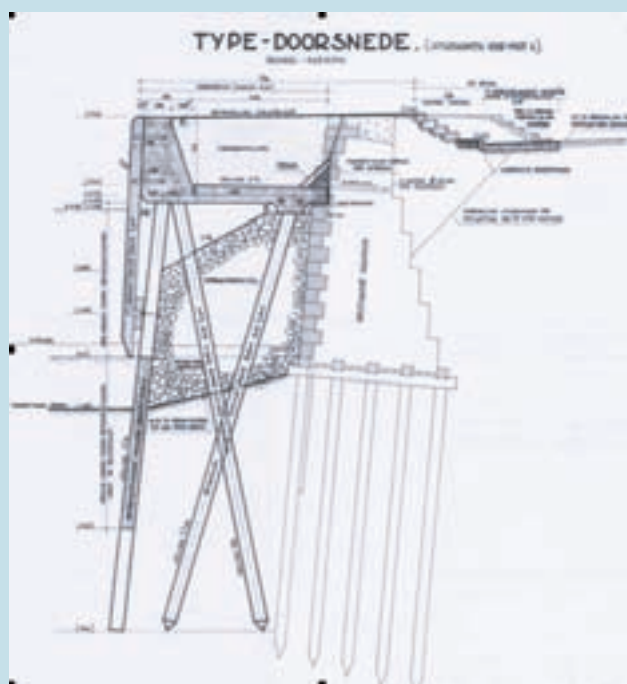
■ Een caisson kaaimuur die gekanteld is. Dit verhindert minstens tijdelijk alle havenactiviteiten op het kaaiterrein, met alle economische verliezen tot gevolg (http://research.eerc.berkeley.edu/projects/GEER/GEER_Post%20EQ%20Reports/Kobe_1995/ch3-2.html)

Waarom bouwt men nieuwe kaaimuren? Zijn de oude dan 'versleten'?

Kaaimuren zijn ontworpen voor een bepaalde levensduur en met het oog op specifieke randvoorwaarden zoals de vereiste diepgang van het dok. Toch kan de kwaliteit van de materialen niet eindeloos gegarandeerd blijven. Denk maar aan het roesten van metaal, betonrot en het dichtslibben van grondfilters. Aan de hand van een haalbaarheidsstudie passeren kosten en baten de revue en wordt het al dan niet herstellen of vernieuwen van een kaaimuur overwogen. Soms zijn oude kaaimuren inderdaad 'versleten' en vertonen ze schade waarvan de herstelling duurder uitvalt dan het bouwen van een nieuwe kaaimuur.

De hoofdreden waarom kaaimuren vervangen worden is echter niet omdat de oude versleten zijn, maar omdat de schepen die zich in de havens aanbieden een alsmaar grotere waterdiepte vereisen. Kaaimuren zijn immers ontworpen voor een welbepaald bodemniveau aan dokzijde. Het verdiepen van het dok zou de stabiliteit van de kaaimuur in het gedrang kunnen brengen.

Ook de steeds groter wordende kaailasten vereisen dikwijls een zwaarder uitgevoerde, lees nieuwe kaaimuur. Zo werden enkele jaren geleden op de Halve Maan site in de haven van Oostende een nieuwe kaaimuur en -plateau gebouwd om de zware betonnen sokkels van de offshore windmolens van C-Power te kunnen dragen.



■ Op deze foto is te zien hoe een nieuwe kaaimuur van het Deense type (donkere lijnen) bovenop een oude kaaimuur uit baksteenmetselwerk (lichte lijnen) opgetrokken werd rondom het Montgommerydok in Oostende (Bron: Afdeling Kust)

Wet van de communicerende vaten

De wet van de communicerende vaten is een regel uit de natuurkunde die eigenlijk de wet van het communicerende vloeistofpeil zou kunnen heten. De wet zegt dat in twee vaten die met elkaar verbonden zijn, de vloeistof in beide vaten altijd even hoog zal staan. Het woord communiceren moet in dit geval opgevat worden als uitwisselen: als twee watervaten vloeistof kunnen uitwisselen, dan communiceert het waterpeil in het ene met het peil in het andere vat. Voorwaarde daarvoor is dat de luchtdruk boven de vaten gelijk is, wat bij open vaten gewoonlijk het geval is.



Wet van de communicerende vaten: om het even welke vorm het 'vat' heeft, het water stijgt altijd tot eenzelfde hoogte wanneer deze vaten met elkaar in verbinding staan (<http://fys.kuleuven.be/pradem/images-print/comvaten.jpg>)

Wie is eigenaar van de kaaimuren?

Het is eerst en vooral nodig een onderscheid te maken tussen de begrippen eigenaar en beheerder. De eigenaar is de overheidsinstantie die de kaaimuur heeft gebouwd. Naast de afdeling Kust zijn andere overheden eigenaar van kaaien in havens en langs rivieren en kanalen. De beheerder is diegene die instaat voor het onderhoud en het gebruik van de kaaimuur. De eigenaar van de kaaimuur is dus niet steeds beheerder ervan. In de zeehavens van Zeebrugge en Oostende gebeurt het beheer door de havenbedrijven.



Zicht op een stuk van de 5,3 km lange kaaimuur van het Deurganckdok in aanbouw. De muren zijn 30 m hoog. De zwarte 'asfaltweg' helemaal onderaan is de erosiebescherming aan de teen van de kaaimuur. De zwarte platen op de muur zijn de fenders (http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/58/Kaaien_deurganckdok.jpg)

zodat het water de mogelijkheid krijgt om, conform de wet van de communicerende vaten (zie kader), aan beide zijden van de kaaimuur een gelijke waterstand aan te nemen. Dan is er geen netto resulterende waterdruk die uitgeoefend wordt op de kaaimuur. Deze drainageopeningen zijn voorzien van granulaire filters of geotextielen die het water doorlaten maar gronddeeltjes tegenhouden. Mettertijd kunnen die gaan verstopen, waardoor het nut van de drainageopeningen volledig verdwijnt. In de praktijk betekent dit dat bij het ontwerp van een kaaimuur, niet wordt gerekend op de werking van de filter. Wanneer deze verstopt, ontstaat een nadeliger situatie voor de kaaimuur dan deze waarvoor ze ontworpen was.

Passieve grond

Passieve grond is per definitie de grond die wordt samengedrukt door bijvoorbeeld het lichtjes verplaatsen van de muur. Deze grond biedt ondermeer weerstand tegen het horizontaal glijden en het kantelen van de kaaimuur en verzet zich aldus tegen een beweging van de muur. Wanneer deze 'passieve grond' verdwijnt, kan de stabiliteit van de kaaimuur in het gedrang komen. Dit verdwijnen van de grond of het eroderen van de bodem kan het gevolg zijn van een grotere stroomsnelheid in de nabijheid van een kaaimuur. Deze grotere stroomsnelheid kan bijvoorbeeld veroorzaakt worden door de stroming van water rondom een varend schip of door de schroefstraal van een vertrekkend of afremmend schip. Om erosie te vermijden, wordt een beschermingslaag van stortstenen of asfalt aangebracht op de bodem van het dok tegenaan de kaaimuur (zie foto).

Onderhoud

De afdeling Kust van de Vlaamse Overheid staat in voor de beveiliging van de bevolking, het hinterland én het 'patrimonium' ingezet tegen het geweld van de zee (stormvloed en overstromingen). Dit patrimonium is eigendom van het Vlaams Gewest en omvat bouwkundige werken zoals kaaimuren, strandhoofden, zeedijken, steigers, oeververdediging,

sluizen, bruggen,... Vanuit de integrale kwaliteitszorg is het noodzakelijk het gedrag van deze constructies of 'kunstwerken' systematisch en nauwkeurig op te volgen. Om tijdig de vereiste maatregelen te kunnen treffen beschikt de afdeling Kust over een inspectieteam dat periodieke controles uitvoert. Aan de hand van een score van 0 tot 5 (op een zogenaamde 'Balanced Scorecard') wordt de toestand van de kunstwerken geëvalueerd. Een score 5 betekent dat het kunstwerk in goede staat verkeert. Bij een score 4 zijn kleine reparaties nodig. Een score 3 verraadt structurele schade. Lagere scores betekenen dat er iets grondig fout zit en dat snel ingrijpen noodzakelijk is. Op deze manier kan een prioriteitenlijst opgemaakt worden van de kunstwerken welke een dringende onderhoudsbeurt vereisen. De vaststellingen van de inspectieteams komen in een inspectierapport dat zijn weg vindt naar de 'Patrimonium' databank. Deze databank houdt een gedetailleerd overzicht bij van de verschillende kunstwerken in het bezit van de Vlaamse overheid en kan een optimale bewaring en veilig gebruik van het patrimonium garanderen. Tevens vermijdt het schade en leidt het tot een zo economisch mogelijk gebruik van de beschikbare financiële middelen, bijvoorbeeld door een preventief onderhoud te voorzien om later grotere onderhouds- of vernieuwingskosten te vermijden. Ook bij het ontwerp van nieuwe kaaimuren is de ervaring opgedaan bij de inspecties van onschatbare waarde.

De opbouw van de databank 'Patrimonium' vereist veel inspanning en is nog volop in ontwikkeling. Ook plantekeningen van kaaimuren (en andere kunstwerken) worden stelselmatig gedigitaliseerd. Een werk van lange adem. Veel plantekeningen dateren van eind 19^{de} eeuw en vallen bijna uit elkaar. Het minutieus restaureren en digitaliseren (lees inscannen) van deze plantekeningen is monnikenwerk.

Bronnen

- Civieltechnisch Centrum (2003). Handboek kademuren.
- Vandamme M., G. Bernaers & F. Aerts (2007). Construction of the Deurganckdok in the Port of Antwerp, Belgium.
- http://www.cjmahan.com/static/images/cjm/CJM_KYDamUpstream/cjm_upstream_sml_02.jpg