

KUSTVERDEDIGING: DE STRIJD TEGEN DE ZEE

De zee als vijand...

In de 13de en 15de eeuw hadden de lage landen meerdere grote overstromingen te verwerken. Verser in het geheugen ligt de overstromingsramp van februari 1953, toen door de combinatie van noordwesterstorm en springtij extreme vloedstanden werden bereikt die grote delen van Zeeland en Zuid-Holland onder water zetten. De gevolgen waren rampzalig. Meer dan achttienhonderd mensen en nog veel grotere aantallen dieren verdronken en er was ontzettend veel materiële en emotionele schade. De nood aan een betere bescherming (hogere en sterkere dijken) van de laaggelegen polderdorpen tegen stormvloeden was nooit zo hoog. Een herhaling van deze ramp moest en zou vermeden worden.

De oorzaak was duidelijk: de kruin van de dijken lag over tientallen kilometers veel te laag en de golven liepen over de kruin heen. Op vele plaatsen werd het zeewaartse talud beschadigd, waardoor het gehele landwaartse talud en gedeelten van de kruin progressief door het overstortende water weggevreten werden. Dit leidde op vele plaatsen tot een volledige dijkdoorbraak.

Hard tegen (on)zacht

Van nature bestaat er zoiets als een dynamisch evenwicht, waarbij de zee nu eens neemt en dan weer geeft. Toch is en blijft een goede bescherming tegen de soms opdringerige zee een pure noodzaak voor elke dichtbevolkte streek die aan de zee grenst. Om de zee van antwoord te dienen is er in principe keuze tussen harde zeeweringstechnieken en zachte kustverdedigingen. Bij de harde oplossing denken we bijvoorbeeld aan de aanleg van golfbrekers, strandhoofden, dijken, e.d. Een zachte techniek kan er uit bestaan afkalving van de duinen te voorkomen door te voorzien in een regelmatige aanvoer van nieuw zand op het strand (zandsuppletie) of door natuurlijke begroeiing aan te planten op kwetsbare plaatsen. In beide gevallen wordt het natuurlijk milieu beïnvloed en de natuurlijke gang van zaken grondig verstoord. De natuur wordt gedwongen om een nieuw evenwicht te zoeken en in te stellen. Het is daarom ook van groot belang te weten – vóór met de bouw aangevan-

gen wordt – welke dit nieuwe evenwicht zal zijn, wat geen makkelijke opgave is. De wetenschap is al ver gevorderd m.b.t. het voorspellen van kustdynamische en de daaraan gekoppelde kustmorfologische processen. In sommige gevallen

blijft het echter koffiedik kijken. Een uitgebreid milieueffecten rapport (MER) en maatschappelijke impact studie (MAIS) onderlijnt de positieve én negatieve kanten van een kustverdedigingsproject. Door een gepaste vormgeving, met aandacht voor de esthetische en ecologische aspecten bij het ontwerp, kan een kustverdediging zo goed mogelijk in het landschap ingepast worden. Natuurlijk mogen ook het toeristisch karakter (alle vormen van recreatie met bijhorende infrastructuur) en de economische aspecten (o.a. het prijskaartje van zo'n kustverdedigingsproject) niet uit het oog verloren worden. De nood aan geïntegreerd kustzonebeheer wordt hier duidelijk.



DD

Een goede kustverdediging is een pure noodzaak voor elke dichtbevolkte streek grenzend aan de zee



WWK

Vroeger werden harde zeeweringstechnieken wel vaker als enige, zaligmakende oplossing beschouwd. Hier de kaarsrechte dijk met weg en tal van strandhoofden ter hoogte van het duingebied Raversijde



MD

Helmgras is een natuurlijke stabilisator van de duinen en wordt vaak aangeplant om verstuiving tegen te gaan

Natuurlijkheid versus kustverdediging: een delicaat evenwicht

Vroeger hadden zee en wind vrij spel in de duinen. Het duingebied veranderde voortdurend en een rijke fauna en flora hadden zich hier wonderwel aan aangepast. Toen kwam de mens die probeerde zoveel mogelijk het zand in de duinen vast te houden met helmgras en rijshouthagen en op tal van andere manieren ingreep in het duinecosysteem. Veel van de planten en dieren van toen zijn verdwenen en het duingebied moest aan biodiversiteit inleveren. Door het kunstmatig voeden van stranden met zand is het aanplanten van helmgras op veel plaatsen in de



WWK

Bij een meer dynamische, zachte aanpak – zoals hier tussen De Haan en Wenduine – kan de duinvoet worden beschermd d.m.v. rijshouthagen die in regelmatige patronen worden uitgezet

duinengordel nu minder noodzakelijk geworden, mag de wind weer door de duinen waaien en kan het zand weer iets vrijer stuiven. Ook wordt erover nagedacht om de zee hier en daar weer de duinen te laten instromen. Men beoogt het herstellen van de mooie natuur van weleer, rijk aan verschillende planten en dieren. Maar men mag bij dit fraaie natuurplaatje niet vergeten dat onze kust ook goed beschermd moet blijven tegen de grillige Noordzee. Het 'Intergovernmental Panel on Climate Change' schat dat met een verwachte temperatuurstijging van ongeveer 1,5°C tegen 2100, de zeespiegel in het Noordoost-Atlantisch gebied zal stijgen met circa 50 cm en dat de storm- en regenintensiteit zullen toenemen. Er is dus een blijvende nood aan een degelijke kustverdediging om het hinterland te beschermen tegen de soms drieste aanvallen van de zee. Een goed kustverdedigingontwerp vindt dan ook een compromis tussen de eisen van de verschillende belanghebbende partijen. Veelal zijn deze tegengesteld. Het doel is het dynamisch handhaven van de kustlijn met een zo beperkt mogelijk arsenaal aan middelen en inspanningen. Dit betekent dat de natuurlijke processen zo min mogelijk mogen belemmerd worden, maar dat ingegrepen wordt als er land blijvend verloren dreigt te gaan.

De harde aanpak: strandhoofden, dijken en duinvoetversterkingen...

Harde constructies zijn meestal slechts een optie voor specifieke locaties. Wanneer de veiligheid van de achterliggende gebieden op de eerste plaats komt te staan, is harde kustverdediging soms de enige uitweg. Deze wordt meestal zeewaarts uitgebouwd. De aanval is immers de beste verdediging. De lijst met mogelijke vormen van harde kustverdediging is groot en verschillende constructies kunnen gecombineerd worden. Zelfs een samengaan van harde en zachte kustverdediging kan zinvol zijn.

Om het strand tegen erosie te beschermen, bouwt men in zee *strandhoofden* uit. In de volksmond worden ze doorgegaans en verkeerdelijk 'golfbrekers' genoemd. Deze constructies dienen echter hoegenaamd niet om golven te breken, maar veeleer om de natuurlijke aangroei van het strand te bevorderen. Door de waterstromingen tussen de opeenvolgende hoofden in te perken en als het ware uit de kustzone te drukken krijgt het in het water aanwezige zand de tijd om te bezinken, waardoor het strand zeewaarts aangroeit. Deze strandhoofden kunnen bestaan uit open paalrijen (veel in Nederland), maar zijn in België veelal



WWK

Ter hoogte van het Westhoekreservaat (De Panne) is een harde duinvoetversterking aanwezig



WWK

Herstelwerkzaamheden aan de dijk van Raversijde



WWK

Strandhoofden in de vorm van palenrijen zijn aan onze kust heel ongewoon, maar niet zo in delen van Nederland

uit zinkstukken of stortsteen samengesteld, beschermd door met asfalt vermengde steen, basalt- of betonblokken.

Het opwerpen van *dijken* is een tweede optie binnen de harde kustverdedigingstechnieken. Het dijklichaam wordt meestal opgebouwd uit een materiaal dat in de onmiddellijke nabijheid voorhanden is. Klei is een zeer nuttig materiaal, aangezien het waterafdichtende eigenschappen vertoont. De lage schuifweerstand ervan is dan weer een nadeel. De kern van de dijk wordt beschermd door betonslabben of -blokken, natuursteen, stortsteen (al dan niet doordrenkt met bitumen), asfalt of andere materialen. Om te voorkomen dat deze bekleding onder invloed van de golfwerking opgeheven wordt of afglijdt, is een degelijk ontwerp (d.i. een juiste dimensionering) naast een regelmatig onderhoud noodzakelijk. Soms kan het bekleden van dijken met helmgras (een grassoort met lange wortels) het zand voldoende vasthouden, maar soms volstaat deze techniek geenszins. Meestal worden verschillende taludbekledingen gecombineerd. Het onderwatertalud krijgt een minder dichte bekleding dan het bovenwatertalud en de kruin van de dijk.

Door voortschrijdende stranderosie wordt eerst de duinvoet aangetast.



WWK

De kern van een dijk wordt afgeschermd met behulp van betonblokken of andere materialen

Hierdoor komt de stabiliteit van de rest van het duin in gevaar. Een *duinvoetversterking* kan in dergelijke gevallen noodzakelijk zijn om de stabiliteit te verzekeren. Verschillende materialen staan ter beschikking van de creatieve ontwerper: schanskorven, zinkstukken of puinmateriaal. Vaak is een duinvoetversterking vanop het strand helemaal niet zichtbaar en ligt ze verscholen onder een dikke laag zand. Pas tijdens een hevige storm komt de duinvoetversterking te voorschijn en begint deze haar beschermende functie uit te oefenen.

... en échte golfbrekers

Golven bevatten veel energie en oefenen een grote kracht uit op de zeeverende constructie. De constructie moet aan deze natuurkrachten kunnen weerstaan en al de energie moet op één of andere manier gedissipeerd (verspreid en afgezwakt) worden. Een *golfbreker*, per definitie gebouwd dwars op de golfrichting, is dan ook de meest solide en betrouwbare structuur die aan deze golfaanval kan weerstaan. Er bestaan verschillende types golfbrekers.

De golfbrekers of strekdammen rond de haven van Zeebrugge zijn het bekendste voorbeeld aan onze kust. In de toekomst zullen ook de nieuw te bouwen haven-dammen ter bescherming van de havenmond van Oostende een golfbrekende functie vervullen.

Omwille van de lagere kostprijs en de gemakkelijke bouwmethode is de *stortsteengolfbreker* het meest aangewende type in onze streken. Een stortsteengolfbreker bestaat uit een kern, een filterlaag en deklaagelementen. De kern maakt de 'massa' van de golfbreker uit. De filterlaag voorkomt dat de stenen uit de kern



BV

Gegroefde kubusvormige betonblokken vormen de deklaag van een deel van de westelijke strekdam te Zeebrugge

weggespoeld worden door de golven en de deklaag houdt de filterlaag op haar plaats. De deklaag kan bestaan uit gewone stortsteen, maar kan ook bestaan uit artificiële betonnen deklaag-elementen zoals gegroefde kubussen, HARO-blokken (zie kader), tetrapods, accropods, dolossen, e.d. Vooral de hoofden van de golfbrekers (dit zijn de uiteinden van de golfbreker) worden extra zwaar belast en dienen gepaste bescherming te genieten. Afhankelijk van de plaats waar de golfbreker wordt aangelegd kunnen stromingen worden afgebogen, waardoor de oorspronkelijke kustmorfologie (het resultaat van afkalving en afzetting) een totaal ander beeld krijgt.

Een andere mogelijke oplossing om de golfaanval op de kust te verminderen is het bouwen van een golfbreker evenwijdig met de kustlijn. Ze kunnen zich volledig onder water bevinden of met een kruin die nog net boven het wateroppervlak uitsteekt. Deze *onderwatergolfbrekers* komen niet voor aan onze kust maar worden elders gebruikt als een doeltreffend instrument vooral wanneer het sedimenttransport loodrecht op de kust afgesneden moet worden. Tevens werken ze het breken van de golven in de hand en zorgen ervoor dat de golven die de kust bereiken een heel stuk van hun kracht hebben ingeboet.

Onderwatergolfbrekers kunnen aanleiding geven tot een aangroei van het strand in de richting van de golfbreker (een zogenaamde 'tombolo'). Een nadeel van een volledig ondergedompelde golfbreker is het minder efficiënt afblokken van de golfwerking in vergelijking met golfbrekers waarbij de kruin net boven het wateroppervlak uitsteekt. Het niet zichtbaar zijn van de dam is dan weer een voordeel.

Een ander type golfbreker – dat eveneens niet aan onze kust wordt aangetroffen – is de *monolithische golfbreker*. Deze is niet meer opgebouwd uit stortsteen maar kan veeleer vergeleken worden met één grote betonnen doos (caisson). Bovenop deze constructie wordt meestal een parapetmuur voorzien: een muur met een speciale vormgeving zodat het water dat op deze muur terechtkomt terug in zee wordt gekatapulteerd. Het grote verschil met stortsteengolfbrekers is dat monolithische golfbrekers aan veel grotere krachtweringen moeten kunnen weerstaan, vooral wanneer een golf op de muur breekt (golflap).

Een vierde type golfbreker is de *drijvende golfbreker*. Deze dient meestal om een offshore werkplaats of een (jacht)haven in rustig golfklimaat tijdelijk of langdurig te beschermen. Het belangrijkste verschil met een gewone golfbre-

ker is dat deze golfbrekers drijven in plaats van op de zeebodem te rusten. Ze zijn zeer flexibel, goedkoop en kunnen in een mum van tijd weggenomen worden. Ze bewegen mee op en neer met het getij. Enkel het geleidingsmechanisme kan voor enige visuele hinder zorgen.

Waterbouwkundige ingenieurs aan de slag

Een kustverdediging wordt meestal ontworpen m.b.v. een numeriek model (computer) of een fysisch model (situatie nagebootst op schaal) in een waterbouwkundig laboratorium. De nieuw te bouwen structuur wordt gemodelleerd in een golfgoot (tweedimensionaal) of een golf-tank (driedimensionaal) en verschillende extreme stormsituaties worden nagebootst. Hierbij is de keuze van de ontwerp golfhoogte, de golfperiode en het ontwerp peil bepalend. Een verkeerde keuze kan ernstige gevolgen hebben. Afhankelijk van de specifieke wensen naar kustverdediging toe, worden verschillende zaken als sedimenttransport, golfwerking, golfloop, golfovertopping, e.d. onderzocht (zie kader). Golfloop en golfoverslag zijn de belangrijkste factoren die de kruinhoogte van een zeewerende constructie bepalen. Zelf worden ze beïnvloed door tal van parameters zoals de invallende golfhoogte, de golfperiode, het waterpeil, de topografie van het voorland, enz. De golfaanval zal krachtiger zijn en de golfloop hoger, bij een dijk gelegen in dieper water. Bij een dijk gelegen aan een ondiepe kust en met een uitgestrekt voorland (waardoor golven gaan breken op het voorland en niet op de constructie) is dit veel minder het geval. Hoe lager de kruin van de dijk, hoe meer water er over de dijk wordt geslingerd en hoe groter

het gevaar op dijkschade en overstroming. Een belangrijke vraag stelt zich: hoe zwaar wegen zaken als maximale veiligheid en verliezen (materieel en mensenlevens) door overstromingen op tegen de zeer hoge aanleg- én onderhoudskosten? Om golfoverslag tot een minimum te herleiden kan het soms noodzakelijk blijken de kruin van een golfbreker hoog boven het wateroppervlak te laten uitrijzen, wat een niet al te fraai zicht kan opleveren. Het is een uitdaging voor de waterbouwkundige ingenieur om een efficiënte constructie te laten uitmonden in een esthetisch verantwoord eindresultaat.

Met de zachte hand kan het natuurvriendelijker, efficiënter en goedkoper

Al eeuwenlang beschermen de duinen de kust en de achterliggende polders. Toch moesten de mensen de natuur vaak een handje helpen om het land tegen de zee te beschermen. Na een storm werd de schade aan de duinen met man en macht hersteld en in het voorjaar werden de duinen met helmgras beplant om zo genoeg weerstand te bezitten om het komende stormseizoen (herfst/winter) zonder al te veel schade door te komen.

Met de toenemende technische mogelijkheden greep men steeds vaker naar het motto 'hard tegen hard'. De stabiele grens tussen land en zee werd statisch gerealiseerd. Dijken, strandhoofden en duinvoetversterkingen werden aangelegd in de overtuiging dat dit de stevigste en dus automatisch de beste werkwijze was. Pas recent groeide het besef dat een goede kustverdediging ook kan gerealiseerd worden d.m.v. een meer dynamische evenwichtskustlijn. Daarbij wordt de zee niet langer bestreden, maar laat men ze een actieve rol spelen in de continue



WWK

Harde zeeweringen hebben het vaak hard te verduren onder de beukende kracht van de zee. Hier de rotonde van Wenduine vóór de herstellingswerken



WWK

Met zandvangervangers worden ongewenste verplaatsingen van zand door de wind zoveel mogelijk tegengehouden



WWK

Kranen en bulldozers rijden af en aan op het strand om het opgespoten zand optimaal te verdelen

wisselwerking tussen de zee, het strand en de duinen. Eén van de belangrijkste (en milieuvriendelijkste) vormen van zachte kustverdediging is *zandsuppletie*. Het woord 'suppletie' betekent gewoon aanvulling: het weggewaarde zand of het door de zeegolven weggeslagen zand wordt weer aangevuld met zand dat vanuit de zee wordt aangevoerd. De toegangsheuvels tot havens vormen een belangrijke winplaats voor dit zand. Deze toegangsheuvels dienen continu gebaggerd om een bepaalde diepgang te voorzien voor schepen die de betreffende haven aandoen. In plaats van het gebaggerde zand op bepaalde afgebakende locaties op zee te gaan dumpen, wordt het nuttig gebruikt voor suppletie op stranden. Hopperzuigers, enorme schepen uitgerust met een soort stofzuigerslang, zuigen zand uit zee. Dit zand wordt door grote pijpen naar de kust geperst en op het strand gespoten.

Veelal werd vroeger enkel de opgelopen schade hersteld. Nu wordt een extra hoeveelheid zand voorzien die dient als slijtlaag om het strand en de duinen te beschermen. Tijdens een storm mag die laag gewoon wegslijten en bij rustig weer herstelt de stormschade aan de duinen weer vanzelf. De slijtlaag vangt de erosie gedurende een bepaalde tijd op. Zo blijft het duingebied even breed. Het zand van de slijtlaag verdwijnt echter wel geleidelijk aan. Maar geen nood, het oorspronkelijke strand en de duinen blijven intact. Als het nieuw aangebrachte zand bijna allemaal weer weggeërodeerd is, wordt er opnieuw 'gesuppleerd'. De baggerspecie die voor het suppleren wordt angewend moet natuurlijk van goede kwaliteit zijn. Strandvoeding stelt hoge eisen aan de zuiverheid van de baggerspecie. En ook de korreldiameter en korrelvorm moeten aan bepaalde criteria voldoen.

Zo zijn sferische zandkorrels heel wat meer erosiegevoelig dan hoekige zandkorrels.

Zandsuppletie is een zeer doeltreffende methode, zeker wanneer ze toegepast wordt in combinatie met één of andere vorm van harde kustverdediging (zoals bijvoorbeeld het aanleggen van strandhoofden loodrecht op de kust). Ze kan bijna overal toegepast worden, maar niet overal langs de kust is dit de meest aangeraden of goedkoopste oplossing. Op sommige plaatsen wordt het aangevoerde zand even snel terug afgevoerd. Zeker gedurende zware stormen kunnen op relatief korte tijd grote hoeveelheden zand verdwijnen. Steeds opnieuw deze hoeveelheden zand opspuiten kan uiteindelijk een financiële aderlating betekenen, niettegenstaande zand een relatief goedkoop bouw materiaal is. Anderzijds past zandsuppletie bij het natuurlijk

karakter van onze kust. De natuurlijke processen langsheen de kust worden nauwelijks verstoord, wat vaak niet het geval is bij dijken, strandhoofden en golfbrekers.

Om het zand beter vast te houden, wordt het zand ook wel eens opgespoten in een matrix van geotextielbuizen welke opgevuld worden met zand (zie restanten ter hoogte van Lombardsijde strand). Ook kunnen kleine kunststofelementen

toegevoegd worden aan het zand om het aldus te wapenen. Anderen opperen dan weer om het duinzand met een chemisch middel te gaan impregneren om zo het zand 'zwaarder' te maken, zodat het minder onderhevig wordt aan erosie. Of om het zand biologisch te laten verkiten door micro-organismen aan het zand toe te voegen. Al deze manieren zijn meer of minder doeltreffend maar doen grote vragen rijzen bij het milieuvriendelijk karakter ervan.

Ook binnen de categorie zachte kustverdedigingsmaatregelen worden alternatieven onderzocht, zoals het suppleren op een onderwateroever in plaats van op het strand. Een dergelijke onderwaterberm of voedingsberm breekt de golven waardoor de kust minder zwaar wordt aangevallen. Bovendien wordt op die wijze zand van de voedingsberm naar de kust getransporteerd en worden eventuele verliezen te wijten aan stranderosie hiermee tenietgedaan. Het strand wordt



WWK

In De Haan werd anno 2000 het strand kunstmatig verbreed d.m.v. uitgebreide zandopspuitingen. Het zand werd door de sleephopperzuiger Vespucci gebaggerd in de vaargeulen naar onze havens toe en vervolgens met een persleiding naar het strand gepompt



WWK

Om het zand beter vast te houden, wordt het ook wel eens opgespoten in een matrix van geotextielbuizen. Deze techniek is (gelukkig genoeg) nooit echt succesvol gebleken aan onze kust

dus als het ware gevoed met zand uit zee. Uit studies is gebleken dat de aanwezigheid van een versterking (grind- of steenbestorting) aan de voet van de suppletie de stabiliteit zeer ten goede komt.

Oostende straks niet langer de zwakke plek in de kustverdediging

De plannen voor een vernieuwde zee-wering te Oostende zijn ver gevorderd. En dat bleek nodig. De plannen voor een verhoogde bescherming van de Oostendse binnenstad tegen het geweld van de Noordzee liggen al geruime tijd op tafel en zorgden herhaaldelijk voor geanimeerde discussies. Tijdens een zware storm spat het water immers metershoog op de zeedijk. De retourperiode van de storm waartegen de Oostendse dijk nu is opgewassen (d.i. de periode waarin een bepaalde storm, gekenmerkt door een welbepaalde golfhoogte, statistisch één keer voorkomt) is veel te klein. Met de huidige geplande werkzaamheden aan de zeedijk die passen in de herinrichting van de Oostendse haventoeegang wil de administratie Waterwegen en Zeewezen (AWZ) Oostende beschermen tegen een storm met een retourperiode van 1000 jaar, zoals reeds gebruikelijk is voor dijkrestauratie en -ontwerp in de ons omringende landen. En daarmee behoort het overslaande water ter hoogte van de zeedijk straks definitief tot het verleden.

Tot slot

Het was niet de bedoeling in deze tekst alle mogelijke kustverdedigingstechnieken aan te halen. Het is trouwens onmogelijk binnen deze context een volledig overzicht te geven. Elke constructie heeft z'n voor- en nadelen. Het komt er gewoon op aan het juiste ontwerp op de juiste plaats aan te wenden en zoveel mogelijk rekening te houden met de wensen van alle belanghebbende partijen en functies van onze kust zonder het veiligheidsaspect uit het oog te verliezen.

Tijdens een storm lijkt de hel losgeslagen op zee: de wind raast over het water, golven beuken ongenadig in op de kust, kolkend en bruisend probeert het zoute zeewater het strand te veroveren. We zullen maar gewapend zijn...

Björn Van de Walle



WWK

Oostende krijgt binnenkort een vernieuwde zeekering die de stad moet behoeden tegen het soort stormen dat theoretisch slechts eens om de 1000 jaar voorkomt

Ter verduidelijking:

Deklaagelementen voor zeekerende constructies:

- * *HARO-blok*: een massieve betonblok met een grote centrale opening, ontwikkeld door de Belgische professor Julien Derouck en gebruikt als deklaag voor de Zeebrugse strekdammen
- * *Tetrapod*: een betonnen blok met vier armen op een centrale kern, in de jaren '50 in Frankrijk ontwikkeld als één van de eerste kunstmatige deklaagelementen voor zeekerende constructies
- * *Dolos*: eveneens een betonnen blok, maar bestaande uit twee loodrecht op elkaar geplaatste balken, van elkaar gescheiden door een centraal verbindingsstuk. Dergelijke onregelmatige structuren zijn zo ontworpen dat ze goed in elkaar grijpen, ook wanneer ze willekeurig in los verband worden geplaatst

Termen i.v.m. golven:

- * *Golfhoogte*: afstand tussen het golfdal en de golftop
- * *Golfploop*: het fenomeen waarbij een invallende golf een helling (bijv. van een dijk of golfbreker) oploopt
- * *Golfoverslag of -overtopping*: het fenomeen waarbij de kruin van de zeekerende structuur niet hoog genoeg is en de golven over de kruin slaan
- * *Golfperiode*: de tijd die verloopt tussen twee opeenvolgende golftoppen
- * *Golflengte*: afstand tussen twee opeenvolgende golftoppen