



Sluizen met bespaarbassins bestand tegen aardbevingen

**[SPECIAL
INFRA]**

Werk aan de waterweg

Het Panamakanaal krijgt na honderd jaar nieuwe sluizen, zodat vanaf 2014 nog grotere schepen en nog meer vracht de doorsteek kunnen maken van de Grote naar de Atlantische Oceaan en omgekeerd. Grote bassins moeten zorgen dat het kanaal ook in het droge seizoen genoeg water heeft. De sluiskolk en sluisdeuren zijn zo ontworpen dat ze aardbevingen kunnen weerstaan. 'De beschikbaarheid van de sluizen moet op maandbasis 99,6 % bedragen.'

Verdieping en verbreding moeten ervoor zorgen dat grotere schepen het Panamakanaal kunnen passeren.

MALARIA EN MARINESCHEPEN

‘Die Fransen hadden echt geen flauw benul waar ze mee bezig waren’, zegt ir. Dries Bogaert van het Belgische baggerbedrijf Jan De Nul. Varend door de nieuw gebagere aanvoerroute naar de sluisen aan de Atlantische zijde van het Panamakanaal wijst hij een smalle en overgroeide watergang aan. ‘Daar probeerden de Fransen het kanaal in de negentiende eeuw aan te leggen.’ De geschiedenis van het Panamakanaal gaat bijna vijf eeuwen terug. Al in 1534 liet de koning van Spanje onderzoeken of de bouw van een waterweg door het huidige Panama haalbaar was. Pas in de tweede helft van de negentiende eeuw werd er echt werk van gemaakt. Onder leiding van Ferdinand de Lesseps, die faam had ver-

worven met het Suezkanaal, begon Frankrijk in 1880 met de bouw van een kanaal op zeeniveau. De slecht voorbereide onderneming – geologisch onderzoek vond nauwelijks plaats en daardoor traden regelmatig aardverschuivingen op – werd geplaagd door malaria en gele koorts en in 1893 gestaakt. Ten minste 22 000 mensen hadden de dood gevonden. In 1905, twee jaar nadat de Verenigde Staten Panama een handje hielpen bij de onafhankelijkheidsstrijd tegen Colombia, gingen de Amerikanen aan de slag. De VS hadden vooral uit strategisch oogpunt interesse in een korte verbinding tussen de Atlantische en de Grote Oceaan. Het land had één marinevloot en wilde in korte

tijd schepen van de oost- naar de westkust of omgekeerd kunnen laten varen. Hoofdingenieur John Frank Stevens, die eerder de bouw van de Great Northern Railway leidde, bestudeerde het Franse drama tot in detail. De bouw van een kanaal op zeeniveau zou gezien de hoeveelheid af te graven rots en grond ondoenlijk zijn, concludeerde hij. Met succes pleitte hij voor een kanaal boven zeeniveau, waarbij sluisen het hoogteverschil moesten overbruggen. Zijn plan voorzag tevens in de bouw van een aantal dammen, waardoor een groot kunstmatig meer ontstond, het huidige Meer van Gatún. Het sluisformaat werd afgestemd op het grootste oorlogsschip dat de Verenigde



Een stoomgedreven graafmachine tijdens de aanleg van het Panamakanaal in 1906.

Staten op dat moment in de vaart hadden. Inmiddels was ontdekt dat muggen verantwoordelijk waren voor de verspreiding van malaria en gele koorts. Muskietennetten bespaarden de arbeiders veel leed. Ook technisch was er veel vooruitgang geboekt: terwijl de Fransen aangewezen waren op houweel, schop en

paard, brachten de Amerikanen een technisch hoogstandje naar Panama, de stoomgedreven graafmachine. De machines hadden een schep van 1,9 m³ en deponeerden het afgegraven materiaal direct in een langszij geparkeerde trein. Ondanks de stoommachines en betere werkomstandigheden lieten nog eens 5600 arbeiders het leven voordat het kanaal in 1914 openging. De waterweg functioneerde echter geheel volgens plan en trok vanaf dag één meer en meer verkeer. In 1939 begonnen de VS met de bouw van een derde set sluisen, die de passage van de fors gegroeide marineschepen mogelijk moest maken. Het project werd na de Tweede Wereld-

oorlog geschrapt, toen Amerika besloot tot de vorming van een gescheiden Atlantische en Pacifische vloot. Ook zonder de directe strategische waarde bleef het Panamakanaal in Amerikaanse handen. Pas in 1977 tekenden de VS en Panama een akkoord, dat voorzag in overdracht in 1999. Hoewel bevreesd over de toekomst van de waterweg hielden de Amerikanen woord: sinds 1 januari 2000 is het Panamakanaal van Panama. Voor het kleine land vormen de opbrengsten een welkome inkomstenbron. Maximalisatie van de capaciteit en de bouw van de nieuwe sluisen zijn dan ook een logische stap. Naar verwachting verdient Panama de investering van 5,25 miljard dollar binnen twee tot drie jaar terug.



De bouwplaats aan de Atlantische zijde oogt als een beeldhouwwerk. De zachte Gatúnrots wordt met graafmachines en frezen verwijderd.

FOTO: HILUS VAN VEELEN

schaarde het volk zich in een referendum achter het op 5,25 miljard dollar (3,88 miljard euro) geraamde project. Vijf jaar later is de bouw in volle gang. Maar vanaf de Jens Maersk, die zich door de drie Gatún-sluisen naar het 26 m boven zeeniveau liggende kanaal manoeuvreert, is van het megaproject weinig te zien. Alleen een partij torenkranen en de gloed van honderden bouwlampen verraden de locatie van het nieuwe sluisencomplex, iets ten oosten van het bestaande.

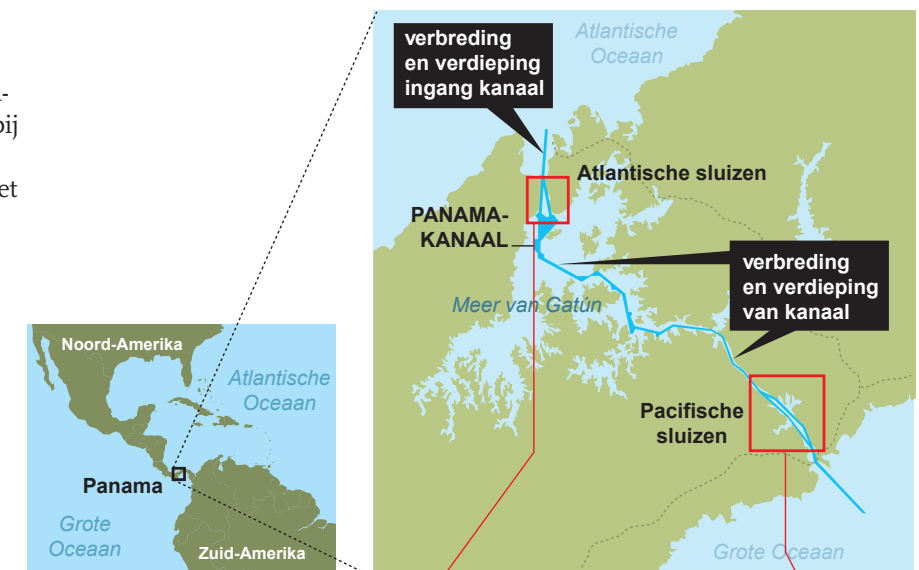
RECORDJAAR

‘Vergroting van de capaciteit is hard nodig’, stelt Jorge Quijano, hoofdverantwoordelijke voor het uitbreidingsprogramma bij ACP. Zijn kantoor vlakbij de Miraflores-sluisen aan de Pacifische zijde van het kanaal oogt Amerikaans en vormt samen met de waterweg een erfenis van inmenging van de Verenigde Staten in Panama – het kanaal is pas sinds 2000 volledig in Panamese handen. Ook Quijano, die al sinds 1975 voor ACP werkt, heeft iets weg van een Amerikaanse executive. Maar anders dan in de Verenigde Staten en nagenoeg het hele westen is de economische malaise in Panama ver te zoeken. ‘We hebben weer een recordjaar achter de rug: het kanaal levert bijna twee miljard dollar op’, vertelt Quijano trots. ‘Met de bestaande sluisen is echter niet veel groei meer mogelijk. Het kanaal draait praktisch op maximale capaciteit.’

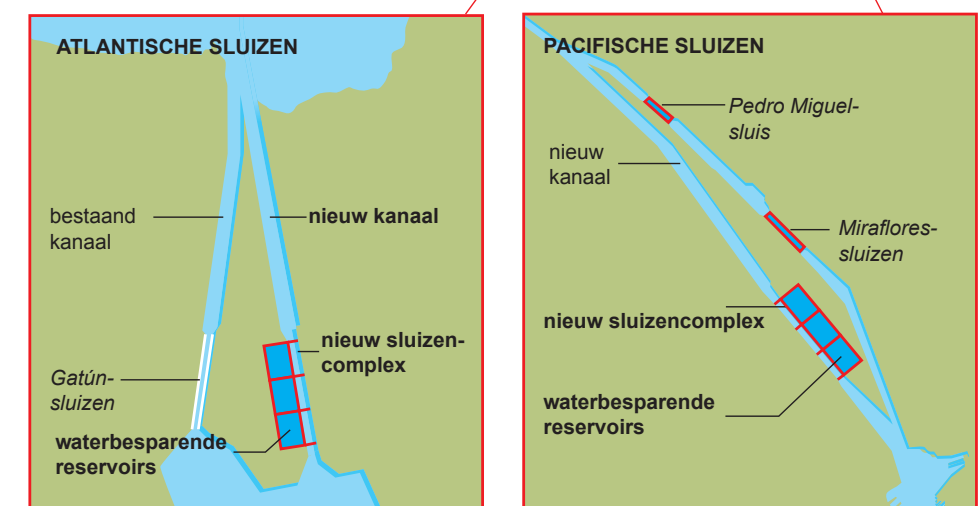
Dagelijks passeren er gemiddeld zo’n veertig schepen. Vroeger waren het vooral bulkcarriers, die met olie, kolen, rijst of sojabonen door het kanaal voeren, maar sinds China in 2002 lid is geworden van de Wereldhandelsorganisatie, domineren containerschepen de waterweg. Ze transporteren veelal vracht van China naar de Amerikaanse oostkust. Er varen ook containerschepen vanuit Peru, Chili en Colombia naar Europa. Terwijl schepen gemiddeld groter worden, blijven de vaartuigen op deze routes in formaat achter. ‘Omvaren langs de kaap van Zuid-Amerika loont niet’, geeft Quijano aan. ‘Het Panamakanaal moet echter wel concurreren met railtransport tussen de west- en oostkust van de Verenigde Staten. Het uitbreidingsproject moet de concurrentiepositie van het kanaal versterken.’ Ook moet het de opbrengt – het kanaal is een van de belangrijkste inkomstenbronnen voor het 3,4 miljoen inwoners tellende Panama – verder verhogen.

Het is niet voor het eerst dat er plannen zijn voor de uitbreiding van het kanaal. Het US Army Corps of En-

gineers, de bouwer van het kanaal begin twintigste eeuw, werkte begin jaren dertig al aan een extra paar sluisen, die de passage van de destijds nieuwste en grootste oorlogsschepen mogelijk moest maken. Het werk werd kort na de Tweede Wereldoorlog gestaakt toen de Verenigde Staten besloten tot vorming van een gescheiden Atlantische en Pacifische vloot (zie kader ‘Malaria en marineschepen’).



ILLUSTRATIE: SCHMIDT INFOGRAPHICS



Een overzicht van het Panamakanaal met de nieuwe sluisencomplexen.

DE ANKERLIER WERKT NIET. HET WEINIGE rode licht van de apparatuur op de brug van containerschip Jens Maersk geeft de bezorgde uitdrukking op het gezicht van Jørn Pedersen extra drama. De Deense kapitein is na 48 jaar op zee niet snel van zijn stuk te brengen, maar een defecte ankerlier terwijl het schip over veertig minuten bij de Gatún-sluisen van het Panamakanaal moet zijn, vindt ook Pedersen zichtbaar vervelend. Het containerschip ligt op slechts een paar mijl afstand van het sluisencomplex, dat aan de Atlantische zijde toegang geeft tot het kanaal, maar terwijl de Filipijnse bemanning de lier weer aan de praat probeert te krijgen, tikken de minuten weg. ‘Als we te laat aankomen, kan het schip zijn plaats in de rij van wachtenden verliezen’, zegt Pedersen kortaf. Gadeslagen door de loods, die net door een bootje aan boord is gezet, beent de kapitein van stuurboord naar bakboord en terug. ‘Je weet nooit waar je aan toe bent in Panama.’

‘Een losse schakelaar’, meldt de portofoon om half drie in de ochtend. Het anker is gelicht en twintig minuten later arri-

veert de Jens Maersk nog net op tijd bij de Gatún-sluisen. Met passen en meten en geholpen door de iconische sleeplocomotieven op de wal wringt het schip zich in de smalle sluis, terwijl het afwisselend aan bakboord en stuurboord tegen de sluiswanden botst. Aan weerszijden is er ongeveer 60 cm vrije ruimte. De Jens Maersk geldt met een breedte van 32,2 m als een Panamax-vaartuig: ‘Het schip is speciaal ontworpen om nog net door de sluisen van het kanaal te passen’, verklaart Pedersen. Veel schepen hebben daarom deze breedte, maar rederijen laten ook steeds vaker grotere vaartuigen bouwen. Maersk gaf begin dit jaar bijvoorbeeld opdracht voor de bouw van twintig 400 m lange en 59 m brede schepen met plaats voor maximaal 18 000 standaardcontainers (twenty feet equivalent unit, TEU). De 217 m lange Jens Maersk is anno 2011 met een maximale capaciteit van een kleine 3000 TEU een kleintje.

Panamax is aan revisie toe, vond de Autoridad del Canal de Panamá (ACP). In 2006 presenteerde toenmalig president Martin Torrijos een omvangrijk uitbreidingsplan en daarmee luidde hij het post-Panamax-tijdperk in. Nog datzelfde jaar

BODEMPRIJS VOOR PRESTIGIEUS PROJECT

De uitbreiding van het Panamakanaal was een gewilde klus. Omdat de financiële crisis in alle hevigheid om zich heen greep, hadden de drie consortia – naast het winnende Grupo Unidos por el Canal (GUPC) tekenden er nog twee op het project in – er veel voor over om het prestigieuze project binnen te halen. GUPC ging daarbij aanzienlijk verder dan de anderen: de combinatie wilde het ontwerp en de bouw van de nieuwe sluisen voor een bodemprijs van 3,2 miljard dollar (2,36 miljard euro) op zich nemen. De overige twee consortia boden respectievelijk 4,2 en 6 miljard dollar (3,1 en 4,4 miljard euro).

GUPC zat bovendien 300 miljoen dollar onder het maximale bedrag dat ACP had begroot. Met het lage bod heeft het consortium geld laten liggen; pas na toekenning van het contract besefte GUPC hoe laag het zat. Na de champagne ontstonden dan ook al spoedig de eerste spanningen en conflicten binnen de combinatie. Het bod werd door andere mensen voorbereid dan degenen die het project uiteindelijk moesten uitvoeren. Wie wat mag bepalen en wie welke aansprakelijkheid draagt, was onduidelijk. Ook de planning was van meet af aan krap.

Voor het complete project heeft het consortium vijf jaar en twee maanden de tijd. Oplevering na 21 oktober 2014 kost GUPC 300 000 dollar per dag, met een maximum van 54,6 miljoen dollar. Met het oog op de krappe budgettering is de vraag hoe eventuele boetes onder de consortiumpartners worden verdeeld. Naast de begroting en planning speelt ook de organisatorische invulling van het consortium een belangrijke rol. Het uitvoerende team zou direct na toekenning van het contract aan de slag zijn gegaan en niet de tijd hebben genomen om als één organisatie een strategie te

vormen. Een gedeelde projectfilosofie ontbreekt, zodat spanningen zijn blijven bestaan. GUPC bestaat uit het Spaanse Sacyr Vallehermoso, het Italiaanse Impreglio, de Belgische baggeraar Jan De Nul en het Panamese CUSA. De spanningen vinden hun weerslag in het uitvergrooten van cultuurverschillen. Ten slotte draagt nauwkeurige formulering van de randvoorwaarden door opdrachtgever ACP bij aan de complexiteit van het project. Door deze randvoorwaarden in combinatie met de krappe aanbesteding ervaart GUPC het contract als een dwangbuis.



FOTO: THUIS VAN VEZIER

Een van de zes trifurcaties aan de Atlantische zijde, die de sluis kamers met de waterbesparende reservoirs verbinden.



FOTO: THUIS VAN VEZIER

‘Dit is een deel van het kanaal dat destijds is uitgegraven’, vertelt Dries Bogaert, superintendant bij het Belgische baggerbedrijf Jan De Nul, aan boord van een klein bootje op weg naar baggervaartuig Il Principe. In opdracht van ACP verdiept en verbreedt het concern onder meer het toegangskanaal aan de Atlantische zijde. Il Principe, het hedendaagse equivalent van de stoomgedreven graafmachines die honderd jaar terug werden ingezet, schraapt gestaag modder van de bodem en deponeert het in een naastgelegen schip. ‘Per haal baggeren we 16 m³ aan materiaal’, vertelt de machinist in de cabine van de graafinstallatie, terwijl hij op een beeldscherm het te baggeren profiel aanwijst. Ter vergelijking: de stoomgravers haalden maximaal 1,9 m³ per haal. ‘En dan is Il Principe nog maar een kleintje’, zegt Bogaert. In totaal baggert de Belgische onderneming hier 17,6 miljoen m³. ‘We liggen ruim voor op schema. Door de economische crisis is er veel materieel beschikbaar.’

Jan De Nul maakt deel uit van de aannemerscombinatie Grupo Unidos por el Canal (GUPC), die in 2009 voor 3,2 miljard dollar (2,36 miljard euro) het ontwerp- en bouwcontract voor de twee nieuwe sluiscomplexen binnenhaalde. De contractwaarde lag 900 miljoen dollar onder het bod van de concurrerende combinatie en was 300 miljoen dollar lager dan ACP had begroot (zie kader ‘Bodemprijs voor prestigieus project’). Binnen GUPC werkt het Belgische bedrijf samen met de Spaanse bouwfirmas Sacyr Vallehermoso, het Italiaanse constructie- en ingenieursconcern Impregilo en het Panamese bouwbedrijf CUSA. Het meeste werk wordt door de vier consortiumpartners van GUPC gezamenlijk uitgevoerd, maar het graafwerk voor de Atlantische sluisen neemt Jan De Nul alleen voor zijn rekening.

Vanaf de Jens Maersk waren slechts torenkranen zichtbaar, maar na een korte rit vanaf het toegangskanaal onthult zich op een steenworp afstand van de Gatún-sluisen een reusachtige bouwput van bijna 2000 m lang en ongeveer 75 m breed. Het krioelt er van de bouwvakkers, graafmachines, betonstorters en kiepwagens. Het graafwerk zit er al voor een belangrijk deel op. ‘Het lijkt wel beeldhouwwerk’, wijst Bogaert op de uitsparingen in de rotsbodem. ‘De vormen van de uiteindelijke sluis kamers, de in- en uitlaten voor het water en de uitsparingen voor de deuren; alles is al zichtbaar.’ De bodem bestaat hier uit Gatún-rots, een zacht gesteente dat zich met forse graafmachines en frezen laat verwijderen. Daardoor is het mogelijk heel precies te graven. Iets te precies, meent Bogaert. ‘Dit zijn uiteraard niet de definitieve wanden. Er komen nog metersdikke

betonconstructies voor te staan. Maar voor het graafwerk hanteert ACP toleranties van enkele decimeters. Waarom begrijp ik niet precies.’

Aan de Pacifische zijde van het kanaal bevindt zich nabij Panama-Stad een bouwput van vergelijkbaar formaat. De afmetingen vormen echter de enige trefende overeenkomst, want het fijne beeldhouwwerk is hier ver te zoeken. Rond het middaguur, wanneer de bouwvakkers in barakken hun lunch verorberen, klinkt een doffe dreun. ‘Dat was de klap van de dag’, zegt Gregory Hillebrenner, die namens CICP Consultores Internacionales de bouw van de sluisen aanvoert. CICP, een samenwerkingsverband van het in natte infrastructuur gespecialiseerde bedrijf MWH Global, ingenieursbureau Tetra Tech – beide uit de Verenigde Staten – en het Nederlandse ingenieursbureau Iv-Infra, verricht als onderaannemer van GUPC het ontwerpwerk. De doffe dreun is afkomstig van dynamiet, dat hier bijna dagelijks tot ontploffing wordt gebracht. ‘In tegenstelling tot het zachte gesteente aan de Atlantische zijde bestaat de bodem aan de Pacifische kant uit massief basalt’, legt Hillebrenner uit. Met basalt valt niet te beeldhouwen.

Het harde gesteente heeft wel als voordeel dat het heel blijft onder de last van de zware vrachtwagens en graafmachines. In combinatie met een forse regenbui verandert de Gatún-rots namelijk in fijne modder, waarin materieel regelmatig vastloopt.

Tijdens een bezoek aan de bouwplaats aan de Atlantische kant is dat goed te zien. Hoewel het al meer dan een etmaal niet heeft geregend, lopen kiepwagens geregeld vast. Een bulldozer schiet dan te hulp. Verleden jaar december was het echt goed mis, toen het tien dagen op rij regende. Een 250 ton wegende graafmachine van Jan De Nul werd door een aardverschuiving tientallen meters opzijgezet, raakte bedolven en moest worden uitgegraven. Ook toen het stopte met regenen lag het werk nog enkele dagen stil. De bouwplaats was onbegaanbaar.

STORTBUIEN

Hoewel het forse tropische neerslagregime in Panama de bouw soms parten speelt, zou het kanaal zonder de stortbuien niet kunnen bestaan. Het kanaal ligt 26 m boven zeeniveau, omdat het uitgraven van een waterweg op zeeniveau door het licht glooiende land honderd jaar terug onmogelijk was. De sluisen aan weerszijden van het kanaal brengen de schepen

naar dit verhoogde niveau. Het schutten van de sluisen kost echter veel water: voor de passage van een schip is ten minste 200 000 m³ nodig.

Regen is de motor van het Panamakanaal. Het Meer van Gatún, een kunstmatig meer dat door de bouw van de sluisen en een aantal dammen is ontstaan, dient als buffer, zodat het kanaal ook beschikbaar blijft in het droge seizoen, dat van januari tot april loopt. Maar veel speelruimte is er niet; in het verleden zijn al regelmatig tekorten ontstaan. Om ook de nieuwe en aanzienlijk grotere sluisen van voldoende water te voorzien wordt het peil van het Meer van Gatún 40 cm verhoogd, waarmee de buffercapaciteit toeneemt.

Het ontwerp van de sluisen houdt ook rekening met waterschaarste. ‘De beschikbaarheid van water is tijdens het hele ontwerpproces een centrale factor geweest’, vertelt Mike Newbery, ontwerpmanager bij onderaannemer CICP. ‘De waterbesparende bassins zijn hiervan het meest sprekende voorbeeld.’ Deze reservoirs overtreffen de sluis kamers, waar ze direct naast liggen, meerdere malen in oppervlak. Elke sluis kamer heeft drie bassins tot zijn beschikking, die zich op verschillende niveaus bevinden. Wanneer een schip vanuit het kanaal naar zeeniveau afdaalt, wordt een deel van het water in de sluis kamers naar de drie bassins geleid. De bovenste laag water gaat naar het hoogstgelegen bassin, de twee lagen daaronder naar het middelste en laagste reservoir. Slechts een deel van het water stroomt naar de volgende sluis kamer of naar zee. Het volume in de bassins wordt vervolgens weer gebruikt om de sluis kamers te vullen.

Voor het transport van het water zijn de sluis kamers voorzien van een complex buizensysteem. Elke kamer heeft twee zogenaamde trifurcaties, die vanaf de bassins onder de sluis kamer doorlopen en zich vertakken in twee buizen in de wanden van de kamer. Vanuit de buizen stroomt het water door

Het risico op aardbevingen vertaalt zich in zware wapening van het beton in de sluiscomplexen.

‘Door de economische crisis is er veel materieel beschikbaar om in te zetten’

VERANDERING VAN VAARROUTES

Druiven, bessen, bananen; de gekoelde containers aan boord van de Jens Maersk zitten tijdens een reis vanaf de Latijns-Amerikaanse westkust naar Europa vol vers fruit. 'Dit is een rendabele lijn', vertelt kapitein Jørn Pedersen. 'Voor het transport van koelcontainers, ook wel reefercontainers genaamd, wordt goed betaald.' Rederij Maersk pendelt met zeven schepen tussen Europa en Latijns-Amerika. Hoewel de waar in koelcontainers zit, zouden de druiven, bessen en bananen zonder het Panamakanaal nooit op tijd bij de lokale buurt-super aankomen. Omvaren rond Kaap Hoorn

betekent een omweg van 13 000 km en kost minimaal twee weken extra. Het Panamakanaal wordt om dezelfde reden gebruikt door schepen op weg van Azië naar de Amerikaanse oostkust. Hierbij moet het kanaal concurreren met het transport van containers over het spoor. Schepen zetten containers afkomstig uit Azië in San Francisco of Los Angeles aan wal, waarna ze per trein naar het binnenland of de oostkust gaan. 'Het Panamakanaal moet tegenwoordig ook concurreren met het Suezkanaal', vertelt Jørgen Harling, hoofd Netwerk bij rederij Maersk Line. 'Op bijvoorbeeld de route Hongkong-New York

is het Suezkanaal sneller en zijn de transportkosten lager.' De lagere kosten hangen onder meer samen met het formaat van de schepen. Anders dan bij het Panamakanaal kunnen ook de grootste schepen door het Suezkanaal. Het schaalvoordeel van een groot schip vertaalt zich in lagere kosten per container of ton bulk. 'Momenteel gaat ongeveer eenderde van het containertransport tussen Azië en de Amerikaanse oostkust via het Suezkanaal.' Met de uitbreiding van het Panamakanaal kunnen vanaf 2014 aanzienlijk grotere schepen de waterweg passeren. Kan een Panamax-vaartuig

met een lengte van 294 m, een breedte van 32,3 m en een diepgang van 12 m maximaal zo'n 4400 standaardcontainers (TEU) vervoeren, een New-Panamax-schip van 366 m lang, 46 m breed en 15,2 m diep kan wel 12 000 TEU transporteren. Naar verwachting zal het uitbreidingsproject een forse impact hebben op de handelsroutes. Zo zal de concurrentiepositie van Panama ten opzichte van het Suezkanaal versterkt worden. Havensteden aan de Amerikaanse oostkust als Savannah, Miami, New Jersey en New York rekenen op meer en grotere schepen en breiden hun capaciteit uit. Ook proberen ze

grote distributiebedrijven aan te trekken. Rederijen anticiperen eveneens op het uitbreidingsproject en plaatsen reeds orders voor grotere schepen. Maersk heeft bijvoorbeeld zestien containerschepen besteld die met een breedte van 45,2 m net in de nieuwe sluisen passen. De eerste exemplaren van deze Sammax-vaartuigen (South America Max) zijn reeds in de vaart op andere routes. Na 2014 gaan ze waarschijnlijk op een traject via het Panamakanaal varen. De verandering van de scheepvaartroutes zal gradueel verlopen, verwacht Harling van Maersk Line. 'De huidige Panamax-schepen



Blijven voorlopig ook in de vaart. Eenvoudigweg omdat het op sommige lijnen lonend is relatief kleine schepen te laten varen.'

Een Panamax-schip manoeuvreert zich door de Miraflores-sluisen.

speciale poorten de sluis in of uit. Elke kamer beschikt over veertig poorten, zodat het water gelijkmatig de sluiskamer in- of uitstroomt. 'De bassins reduceren het watergebruik met bijna 60%', laat Newbery weten. 'Hoewel de nieuwe sluisen veel groter zijn, zullen ze zodoende ongeveer evenveel water gebruiken als de bestaande.'

De bassins, die ACP als een van de meest innovatieve aspecten van het uitbreidingsproject presenteert, zorgen wel voor een langere schuttijd. 'Wanneer het Meer van Gatún op maximaal peil is, zullen de reservoirs niet worden gebruikt en duurt het schutten ongeveer 10 min per kamer', weet Newbery. 'Met de waterbesparende bassins bedraagt de schuttijd

17 min.' Ook neemt het aantal kleppen door de bassins sterk toe. Om het water gecontroleerd in en uit de sluisen te laten stromen zijn er momenteel 150 kleppenblokken van 8 m hoog en 4 m breed in de maak.

Het besparen van water staat misschien centraal in het sluisontwerp, maar het risico op aardbevingen heeft grotere implicaties. Panama bevindt zich in een seismisch actief gebied. 'ACP stelt als eis dat de sluisen een aardbeving die zich eens in de 475 jaar voordoet, zonder schade moet kunnen doorstaan', vertelt Juan Quiroz, *structural engineer* bij CICIP. 'Bij een beving van eens in de duizend jaar mag enige schade ontstaan, maar moeten de sluisen in bedrijf blijven. Dat zijn forse eisen. Aan de Pacifische zijde, waar de zwaarste bevingen kunnen plaatsvinden, wordt met horizontale versnellingen van 7,2 m/s² gerekend.' Om de impact van dergelijke versnellingen te voorspellen zijn grote geïntegreerde modellen ontwikkeld, die de belangrijkste sluiscomponenten samen met de onderliggende bodem in beschouwing nemen.

WAPENING

Het risico op aardbevingen vertaalt zich in een relatief zware constructie van de sluisenkolk. Zowel aan Atlantische als Pacifische zijde is de hoeveelheid beton en wapeningsstaal imponerend. De bestaande sluisen bevatten veel minder wapening, maar een zware aardbeving zullen ze dan ook niet overleven. 'Om bestand te zijn tegen zware bevingen zijn de nieuwe sluisconstructies zwaar gewapend', zegt Newbery. De exacte hoeveelheid staal is echter onderwerp van discussie. Omdat CICIP aansprakelijk kan worden gesteld voor eventuele ontwerpfouten, bijvoorbeeld wanneer er bij een lichte aardbeving toch schade ontstaat, neigen de ontwerpers naar een onnodig zware constructie met meer staal dan strikt noodzakelijk, meent hoofdaannemer GUPC. Dat zou geen probleem zijn als het uitbreidingsproject ruim was begroot, maar door het krappe budget is het zaak zo veel mogelijk op materiaal te besparen. Volgens ing. Jan Kop, projectdirecteur bij Jan De Nul en vertegenwoordiger van de Belgische onderneming binnen GUPC, kan het makkelijk met minder staal. 'Het moet met minder', verduidelijkt hij. 'Met de hoeveelheid staal die met name voor de sluisen aan de Pacifische zijde is voorzien, is het onmogelijk het beton goed te storten en voldoende te verdichten.'

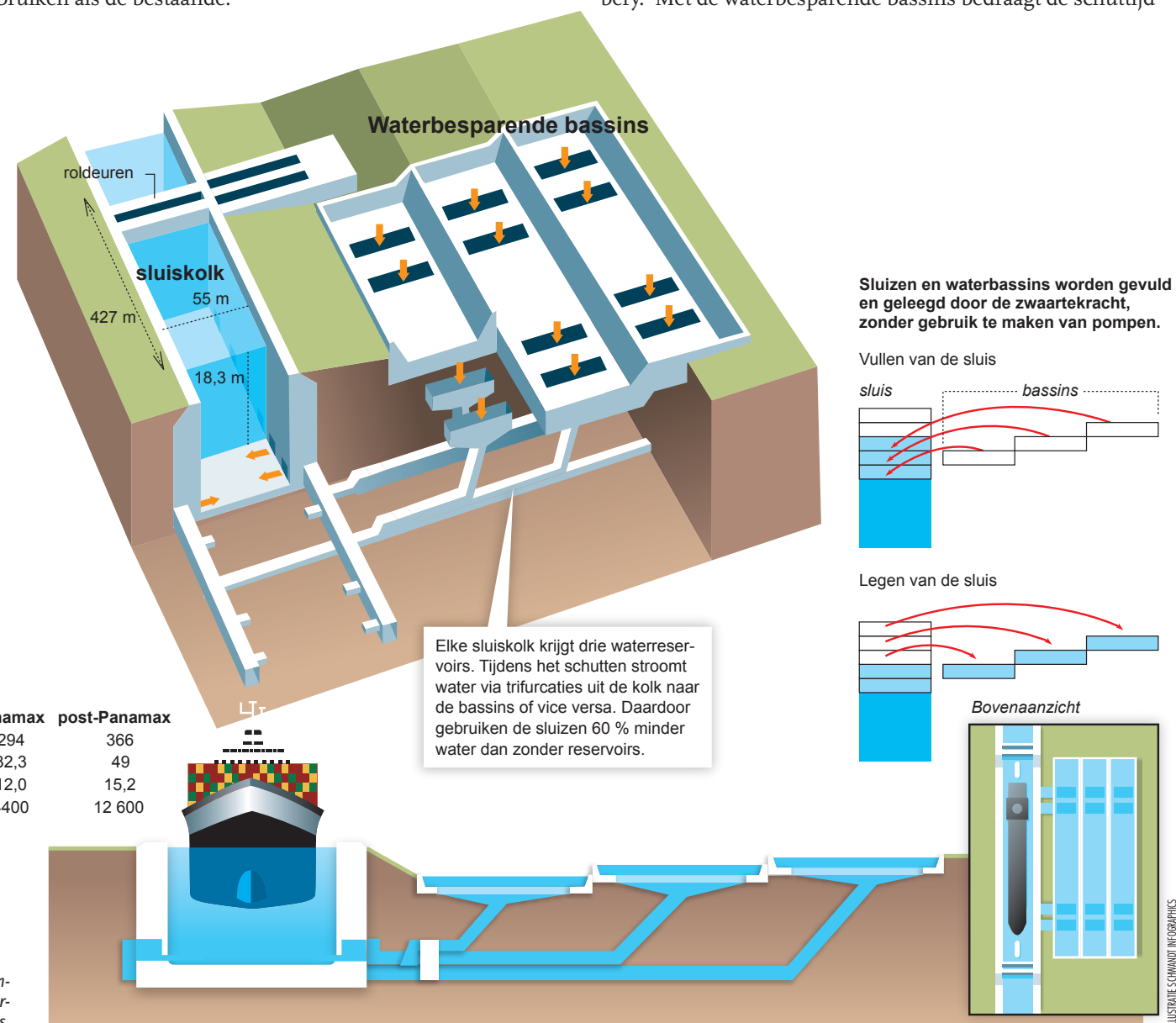
Kwalitatief hoogwaardig en goed verdicht beton is essentieel in verband met de inwerking van het zoute zeewater.

De nieuwe sluisen moeten namelijk minstens honderd jaar meegaan. Inwerking van zout zou tot corrosie van de wapening kunnen leiden en de levensduur sterk verkorten. Een modificatie van het wapeningsontwerp, waarover de gemoederen tussen GUPC en CICIP hoog zijn opgelopen, is nu in de maak. 'Die modificatie komt er', zegt Kop stellig. Door staal met een hogere treksterkte te gebruiken is een reductie van de hoeveelheid wapening mogelijk. 'Het maakt de constructie eenvoudiger en bespaart tevens zo'n honderd miljoen dollar aan materiaalkosten.'

De betonkwaliteit zorgt voor nog meer problemen. GUPC gebruikt het basalt uit de Pacifische bouwput als granulaat voor het beton. Maar anders dan voorzien zit het basalt kwalitatief aan de ondergrens van wat bruikbaar is. Bij het breken van het gesteente komt veel fijn materiaal vrij, dat niet geschikt is als betonadditief. De betonproductie heeft hierdoor een vertraging van bijna een halfjaar opgelopen. Sinds september is het storten van beton in volle gang. Ruimte voor verder openthoud is er niet. 'De bouw heeft echt een gigantisch kritisch tijdschema', geeft Kop aan. 'Er mag eigenlijk niets meer fout gaan. Vanaf februari moet er per bouwlocatie maandelijks 100 000 m³ worden gestort om de voorziene deadline van oktober 2014 te halen.'

Aan de indrukwekkende hoeveelheid staal in de sluisdeuren zal niets meer veranderen. In Italië bij het bedrijf Cimolai, een producent van scheepssrompen, offshoreconstructies en bruggen, krijgen de reusachtige schuiven momenteel vorm. 'Ook de deuren zijn relatief zwaar', vertelt ir. Han Vos van Iv-Infra. De onderneming uit Papendrecht is verantwoordelijk voor het ontwerp van de deuren en begeleidt tevens de bouw. 'De grootste deuren zijn 57 m breed en 30 m hoog. Dat is vergelijkbaar met de deuren in de Noordersluis bij IJmuiden, al zijn de exemplaren voor Panama met 10 m een stuk dikker.' Met een massa van 4000 ton per stuk zijn de rollende schuifdeuren voor Panama ruim tweemaal zwaarder dan die in IJmuiden. 'Het verval is in Panama namelijk een stuk groter, wat veel grotere en frequentere belastingen oplevert en zich vertaalt in lagere toelaatbare spanningen in verband met vermoeiing. De zwaarte hangt ook samen met het risico op aardbevingen. De traagheid van de watermassa zorgt in het geval van een beving voor enorme krachten.' Vooral de verticale versnellingen blijken problematisch voor de vierwielige wagen aan de onderzijde, waarop de deur door de sluis

'Voor onderhoud is nog geen drie uur per maand beschikbaar'



	Panamax	post-Panamax
Lengte (m)	294	366
Breedte (m)	32,3	49
Diepgang (m)	12,0	15,2
Capaciteit (TEU)	4400	12 600

De nieuwe sluisencomplexen krijgen waterbesparende bassins.



Een impressie van het sluiscomplex aan Atlantische zijde zoals het er na oplevering in 2014 uit moet zien.

rijdt. 'Een speciaal ontwikkeld ontlastingsmechanisme moet schade aan de wielwagen voorkomen', geeft Vos aan. 'Boven de wielwagen staat een verticale kolom die aan de bovenzijde van de deur op een mechaniek met vier voorgespannen veren steunt. In het geval van een beving, maar bijvoorbeeld ook wanneer de drijftank wordt lekgevaren, kan de deur zich ten opzichte van de wielwagen en kolom neerwaarts verplaatsen, waarbij de veren worden indrukt en zodoende overbelasting wordt voorkomen. De deuren komen in het uiterste geval op de bodem van de sluiscolk te staan, zodat de wielwagens geheel worden ontzien.'

Bijzonder aan de deuren is bovendien de mate waarin ze het water in de sluisen keren. 'In verband met de waterschaarste in het droge seizoen moeten lekverliezen langs de randen minimaal blijven: maximaal mag er per deur 600 l per minuut ontsnappen', laat Vos weten. 'Gezien het formaat van de deuren en het grote verval is dat erg weinig. De toleranties zijn hierdoor erg klein.' Langs de randen van de deuren komen kunststof flappen, die in een uitsparing van de sluiscolk vallen en moeten zorgen voor de waterafdichting.

DEUREN

In totaal bouwt Cimolai zestien deuren: elke sluiscolk krijgt aan weerszijden twee exemplaren. Hiermee wil ACP het risico verkleinen dat het Panamakanaal in geval van een aanvaring of defect leeg zou lopen. Uitkijkend over het Meer van Gatún vanaf het containerschip Jens Maersk is dit scenario moeilijk voorstelbaar. De andere reden voor toepassing van dubbele deuren, namelijk maximalisatie van de beschikbaarheid van de sluiscomplexen, is gezien de drukte op het meer wel begrijpelijk. Anderhalf dozijn wachtende schepen is geen uitzondering. 'ACP vereist een beschikbaarheid van 99,6 % op maandbasis', geeft Newbery van CICP aan. 'Voor onderhoudswerkzaamheden, die de doorvaart belemmeren, is zodoende nog geen drie uur per maand beschikbaar.' De dubbele deuren maken het in ieder geval mogelijk om bij een ervan onder-

houd te verrichten, terwijl de sluisen in bedrijf blijven. Om dezelfde reden worden bijna alle installaties dubbel of in drievoud uitgevoerd. Dit geldt voor de elektrische installaties – de sluiscomplexen beschikken naast een eigen onderstation over een set dieselaggregaten – maar ook voor de kleppen tussen de sluiscolken en bassins. Newbery laat zich sceptisch uit over de beschikbaarheid van 99,6 %. 'We haven't cracked this yet.'

Na voltooiing van het uitbreidingsproject zal de volledige capaciteit echter niet direct zijn bezet, zodat er wat betreft de beschikbaarheid enige speelruimte is. Lang zal dat echter niet duren, denkt Quijano van ACP. 'Met de uitbreiding biedt Panama straks een nieuw product, wat tot een verdere toename van het transport zal leiden.' In 2025 moet het transportvolume ten opzichte van 2006, het jaar dat de uitbreiding werd aangekondigd, bijna zijn verdubbeld (zie kader 'Verandering van vaarroutes').

Pedersen van de Jens Maersk luistert vol ontzag naar zijn Panamese loods, die tijdens de doorvaart met trots over het uitbreidingsproject vertelt. Zelf zal de 65-jarige kapitein nooit door de nieuwe set sluisen varen: hij is bezig met zijn laatste reis en verwacht nog voor kerst in Denemarken te zijn. De ambities van ACP neemt de ervaren zeeman echter met een korreltje zout. 'Je weet het nooit met Panama.' ●

INTERNETBRONNEN

www.pancanal.com

Autoridad del Canal de Panamá (ACP) beheert het Panamakanaal en is de opdrachtgever voor het uitbreidingsproject.

www.gupc.com.pa

Aannemerscombinatie Grupo Unidos por el Canal (GUPC) is verantwoordelijk voor de bouw van de nieuwe sluiscomplexen.

www.maerskline.com

Maersk Line is 's werelds grootste containerrederij.