

Calakmul 4D GIS

Technologie voor het behoud
van het
Werelderfgoed

Vincent Tigny

Afbeelding 2

De firma GIM, de universiteiten van Luik, Gent en Leuven en de UNESCO bundelen hun complementaire deskundigheid voor de ontwikkeling van een systeem om informatie over het natuurlijke en culturele Werelderfgoed te verzamelen, te beheren en te verspreiden.

Het *Calakmul 4D GIS*-project ontleent zijn naam aan de archeologische site van de Mayastad Calakmul in Mexico. Die site werd uitgekozen om een prototype voor een informatiebeheersysteem te ontwikkelen. Het letterwoord 4D GIS verwijst naar het vernieuwende aspect van het project: naast 2D- en 3D-gegevens wordt ook de tijdsdimensie in een geografisch informatiesysteem geïntegreerd. Een goede documentatie is essentieel om het Werelderfgoed zo goed mogelijk in stand te houden. Nadat gegevens zijn verzameld en geregistreerd, wordt de toestand van de site en de evolutie ervan in de tijd geëvalueerd om een gepast antwoord te kunnen bieden op vragen over het behoud van de

site. Dit proces brengt het beheer van een groot aantal ruimtelijke gegevens met zich mee. Er is een eenvoudig instrument nodig om al deze informatie te centraliseren en te beheren.

Het Federaal Wetenschapsbeleid financiert dit project in het kader van een samenwerkingsovereenkomst met het World Heritage Centre van de UNESCO. Het beoogt het ontwikkelen van een informatiebeheersysteem waarmee beheerders van geklasseerde sites gegevens kunnen verzamelen, opslaan, delen, visualiseren en onderling kruisen om allerlei acties te coördineren met het oog op behoud, beheer,

planning, follow-up en onderzoek.

Calakmul: parel van de Mayawereld en biodiversiteitsreservaat

De archeologische zone van Calakmul ligt centraal op het schiereiland Yucatan en strekt zich uit over een oppervlakte van ongeveer

Afbeelding 1



110 km² in de *Petén*-regio. Calakmul is Mayaans voor 'twee aangrenzende heuvels'. C. L. Lundell gaf die naam aan de stad toen hij ze in 1931 ontdekte. In werkelijkheid ging het om de twee grootste piramides die helemaal waren overwoekerd (afbeelding 1). Calakmul is een grote Mayastad. Ze telt 6.252 gebouwen, waaronder talrijke tempels, een kaatsbaan, paleizen en heel veel woningen. Zoals gebruikelijk in de Mayaanse organisatie bestaat het stadsgebied uit verschillende clusters die verspreid liggen rond een centraal plein waar de indrukwekkendste gebouwen staan. De architectuur van de gebouwen leunt aan bij de klassieke periode. Op haar hoogtepunt was deze stad met haar naarschatting 60.000 inwoners een van de belangrijkste steden uit de streek. De recente ontdekking van graftombes met rijkelijke offergaven en stoffelijke resten van hooggeplaatste gevangenen, bewijst eens te meer hoe machtig en invloedrijk deze stad was. Een van de belangrijkste kenmerken van de site die er in 2002 toe leidde dat Calakmul op de

Afbeeld. 2



Afbeelding 3



Overeenkomst Werelderfgoedprogramma (WHP) - Belspo

Belspo en de UNESCO hebben voor de duur van 5 jaar (2007-2011) een overeenkomst gesloten. Hierbij wordt Belgische wetenschappelijke expertise ingezet om landen die de Overeenkomst voor het Werelderfgoed hebben ondertekend, te helpen bij de ontwikkeling van de nodige middelen om sites te beheren en hen vertrouwd te maken met spijstechnologie (gebruik van satellietbeelden, ICT, 3D-modellen enz.) die nuttig kan zijn voor het behoud van natuurlijke en culturele erfgoedsites.

Werelderfgoedlijst belandde, zijn de niet minder dan 106 grafstenen met inscripties. Nergens anders werden er ooit eerder zo veel bij elkaar aangetroffen. Op de meeste grafstenen staan mensen in rijkelijke gewaden afgebeeld – wellicht plaatselijke koningen – die op gevangenen staan. Sommige stenen vermelden ook kalenderinscripties die verwijzen naar data tussen 500 en 850 na Christus (afbeelding 2). Deze buitengewoon rijke archeologische site ligt bovendien midden in een ecologisch uitermate belangrijk gebied: het Biosfeerreservaat van Calakmul. Voor dergelijke gemengde sites – waar cultuur en natuur nauw met elkaar zijn verweven – gelden een hoop specifieke regels. Ze worden immers door twee aparte Mexicaanse instellingen beheerd: het Nationaal Instituut voor Antropologie en Geschiedenis (INAH-

Instituto Nacional de Antropología e Historia) en de Nationale Commissie voor Beschermd Natuurgebieden (CONANP – *Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas*). Beide instellingen zijn betrokken bij het project en gebruiken het nieuwe beheersysteem. Met zijn 723.185 hectare is het Biosfeerreservaat een van de grootste tropische woudreservaten (afbeelding 3). Het bestaat uit twee aparte gebieden. Het centrale gebied omvat de best bewaarde en soms nog ongerepte zones. Het gaat om uiterst belangrijke ecosystemen met planten- en diersoorten die een speciale bescherming vereisen. Bufferzone a moet deze centrale zone beschermen tegen externe invloeden. De fauna in de streek van Calakmul wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van heel wat zeldzame en inheemse soorten, waarvan sommige

(afbeelding 1)



met uitsterven zijn bedreigd en absoluut moeten worden beschermd. Het symboolvoorbeeld is de jaguar. Ook de flora telt tal van zeldzame exemplaren waardoor dit reservaat van essentieel belang is voor de biodiversiteit. Het unieke karakter wordt extra in de verf gezet door een typisch ecosysteem dat de Maya's *akalché* noemden. In deze overstromingsgebieden komen unieke plantencombinaties voor.

Een multidisciplinair team

De firma GIM stelde het projectteam samen en coördineerde de activiteiten. GIM stond zelf in voor de ontwikkeling van het eigenlijke systeem, voor de analyse van satellietbeelden en voor het opstellen van bodemgebruikkaarten voor het Biosfeerreservaat.

De onderzoeksgroep Cartografie en GIS van de afdeling Geografie van de Universiteit Gent nam het onderzoeksluik voor

zijn rekening en stond in voor de spatio-temporele analyse van archeologische gegevens aan de hand van het driehoeksmodel. De groep stelde ook zijn deskundigheid ter beschikking op het vlak van cartografie, het uitvoeren van metingen op het terrein en het maken van 3D-modellen.

Het Centre Européen d'Archéométrie van de Université de Liège stond in voor het verzamelen van archeologische gegevens (Mayacultuur) en voor het opstellen van een databank, een echt werkinstrument om archeologische informatie te beheren en te bewaren. Het stelde ook zijn deskundigheid ter beschikking voor vragen met betrekking tot de verwerking van archeologische gegevens door het systeem.

De VISICS-afdeling (VISION for Industry, Communications and Services) van het departement Elektrotechniek van de Katholieke Universiteit Leuven ontwikkelde op basis van reeksen eenvoudige digitale foto's een webservice (Arc3D-webservice) voor het vastleggen van 3D-beelden (3D-acquisition) en demonstreerde hoe het Calakmul 4D GIS-systeem gebruik maakt van 3D-beelden.

Het consortium werkte nauw samen met de UNESCO en met de Mexicaanse partners INAH en CO-NANP. Het kon ook rekenen

op de steun van de universiteit van Campeche en de gewaardeerde adviezen van de Belgische en buitenlandse experts uit het Stuurcomité.

Een operationeel systeem op basis van *open source*

Uitgangspunt voor de ontwikkeling van het Calakmul 4D GIS-systeem waren de noden van de beheerders van geklasseerde sites. Die werden geanalyseerd en gecombineerd met de technische eisen van de UNESCO. Hoewel de eerste demonstratie voor een Mexicaanse site gebeurde, was het de bedoeling om een instrument te ontwikkelen dat voldoende universeel was zodat het ook voor het beheer van andere sites kan worden ingezet.

De belangrijkste doelstelling was om een instrument te ontwikkelen waarmee informatie kon worden verzameld, gecentraliseerd, beheerd en gedeeld tussen de verschillende betrokken partijen en dat diezelfde partijen het hele systeem zelfstandig konden beheren en bedienen. In de praktijk moest het systeem ook in staat zijn om het besluitvormingsproces voor het beheer van een site te ondersteunen.

Het systeem maakt gebruik van *open source*-componenten en bestaat uit drie aparte omgevingen met elk een eigen specifieke functie.

De eerste omgeving – de zogenaamde 'ontwikkelingsomgeving' – bestaat uit een stel instrumenten waarmee sitebeheerders en wetenschappers uiteenlopende gegevens kunnen verzamelen, bewaren en analyseren. Naast de gebruikelijke beheersinstrumenten zijn er ook nieuwe applicaties zoals een open source GIS-softwarepakket om kaarten te maken en de bestaande vectoriële informatie om te zetten, de Arc3D-





webservice die door de KUL werd ontwikkeld en de databank met archeologische gegevens opgesteld door de ULg.

De gegevens die in de eerste omgeving werden aangemaakt en goedgekeurd, kunnen vervolgens worden geregistreerd in een directory die aan een catalogus is gelinkt. Samen vormen ze de 'referentieomgeving' waar informatie (gegevens en metagegevens) wordt opgeslagen, geïnventariseerd en gedeeld. Deze beide elementen laten bovendien toe om de toegang tot de gegevens te regelen.

Een derde omgeving zorgt er ten slotte voor dat de opgeslagen gegevens kunnen worden gepubliceerd en gevisualiseerd. De 'publicatieomgeving' – op basis van een beheersysteem voor geografische webcontent dat door GIM werd ontwikkeld – laat toe om 2D-kaarten, 3D-voorwerpen, documenten, beelden video's enz. te visualiseren en te exporteren. In al deze informatie is telkens ook de tijdsdimensie verwerkt die uiterst belangrijk is voor follow-upactiviteiten en evolutieanalyses. Op die manier worden specifieke gegevensmodellen ontwikkeld die de verwerking mogelijk maken van tijdspecifieke ecologische en archeologische gegevens.

Allerlei gebruikersgroepen kunnen tot deze omgeving toegang krijgen op basis van verschillende toegangsrechten. Dit laat toe om de informatie te structureren en om gevoelige gegevens te beschermen. Het systeem dat via het internet toegankelijk is, laat toe om vanuit

één centraal toegangspunt informatie te delen en te verspreiden. Sitebeheerders kunnen bijvoorbeeld kaarten op maat maken en ze exporteren om ze op te nemen in een nominatiedossier. Registratie, visualisatie, analyse en planning is mogelijk van :

- vroegere en toekomstige restauratie- en instandhoudingsactiviteiten;
- gegevens over de bouw van de site op basis van archeologische opgravingen;
- de evolutie van bedreigingen door onder meer menselijke activiteiten.

Het demosysteem is geïnstalleerd op een server in de informatica-afdeling van het hoofdbureau van het INAH in Mexico-Stad. Om het voortbestaan van het project te waarborgen, werden twee beheerders (IT-specialisten) aangeduid die het systeem onderhouden en beheeren.

Onderzoeksluik

Dit project omvat ook een luik fundamenteel onderzoek dat zich toespit op het gebruik en de aanpassing van het driehoeksmodel voor de spatio-temporele analyse van archeologische gegevens. Dankzij dit model, dat het mogelijk maakt om tijdsintervallen als dimensieloze punten voor te stellen, kunnen 29 verschillende tijdsverbanden worden gevisualiseerd via een zone of een combinatie van zones in het model. Het concept berust op het principe dat het referentietijdsinterval binnen een model gesloten is, met andere woorden dat de begin- en einddata van het interval bekend zijn. Bij archeologische gegevens is dit echter bijna nooit het geval. Men weet bijvoorbeeld wel wan-

neer een gebouw is gebouwd, maar niet – of niet helemaal precies – wanneer het is verdwenen. Om met dit soort situaties rekening te kunnen houden, hebben onderzoekers van de Universiteit Gent het driehoeksmodel aangepast, waardoor het nu ook open of half-open intervallen kan visualiseren en analyseren.

Perspectieven

Dit project opent heel wat perspectieven en brengt veel uitdagingen aan het licht. Eerst en vooral is het een troef voor de nominatie van Calakmul in zijn geheel op te nemen als gemengde site op de lijst van het Werelderfgoed van de UNESCO. De Mexicaanse instanties die verantwoordelijk zijn voor het beheer van het immense Werelderfgoed, tonen eveneens heel wat belangstelling om het systeem in de toekomst te gebruiken. Naast de ontwikkeling van nieuwe functionaliteiten kunnen ook nieuwe technologieën in het systeem worden geïntegreerd. Dit zal gebeuren in het kader van een ander project dat door hetzelfde programma wordt gefinancierd en dat zich zal verdiepen in het complexe probleem van het beheer van een seriële en grensoverschrijdende nominatie, namelijk die van de Zijderoute. Tot slot hebben de vele valorisatieactiviteiten in het kader van het project het pad geëffend voor nieuwe samenwerkingen, wat aantoonde dat het systeem een leemte invult waarmee beheerders van geklasseerde sites al ettelijke jaren worden geconfronteerd. □

(Met medewerking van Martine Stélandre)

Capacity building

In februari 2010 kregen de Mexicaanse partners een week lang opleidingen om zelfstandig met het Calakmul 4D GIS-systeem te kunnen werken. Drie hoofdthema's kwamen aan bod:

- gebruik van een open source GIS-applicatie om vectoriële lagen aan te maken, om bestaande gegevens om te zetten en om ruimtelijke analyses te maken;
- gebruik van het Calakmul 4D GIS-systeem;
- creatie van 3D-modellen met de Arc3D-webservice.

Naast leidinggevende figuren van INAH en CONANP namen vertegenwoordigers van plaatselijke ngo's die zich inzetten voor natuurbescherming, en zelfs rubberproducenten die in het Biosfeerreservaat actief zijn, aan de opleidingen deel.

Meer info:

Calakmul 4DGIS :

<http://calakmul.inah.gob.mx/conscientia>

<http://eo.belspo.be> > Directory > projects > Calakmul

Contactpersoon Federaal Wetenschapsbeleid: Brigitte Decadt

Contactpersoon Gim: Vincent Tigny
'vincent.tigny@gim.be'

UNESCO-Werelderfgoed:

<http://whc.unesco.org/fr/list/1061>