

OBSERVATIE VAN HET ZWINGEBIED VANUIT DE LUCHT

Ir. D. FRANSAER
Projektleider Eurosense-Belfotop

Aerial observation of the Zwin area

The entire Belgian coastal zone, as well as the area of the natural reserve 'Het Zwin' (between Knokke-Heist and the Dutch border), is regularly surveyed using aerial teledetection and hydrographic techniques. These surveys are performed by Eurosense-Belfotop N.V. as part of the coastal management programme, adopted by the Belgian Ministry of Public Works. In this paper, the different techniques involved in the observation and monitoring of the Zwin area are described, and emphasis is put on the presentation of the recorded data.

The morphology of the near- and foreshore is mapped using the accurate bathymetric measurements of the hydrographic BEA-

SAC hovercraft. The topography of beach, dunes and of the natural reserve 'Het Zwin' is measured by aerial photogrammetric techniques, while the survey of the vegetation cover of the dunes and 'Het Zwin' is mainly based on aerial photo interpretation. The intensive use of modern computer techniques allows the acquired data to be processed in a standardized and highly automated way, and very specific presentations of the survey results can subsequently be produced. Some of these presentations are described in more detail: differential topographic maps of the beach, beach evolution graphs, combined topographic-bathymetric sheets of the beach and the nearshore, dune vegetation maps, and the topographic and vegetation map of 'Het Zwin'.

1. INLEIDING

In opdracht van het Ministerie van Openbare Werken worden door de firma Eurosense-Belfotop N.V. regelmatig teledetectische observatievluchten uitgevoerd langs de Belgische kust. De fotogrammetrische registraties van het strand, de vooroever en de zeeuerende duinen worden verwerkt tot kaarten, grafieken en cijfergegevens, die noodzakelijk zijn voor een verantwoord beheer.

In het kader van de problematiek rond het natuurreservaat Het Zwin werd door het Ministerie van Openbare Werken eveneens opdracht gegeven tot het in kaart brengen

van dit gebied door middel van aëroteledetectische registraties. Aldus werd Het Zwin tweemaal (nl. in 1987 en in 1989) luchtfotografisch opgenomen. Deze opnamen worden verwerkt tot gedetailleerde karteringen van dit uniek slikken- en schorregebied, en dienen aldus als nauwkeurige inventaris van de toestand van topografie en vegetatie bij de opname.

In dit artikel wordt een overzicht gegeven van de teledetectische observaties die Eurosense-Belfotop boven Het Zwin en de aansluitende kustzone uitvoert (zie situatieschets in fig. 1). Verder wordt de wijze besproken, waarop de teledetectische waarnemingen worden verwerkt tot de verschil-

lende grafische en numerieke voorstellingswijzen in functie van de specifieke behandelde problematiek.

2. OVERZICHT VAN DE TELEDETECTISCHE WAARNEMINGEN VAN HET ZWIN EN DE AANSLUITENDE KUSTZONE

Vanaf het midden van de jaren '70, met de uitbouw van de voorhaven van Zeebrugge, liet zich in sterke mate de nood voelen aan nauwkeurige, gestandaardiseerde kartografische weergaven van het strand, vooral langs de Belgische kust. Zo wordt, in opdracht van het Ministerie van Openbare Werken, de morfologie van het strand van de Oostkust (dit is het gedeelte van de Belgische kust vanaf Zeebrugge tot de Nederlandse grens) sinds 1977 op jaarlijkse basis in kaart gebracht.

Sinds augustus 1985 wordt een als hydrografisch meetvaartuig omgebouwde hovercraft, de BEASAC (Belfotop Eurosense Acoustic Sounding Air Cushion platform) ingezet voor het uitvoeren van bathymetrische registraties (lodingen). Dit uniek meetplatform levert dankzij de hoge operationele snelheid, de wendbaarheid en het zeer nauwkeurige plaatsbepalingssysteem, lodingen waarmee uiterst betrouwbare kaarten van de zeebodem worden opgesteld. Deze kunnen, gezien de snelle opmeting, vrijwel worden beschouwd als momentopnames van de zeebodem. Het BEASAC meetplatform werd gezamenlijk ontwikkeld door Eurosense en het Ministerie van Openbare Werken.

Een van de opdrachten die aan het BEASAC meetplatform werden toevertrouwd, is het geregeld karteren van de vaargeulen, waaronder de Pas van het Zand, de toegangseul tot de haven van Zeebrugge. Naast de genoemde eigenschappen van snelheid, wendbaarheid en nauwkeurige positionering, is een ander belangrijk voordeel van het BEASAC-platform, dat ook kan worden gelood in zeer ondiep water. Deze



Fig. 1: Overzichtskaat van het Zwingebied.

mogelijkheid wordt volop benut voor het opstellen van de hydrografische kaarten van de vooroever.

Door de lodingsgegevens van de vooroever samen te voegen bij de gegevens van de topografie van het droogvallend strand, opgemeten d.m.v. de aëroteledetektische registraties, kan men op continue wijze de morfologie van het vooroever- en strandgebied voorstellen in één dokument, de zgn. 'gekoppelde hoogtekaart'. Een dergelijk dokument werd, voor de Oostkust, het eerst gerealiseerd in het voorjaar van 1986.

Een zeer belangrijk gedeelte van onze zeevering wordt gevormd door de aan het droogvallend strand aansluitende zeeduin (de zgn. zeereep of duinreep). Nu vormen de duinen langsheen onze kust vanuit verschillende opzichten een in hoge mate bedreigd gebied. Met het oog op een verantwoord beleid voor behoud en herstel van de duinen als natuurlijke zeevering bestaat voor het duingebied dan ook de behoefte aan een doeltreffende kartering op een regelmatige basis en volgens een gestandaardiseerde methode. Buiten de topografie stellen deze kaarten ook de vegetatiebezetting van de duinen voor. De vegetatie speelt immers een zeer belangrijke rol bij de zandfixatie. Deze doelstelling van de duinvegetatiekartering heeft als gevolg dat de verwezenlijkte dokumenten niet als een gedetailleerde fytosociologische kartering werden opgevat. De duinvegetatiekaarten zijn veeleer een nauwkeurige inventarisatie van de zeereepvegetatie met betrekking tot de funktie van de duinengordel als zeevering.

Tijdens drie opeenvolgende jaren (van 1982 tot 1984) werden van de Belgische zeeduin kaarten gerealiseerd die een gekombineerde weergave bieden van de topografie en de planimetrie van de duinen, verkregen door fotogrammetrische restitutie, en de ruimtelijke vegetatiesamenstelling, verkregen door foto-interpretatie. Tijdens elke jaargang wordt ongeveer 1/3 van de Belgische kust afgewerkt. In de jaren 1986 tot 1988 werd deze kartering een eerste maal herhaald.

Van het natuurreservaat Het Zwin zijn tot op heden twee gedetailleerde kaarten opgesteld, die zowel de topografie als de vegetatie voorstellen. De bedoeling van deze kaarten is een nauwkeurig beeld te geven van de vegetatie in relatie met de topografie in het slikken- en schorregebied van Het Zwin, in het bijzonder in het kader van de zich aldaar stellende problematiek.

De eerste detailkaart van het Zwinrelief ten behoeve van de technische bijeenkomsten van de Internationale Zwinkommissie, werd gemaakt d.m.v. fotogrammetrische restitutie van foto-opnamen van 18 april 1987. Een tweede detailkaart werd opgesteld met opnamen van 24 februari 1989. De topografische kaarten worden als achtergrond weergegeven op de vegetatiekaarten van Het Zwin. De kartering van de vegetatie gebeurt aan de hand van foto-interpretatie van opnamen op kleur- en kleurinfraroodfilm, en begeleidend terreinwerk. Hierbij ligt de nadruk op de relatie die bestaat tussen het voorkomen van diverse, soms unieke, vegetatie-

soorten en hun milieu: de slikken- en schorrenomgeving, de oude en recente duinen, de recente zandplaten, enz. Vanzelfsprekend vereist deze benadering een meer gedetailleerde legende en een hogere inbreng van het terreinwerk.

3. VOORSTELLING VAN DE MEETRESULTATEN

3.1. Strandmorfologie

De luchtfotografische registraties op kleurfilm, ten behoeve van de opvolging van de strandmorfologie van de Oostkust, gebeuren op een vlieghoogte van ca. 440 m, waar bij de fotogrammetrische FMC-kamera voorzien is van een supergroothoekobjektief ($f = 8.8$ cm). Hierdoor bedraagt de fotoschaal 1/5000. De opnamen hebben steeds plaats bij voldoende laagwater (rekening houdende met b.v. eventuele wateropstuwung door de wind), zodat de hoogtelijn van $Z = +1.5$ m minstens overal zichtbaar is (Z is de hoogte t.o.v. het referentiepeil van Brugge en Wegen; $Z = TAW + 106$ mm). D.m.v. fotogrammetrische restitutie worden plannen op schaal 1/1000 opgesteld, die de planimetrie (ligging van de zeedijk, wandelwegen, strandhoofden, ...) en de altimetrie (reliëf) weergeven. Terzelfdertijd worden, met het oog op de opvolging van de evolutie van de strandmorfologie in de tijd, hoogtelijnen en -punten opgeslagen in digitale vorm. Er worden alzo hoogtelijnen gedigitaliseerd om de 1 m in de duinen (hiermee wordt bedoeld het gebied met hoogte $Z > +7.0$ m) en om de 0.5 m in het vlakke, lager gelegen strand. Bovendien worden tussenhoogtelijnen en bijkomende hoogtepunten gedigitaliseerd, indien de hoofdhoogtelijnen te ver van elkaar (in situ meer dan 10 m) verwijderd liggen. De opmeting van al deze hoogtelijnen en hoogtepunten is vereist om de oppervlakte- en volumeberekeningen voldoende nauwkeurig te kunnen uitvoeren. Daarnaast worden specifieke lijnen in digitale vorm opgeslagen. Voor het strandgebied nabij Het Zwin worden alzo de randen van de Zwingel en de rand van de duinen bijkomend gedigitaliseerd. De digitale opslag van de hoogtegegevens laat vanzelfsprekend een flexibele verwerking toe, en een hoge mate van automatisatie wordt dan ook bereikt bij de produktie van de kaarten en van de andere grafische en numerieke voorstellingsvormen. Vertrekkende van de digitale terreinmodellen die overeenstemmen met twee op verschillende tijdstippen gemaakte opnames van hetzelfde gebied, worden vergelijkende grootheden berekend. Meestal wordt voor de Oostkust als eerste van deze twee vergeleken opnames de referentiemeetvlucht genomen, die plaatshad na de eerste grote zandsuppletie te Knokke in 1979. Door in ieder punt van het strand het hoogteverschil volgens een kleurkode uit te zetten, ontstaan de zgn. differentiële strandkaarten. Deze laten een snelle en betrouwbare appreciatie toe van de hoogtelijzingen, die zich t.g.v. natuurlijke processen of ingrepen door de mens hebben voorgedaan op het strand, in de periode tussen de twee vergeleken opnamen.

In deze differentiële hoogtekaarten worden

erosie en sedimentatie aangegeven in verschillende tinten van rood, respectievelijk groen; de tintgradatie stemt overeen met de grootte van de vastgestelde hoogteverschillen. Plaatsen, waar tussen de vergeleken opnamen geen of een te verwaarlozen hoogteverschil is opgetreden, worden afgebeeld in het geel. Dezelfde dokumenten stellen tevens de verplaatsing van enkele karakteristieke hoogtelijnen voor, nl. van de zgn. duinvoet, hoog- en laagwaterlijn (deze worden gedefinieerd als respectievelijk de hoogtelijn van $+7.0$, $+4.0$ en $+1.5$ m). Is deze verplaatsing transgressief (wanneer de lijn landwaarts verschuift), dan wordt het gebied tussen de karakteristieke hoogtelijnen in het rood voorgesteld; een regressie daarentegen wordt afgebeeld in het groen. De schaal van de differentiële hoogtekaarten bedraagt 1/10000.

Verder worden per strandsektie (een strandsektie is een gedeelte van het strand, vaak het stuk begrensd door twee strandhoofden) verschilwaarden berekend tussen de twee beschouwde opnamen: b.v. het verschil (toe- of afname) in zandvolume. Ook deze waarden worden grafisch weergegeven.

Een interessante representatie van de verschilgegevens zijn de evolutiegrafieken. Deze stellen van een bepaald strandgedeelte (b.v. een strandsektie) de evolutie van de zandvolumewijzigingen sinds de referentietoestand voor, en wel per hoogtezone. De hoogtezones (natstrand, droogstrand en duin) worden gedefinieerd als de gedeelten van het strand met als zeewaartse grens respectievelijk de laagwaterlijn, de hoogwaterlijn en de duinvoet.

Een voorbeeld van een dergelijke evolutiegrafiek is fig. 2. Hierin ziet men de evolutie van de volumeveranderingen (ordinaat) in de tijd (abscis) voor de strandsektie 74 van de Oostkust, dit is de sektie waarin de monding van de Zwingel gelegen is, sinds de referentie-opmeting van 1979. Per meetvlucht worden drie volumeverschillen uitgezet: 'VD' is het volumeverschil van de duinen, en evenzo hebben 'VDS' en 'VNS' betrekking op het droogstrand en het natstrand. De gebroken grafieklijn geeft de netto-evolutie in zandvolume voor de strandsektie als een geheel (de grafiekpunten stemmen overeen met de som van de volumewijzigingen per hoogtezone).

Uit fig. 2 leidt men af dat het natstrand van sektie 74 in vergelijking met de toestand in 1979 aan een gelijkmatige erosie onderhevig was. Het droogstrand en de duinen in deze sektie kenden in 1981 een volumetoe name, vergeleken bij de referentietoestand 1979, maar in de periode 1981-1985 nam ook hier het zandvolume geleidelijk af. De geërodeerde volumes in alle zones van sektie 74 zijn sterk toegenomen na het voorjaar van 1985. Vooral in het natstrand nam de afslag toe tot boven de gemiddelde afslag van 27 m^3 per meter per jaar.

Een ander voorbeeld van representatie van verschilgegevens wordt geleverd door de gedetailleerde differentiële hoogtekaarten. Deze stellen dezelfde informatie voor als de differentiële hoogtekaart van het strand, maar op een grotere schaal en voor een kleiner gebied. Deze speciale kaarten wor-

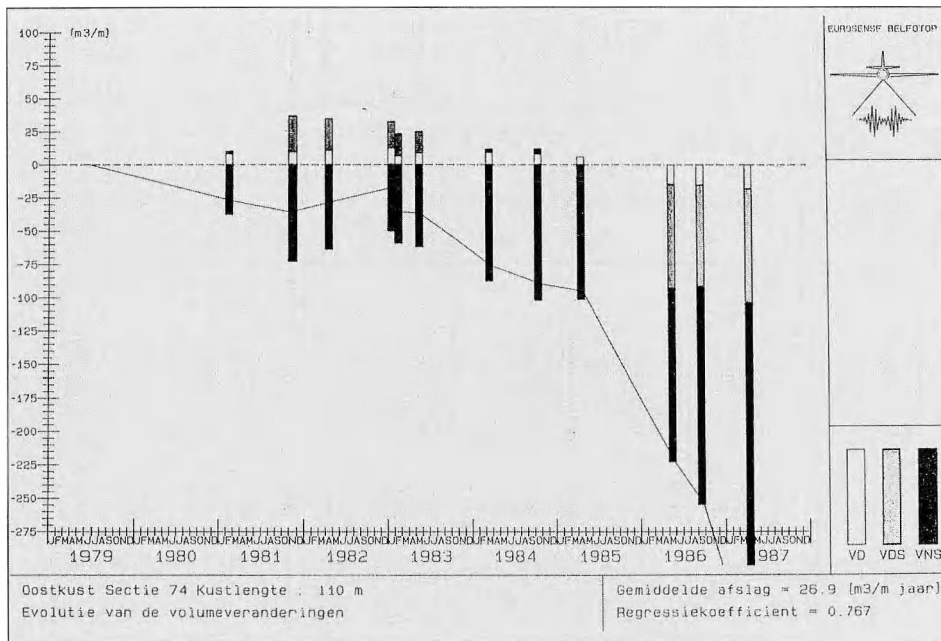


Fig. 2: Evolutiegrafiek van de strandsectie 74.

den geproduceerd voor secties waar de morfologie van strand en/of duin een bijzondere opvolging vergen. Ook deze kaarten stellen de hoogteverschillen, die zijn opgetreden tussen de twee vergeleken opnames, voor volgens een kleurcode, die de maximale aangroei en afslag optimaal weer geeft.

Ten behoeve van de studie van de dynamiek van de Zwingel kan de evolutie van de tijgeul (ligging: zie fig. 1) gevisualiseerd worden, door gebruik te maken van de begrenzendende lijnen van de Zwingel en de duinvoet, die in digitale vorm gestockeerd worden bij de restitutie van de strandmorfologie. De beelden bekomen voor opeenvolgende opmetingen, stellen op unieke wijze de dynamiek van het Zwinmondingsgebied voor: het ontstaan en verschuiven van de kronkeling van de geul en de migratie van de monding.

3.2. Morfologie van het strand in relatie met de aansluitende vooroever

In het kader van een meer algemene morfologische studie van de kust is het essentieel dat de vooroever betrokken wordt bij de studie van de strandevolutie. Wat betreft sedimentdynamiek en bodemmorfologie fungeren het strand en de vooroever immers als een eenheid.

De vooroever is het zeebodemgedeelte dat onmiddellijk aansluit bij het strand. Als werkdefinitie van vooroever geldt de omschrijving: de strook, die zich uitstrekt tussen de hoogtelijn van + 1.5 m en de dieptelijn van - 4.0 m (beide waarden t.o.v. Z). Het gedeelte, dieper dan - 4.0 m, wordt de zeebodem (s.s.) genoemd.

De lodingen ten behoeve van de vooroeveren zeebodem morfologie vormen een van de opdrachten van het akkurate en snelle meetplatform BEASAC. Deze dieptemetingen gebeuren in dezelfde periode van springtij waarin de aëroteledetektische opnamen van het strand plaatshebben, maar

bij hoogwater. Daardoor ontstaat er in het door de BEASAC gekarteerde gebied een zone (op het natstrand), waarvan de topografie ook door fotogrammetrische restitutie van luchtfoto's werd opgenomen. De hydrografische opnamen stemmen in deze overlappingszone zo goed overeen met de kartering op basis van de teledetektische opnamen, dat de beide resultaten kunnen worden gekombineerd tot een samengestelde kaart, de zgn. gekoppelde hoogtekaart. Het uitwerken van deze kaart is bovendien

mogelijk, doordat de gegevens van de BEASAC-lodingen een gelijkaardige structuur bezitten als de hoogtegegevens, bekomen door de teledetektische observatie van het strand.

De gekoppelde hoogtekaarten stellen de bathymetrie van de vooroever en de aansluitende topografie van het strand voor in één continue kaart op schaal 1/10000, met de hoogten gerelateerd aan eenzelfde referentievak (nl. Z van Bruggen en Wegen). Een voorbeeld van een dergelijke gekoppelde hoogtekaart vindt men in fig. 3.

Uiteraard worden ook een aantal documenten met differentiële gegevens opgesteld, waaruit men de evolutie van de morfologie in de zone van de vooroever en het strand kan evalueren: differentiële gekoppelde hoogtekaarten, tabellen met de toe- of afnames in zandvolumes, grafieken per kuststrook, enz. De hier genoemde documenten zijn qua vormgeving en productiewijze identiek aan deze betreffende de evolutie van de strandmorfologie.

3.3. De topografie en de vegetatie van de duinen

De vegetatiekaarten van de duinen langs de Belgische kust betekenen een gemakkelijk te raadplegen en betrouwbare inventaris voor een verantwoord beheer van de duinen als natuurlijke zeewering.

Een eerste thema dat op de gerealiseerde kaarten wordt voorgesteld, is de duinentopografie. De aëroteledetektische opnamen ten behoeve van de topografie worden uitgevoerd met een Wild RC 20 FMC-kamera, voorzien van een supergroothoeklenz (f = 8.8 cm). De fotoschaal is 1/3000. De foto-

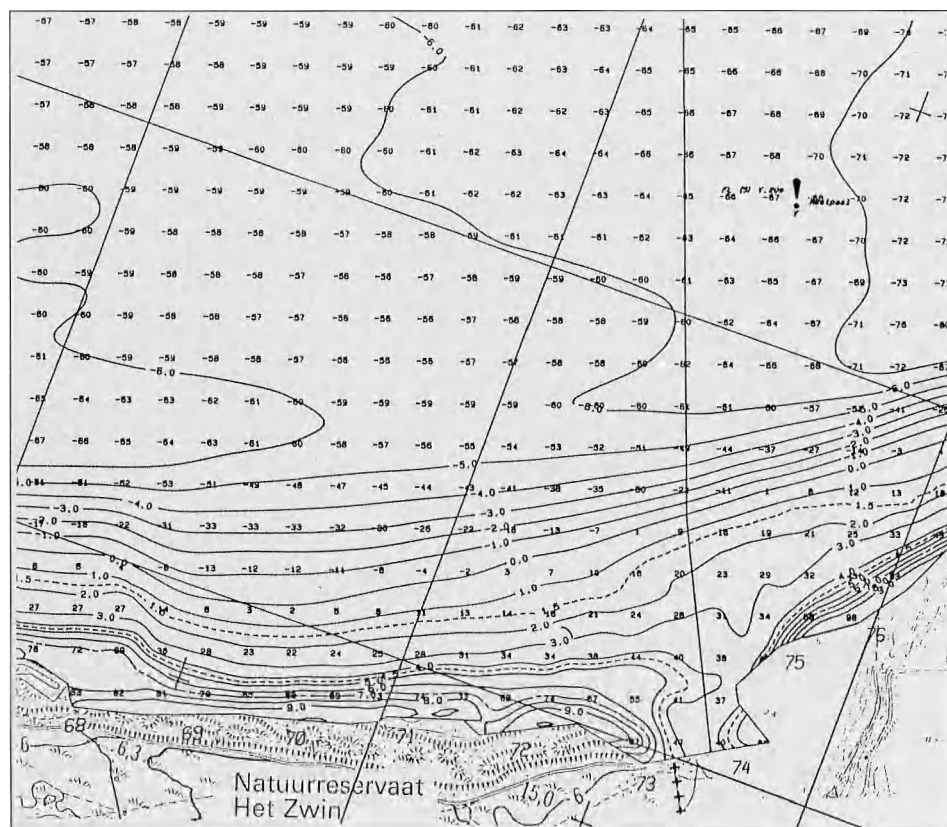


Fig. 3: Een gekoppelde hoogtekaart van het strand en de vooroever, ter hoogte van het Natuurreservaat Het Zwin. Hoogte- en dieptelijnen om de meter. De zijde van een vierkant in het UTM-ruitenet is 1 km.

grammetrische restitutie van de registraties op kleurfilm resulteert in de topografische kaarten van de zeedünen op schaal 1/1000. Deze plannen dienen tevens als achtergrond, waarop de vegetatie-interpretatie wordt ingetekend. Bij de restitutie worden de hoogtegegevens meteen opgeslagen in digitale vorm. Deze gegevens worden naderhand aangewend voor de productie van b.v. hoogteverschilkaarten.

Voor de registratie van de duinvegetatie worden multispektrale simultane registraties op kleur- en kleurinfraroodfilm uitgevoerd d.m.v. twee moderne, synchroon opererende fotogrammetrische FMC-kamera's voorzien van een aangepast 30 cm-objektief en met on-line belichtingsmeters. De twee gelijktijdig werkende kamera's zijn uitgerust met kleur- en kleurinfrarooddiapositiefilm. Op deze manier wordt het volledige zichtbare en nabij-infrarode gedeelte van het elektromagnetisch spectrum fotografisch vastgelegd. Vooral bij vegetatiestudies biedt het gebruik van infraroodfilm bijzondere voordelen.

De foto-interpretatie is gebaseerd op een interpretatiesleutel. In een voorlopige interpretatie worden zogenaamde 'fotoklassen' afgeleid en beschreven op basis van kenmerken als: stereoskopische eigenschappen (ruwheid, reliëf), kleurtint, textuur, structuur, ...

Tijdens het veldwerk worden deze fotoklassen gekonfronteerd met de terreintoestand om te komen tot de vegetatieklassen die de legende opbouwen. De relatie tussen de fotoklassen en de vegetatieklassen wordt in de interpretatiesleutel vastgelegd.

Bij de kartering van de zeeverende duinen primeren argumenten i.v.m. duinstabiliteit op zuiver ecologische motieven. Het gaat niet om een biotoopstudie, maar om een vegetatie-indeling in grote klassen die relevant kunnen zijn i.v.m. de zandvastlegingscapaciteit en dus de duinstabiliteit. De legende bevat dan ook grote klassen en subklassen, die in verband staan met een appreciatie van de duinvegetatie in relatie met de duinstabiliteit. De grote klassen van de legende zijn: waterplassen; slikken en schorren; zandvlaktes; kunstmatige zandvastleggingen (b.v. met rijnshouthagen); versnipperde, wandelende helmdünen aan de zeezijde; min of meer gesloten helmdünen; duingrasland (variërend van zeer weinig gesloten duingrassen, mos- en kruidenbegroeiing, gevarieerd vochtig grasland, tot ruigtes); struikvegetatie (onderverdeeld naar de dominante soorten); naald- en/of loofbos.

Bij een kartering van de duinen wordt veel nadruk gelegd op het detail. Dat wordt in dit geval mogelijk gemaakt door de grootschaligheid (1/2000) van de opnames en door het gebruik van de Wild APT-stereoskoop. Deze stereoskoop van een zeer hoge optische kwaliteit verschaft de mogelijkheid tot inzoomen in het stereoscopisch beeld tot een vergroting van 15 x. Op die manier zijn zelfs details kleiner dan 10 cm nog goed waarneembaar.

Bij het terreinwerk wordt gebruik gemaakt van kleurafdrukken van de originele diapositieven. De interpretatie gebeurt direct op de originele luchtdia's, voorzien van een transparante, maatvast overlay waarop de interpretatie wordt ingetekend.

In verband met de homogeniteit van de uitvoering is het belangrijk te wijzen op de ervaring en de continuïteit binnen het interpretatieteam. Sinds het begin van de kartering is de interpretatie, inclusief terreinkontrolle, uitgevoerd door dezelfde groep van ervaren interpreters. Op die manier worden kleine interpretatieverschillen, inherent aan iedere foto-interpretatie, tot het uiterste minimum beperkt. Het streng konstant houden van alle opnameparameters (vaste opnameperiode, gestandaardiseerde foto-opname en -ontwikkeling, ...) dragen hiertoe in hoge mate bij. Het overbrengen van de interpretatie van het diapositief (schaal 1/2000) naar de basiskaart met de duinentopografie (1/1000) gebeurt met behulp van een Bausch & Lomb Stereo Zoom Transfer Scope. Dit apparaat laat toe twee documenten op een verschillende schaal, nl. de luchtfoto's (1/2000) en de basiskaart (1/1000), op elkaar te projecteren. De karteerder kan op deze manier, en eventueel gebruik makend van het stereozicht, de interpretatie van de foto op de kaart intekenen.

Vertrekkende van deze minuutkaart zijn nog enkele andere reproducties stappen nodig, vooraleer men het uiteindelijke document, nl. de duinvegetatiekaart in kleur, bekomt.

De afgeleverde kaarten stellen uiteindelijk dus, naast de kleurgekodeerde vegetatieklassen, ook de topografie en planimetrie van de duinen voor. De topografie wordt weergegeven d.m.v. hoogtelijnen met een interval van 1 m, t.o.v. het referentievlak Z van Bruggen en Wegen.

3.4. De topografie en de vegetatie van het natuurreservaat Het Zwin

De vegetatiekaart van het natuurreservaat Het Zwin, die de referentietoestand van de topografie en de vegetatie van het gebied afbeeldt (situatie bij de opnamen van 1987), komt op een analoge wijze als de duinenvegetatiekaarten tot stand.

Toch kunnen beide types kaarten niet zonder meer gelijk gesteld worden. Zowel de aard van het gebied als de doelstelling van de kartering geven aanleiding tot een duidelijk verschillende vegetatiekaart:

- Bij de Zwinkartering ligt de klemtoon ook op de ecologische rijkdom van het gebied, m.a.w. het voorkomen van en de diversiteit aan, soms zeldzame, plantensoorten moet bij de kartering tot uiting komen.
- Bij de studie van een schorregebied moet vanzelfsprekend een andere, meer specifieke, legende gehanteerd worden voor de typische plantengroei aldaar.

In het kader van de huidige Zwinproblematiek geeft de vegetatiekaart, gemaakt in 1987, een referentietoestand. Ze laat toe veranderingen in de plantengroei, met eventuele gevolgen op het ganse Zwinbiotoop inclusief de vogelstand, nauwkeurig te volgen. Daar veranderingen van het mikro-reliëf in gans dit proces van uitzonderlijke betekenis zijn, is de topografie als achtergrondinformatie (hoogtelijnen en -punten) op de kaart aanwezig.

De hoogtelijnen op de topografische kaart zijn weergegeven met een interval van

0.5 m in het reservaat en van 1 m in de steile gedeelten (duinen, dijk). Binnenin het reservaat zijn bijkomende hoogtepunten weergegeven, die op topografische wijze werden bepaald met grote precisie. Bovendien draagt de middelbare kwadratische fout op de fotogrammetrische metingen van goed gedefinieerde punten bij de gegeven vlieg-hoogte slechts 3 cm. Alle hoogtes worden gegeven t.o.v. het Z-peil van Bruggen en Wegen.

Vermits de hoogtegegevens als terreinmodel digitaal gestockeerd zijn, kan de hoogte-evolutie gevolgd worden door eenvoudige substractie van twee op verschillende tijdstippen geregistreerde topografische oppervlakken. De eerste dergelijke differentiële hoogtekaart brengt het verschil in topografie in beeld tussen de referentie-opmeting van 1987 en de registratie van 1989. De methodologie, waarbij de foto-interpretatie gebeurt via een interpretatiesleutel, evenals de apparatuur voor interpretatie en intekenen van de informatie, zijn bij de realisatie van de Zwinvegetatiekaart identiek aan die beschreven bij de duinkartering. Grootschalige kleurinfraroodfotografie vormde ook hier het uitgangspunt voor de interpretatie.

Toch is het nuttig te vermelden dat bij deze kartering, waar de detailweergave binnen de vegetatie veel groter is, aan het terreinwerk ook meer aandacht is geschenken. Niet alleen vertoont de opdeling naar plantensoorten meer detail, maar ook worden bijmengingen van subdominante soorten in de meeste gevallen weergegeven. Tevens worden enkele voor het Zwinbiotoop typische begeleidende plantensoorten vermeld. Zeker in het geval van deze begeleidende planten, bevindt men zich voorbij de grenzen van de mogelijkheden van de zuivere foto-interpretatie. Voor een nauwkeurige confrontatie met de toestand ter plaatse, dient de foto-interpretatie en vooral het terreinwerk snel bij de fotovlucht aan te sluiten. Het geproduceerde document is een vegetatiekaart in kleur, op schaal 1/3000, van het natuurreservaat 'Het Zwin'. Fig. 4 (volgende bladzijde) is een foto van de vegetatiekaart 1987.

De legende maakt een onderscheid tussen het eigenlijke slikken-schorregebied en de duinen, waarbij de aanpalende zeedünen en de lage duinenrug in het reservaat van elkaar worden onderscheiden. Zeventien hoofdeenheden bouwen de legende op (zie tabel 1).

Door verdere opsplitsing, meestal naar subdominante soorten, worden deze 17 hoofdklassen verder onderverdeeld tot een legende die uiteindelijk 43 klassen bevat. Al deze klassen zijn weergegeven d.m.v. een hoofdkleur, al dan niet in combinatie met een nevenkleur en/of een raster. Typische begeleidende plantensoorten die slechts over een kleine oppervlakte voorkomen en als dusdanig niet karteerbaar zijn, werden d.m.v. een symbool aangeduid.

Bij de kaart hoort een begeleidende tekst, waarin een beknopte toelichting gegeven wordt bij de vegetatiegroepen uit de legende.

Op 11 juni 1989 werd een nieuwe fotovlucht ten behoeve van de vegetatiekartering bo-



Tabel 1: Hoofdklassen in de legende van de Zwinvegetatiekaart.

Slikken en schorren	Duinen
1. Water 2. Slik 3. Zeekraal-klein schorrekruid mozaïek 4. Engels slijkgras 5. Kweldergras 6. Gewone zoutmelde 7. Lamsoor-kweldergras mozaïek 8. Zeeaster 9. Strandkweek 10. Strandmelde-spiesbladmelde mozaïek 11. Riet	12. Zand 13. Vegetatie van de lage duinrug in het reservaat 14. Vegetatie van de zeeduinen 15. Struweel 16. Dijk 17. Infrastructuur

ven Het Zwin uitgevoerd. Op gelijkaardige wijze werden de topografie en de vegetatie van de opnames 1989 in kaart gebracht. Vermits alle gegevens van zowel de eerste uitvoering (1987) als van de recentste uitvoering (1989) digitaal gestockeerd zijn, kan men uit de twee opnames een verschiltoestand afleiden. Bijzondere aandacht gaat hierbij naar de verzanding van de slikplaten, en naar verschuivingen binnen de vegetatie naar minder zoutminnende of beter zandverdragende soorten, eventueel in combinatie met significante toenames in hoogte-

ligging. In verband met de Zwinproblematiek vormen de topografische detailkaarten en de vegetatiekaarten, evenals de ervan afgeleide verschilkaarten die een beeld geven van de evolutie van het mikroreliëf en van de vegetatie, waardevolle beheersinstrumenten.

De vegetatiedynamiek is hierbij een maatstaf voor de beoordeling van het aanzandingsproces, dat het voortbestaan van Het Zwin als zout intergetijdengebied en bijgevolg ook als natuur- en vogelreservaat bedreigt.

4. BESLUIT

In dit artikel worden de observatie-opdrachten beschreven, die Eurosense-Belfotop voor het Ministerie van Openbare Werken, Dienst der Kust, uitvoert in het gebied van Het Zwin en de aansluitende kustzone. Tevens worden de verschillende gerealiseerde documenten en voorstellingsvormen belicht, die toelaten om de toestand en de evolutie van de opgemeten thema's op snelle en nauwkeurige wijze te evalueren: de topografie van vooroever, strand, duinen en van het natuurreservaat Het Zwin; de vegetatie van de zeewerende duinen en Het Zwin. De iets nader toegelichte voorstellingsvormen zijn: de differentiële hoogtekaart van het strand, de evolutiegrafiek van toe- en afname in zandvolume van een strandsectie, de gekoppelde hoogtekaart van strand en vooroever, de duinenvegetatiekaart en de vegetatiekaart van Het Zwin. Alle hier besproken of vermelde documenten dragen bij tot de ondersteuning en opvolging van een verantwoord beleid dat het Ministerie van Openbare Werken nastreeft inzake strandonderhoud, beheer van de zeewerende duinen en conserveren van het unieke natuurreservaat Het Zwin.

ir. D. FRANSAER
 Eurosense-Belfotop n.v.
 Nervierslaan 54
 1810 Wemmel