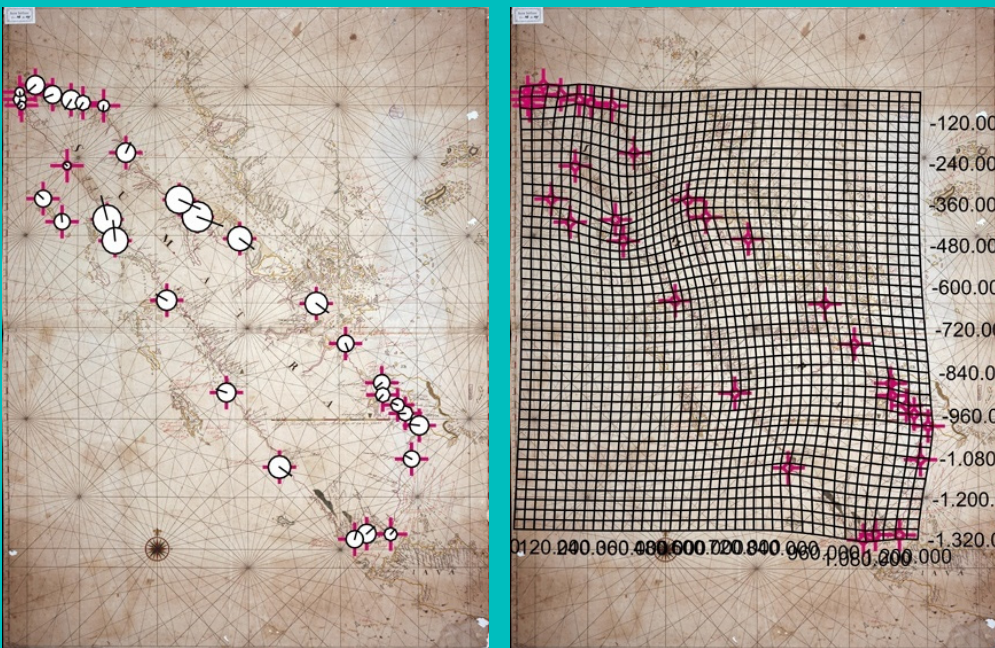


Geo-informatie kent geen tijd?

Nico Bakker, Leen Breure, Wilko Quak (redactie)



NCG KNAW

Nederlandse Commissie voor Geodesie Netherlands Geodetic Commission 50

Geo-informatie kent geen tijd?

Geo-informatie kent geen tijd?

Stuudiemiddag over temporele aspecten van geografische gegevens,
georganiseerd door de Subcommissie Geo-Informatie Infrastructuur van de NCG
en Geo-Informatie Nederland (GIN) op donderdag 17 september 2009 te Utrecht

Nico Bakker, Leen Breure, Wilko Quak (redactie)

Geo-informatie kent geen tijd?

Nico Bakker, Leen Breure, Wilko Quak (redactie)

Nederlandse Commissie voor Geodesie, Netherlands Geodetic Commission 50, 2010

ISBN: 978 90 6132 325 9

Vormgeving en productie: Bureau Nederlandse Commissie voor Geodesie, Delft

Figuren omslag: Elger Heere, Universiteit Utrecht

Bureau van de Nederlandse Commissie voor Geodesie

Jaffalaan 9, 2628 BX Delft

Postbus 5030, 2600 GA Delft

Tel.: 015 278 28 19

Fax: 015 278 17 75

E-mail: info@ncg.knaw.nl

Website: www.ncg.knaw.nl

De NCG is een onderdeel van de KNAW (Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen).

Inhoudsopgave

<i>Inleiding</i> Nico Bakker, Leen Breure, Wilko Quak	vii
<i>Temporele aspecten in GIS-bestanden</i> Peter van Oosterom	1
<i>Temporele standaarden in geo-informatiemodellen</i> Wilko Quack	9
<i>Historische data: mogelijkheden en moeilijkheden bij geografisch onderzoek</i> Elger Heere	19
<i>Visualisatie van temporele aspecten in 3D virtuele historische landschappen</i> Arnoud de Boer, Hans Voorbij	29
<i>Geo-informatie in de alfawetenschappen</i> René van Horik, Peter Doorn, Leen Breure	35
Bijlagen	
<i>Tijd: basisingrediënt van meteorologische en klimatologische gegevens</i> Raymond Sluiter, John van de Vegte	41
<i>Archeologie en GIS; geodata in verleden en toekomst</i> Milco Wansleben	53

Inleiding¹

Nico Bakker

Kadaster, Apeldoorn

nico.bakker@kadaster.nl

Leen Breure

Universiteit Utrecht

leen@cs.uu.nl

Wilko Quak

TU Delft

c.w.quak@tudelft.nl

Tijd en geodata

Het begrip tijd is in geografische bestanden vaak moeilijk weer te geven. Reeksen van oude en nieuwere kaarten laten ontwikkelingen zien, maar het juiste moment van wijziging is daarbij vaak niet meer te achterhalen. In het huidige digitale tijdperk is het daarentegen mogelijk om zowel het moment van ontstaan van een object als het tijdstip waarop het in een database wordt opgenomen, direct vast te leggen. Maar daarmee is de kwestie tijd niet afgedaan; er zijn meer praktische vragen rond temporele geodatabases. Hoe gaan bijvoorbeeld historici en archeologen om met het begrip tijd in onderzoek dat een geografische component heeft? Hoe slaat men de dynamische gegevens van een buienradar op? Hoe duurzaam en leesbaar zijn de digitale opslagmedia, die we sinds de jaren zestig van de vorige eeuw kennen, beginnend bij ponskaart en ponsband?

Er is dus enerzijds een complexe problematiek in het werkveld, aan de andere kant heeft het fenomeen tijd al zo'n kleine twintig jaar de aandacht van onderzoekers in de databasewereld. In 1992 stelde Snodgrass een extensie op SQL voor (nu bekend als TSQL2). Daarnaast bestaat sinds 2004 TimeML, een XML-dialect voor specificatie van gebeurtenissen en temporele expressies, waarmee ook tijdsvolgorde en onderlinge tijdsafhankelijkheid van data kan worden gecodeerd. Hoe verhoudt de temporele databasetechnologie zich tot de vragen en wensen uit verschillende praktijkgebieden en hoe speelt de INSPIRE-richtlijn hierop in? Al deze vragen waren aanleiding voor de NCG Subcommissie Geo-Informatie Infrastructuur om een studiemiddag te organiseren over het aspect tijd in geo-informatie. Deze publicatie vormt de neerslag van de presentaties van deze, op 17 september 2009 gehouden, studiemiddag: 'Geo-informatie kent geen tijd?'

Tijd in INSPIRE

De INSPIRE Implementing Rules for Metadata² (Infrastructure for Spatial Information in Europe) vereisen het gebruik van tenminste één temporele referentie uit een van de vier categorieën:

1. 'temporal extent', dat wil zeggen de tijd waarop de brondata betrekking hebben;
2. 'date of publication';
3. 'date of last revision';
4. 'date of creation'.

'Temporal extent' mag zowel een datuminterval zijn, als een individuele datum en kan een of een hele reeks objecten beschrijven. Alleen het eerste element heeft betrekking op de inhoud van de gegevens, terwijl de andere tijdsaanduidingen verwijzen naar de levenscyclus van de metadatavastlegging van het informatieobject of dataset. Naast Implementing Rules voor metadata werkt INSPIRE aan dataspecificaties voor de thema's die in de richtlijn benoemd zijn. De temporele eigenschappen van de objecten worden beschreven met de attributen 'beginLifespanVersion' en 'endLifespanVersion' die aangeven wanneer een object in de dataset is gewijzigd. NEN3610 gaat een stapje verder, die kent naast de formele historie, vergelijkbaar met wat in INSPIRE is gedefinieerd ook de Materiële historie met de attributen 'beginGeldigheid' en

¹ Met dank aan Jandirk Bulens (Alterra, Wageningen) voor de tekstbijdrage.

² *INSPIRE Metadata Implementing Rules: Technical Guidelines based on EN ISO 19115 and EN ISO 19119*, d.d. 26-10-2007, revisie 18-02-2009, sectie 2.6:
http://inspire.jrc.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/metadata/MD_IR_and_ISO_20090218.pdf.

‘eindGeldigheid’ die begin en eindtijd van het object in de werkelijkheid aangeven. Dit is in navolging wat binnen StUF (Standaard Uitwisselings Formaat) is gedefinieerd. INSPIRE lijkt zich daarmee op hoofdlijnen alleen op de formele historie te specificeren, waarbij wel moet worden opgemerkt dat de specificaties van de verschillende thema’s nog volop in ontwikkeling zijn en er per thema specifiek nog nadere uitwerkingen kunnen worden gedefinieerd.

Dit onderscheid in materiële en formele historie kennen we voor de objecten zelf ook en valt grofweg samen met wat in een temporeel GIS wordt aangeduid met een ‘wereldtijdinterval’ (het bestaan in de werkelijkheid, ook wel de ‘valid time’ genoemd) en een ‘systeemtijdinterval’ (bestaan in database, ‘transaction time’) – zie de bijdrage van Van Oosterom en – voor de onderliggende standaarden – die van Quak.

In 2008 verscheen een rapport van Dekkers³ over de vraag hoe binnen een aantal domeinen (met name in de geologie, de geografie en de meteorologie) deze richtlijnen gehanteerd zouden kunnen worden. Uit de aanbevelingen blijkt een zeker vermoeden ten aanzien van de beperktheid van de INSPIRE-richtlijnen inzake tijdsvastlegging. Zo wordt “adding temporal elements for validity of resources to the core metadata set” bepleit (recommendation 1) en het gebruik van een standaard vocabulaire voor het aanduiden van geologische periodes (recommendation 5). Zoals opgemerkt, was de scope van dit rapport beperkt. In andere takken van wetenschap blijkt dit laatste punt veel ingewikkelder te zijn. De datering van begrippen als ‘brons-tijd’ en ‘ijzertijd’ varieert per regio, eenvoudig omdat in verschillende gebieden deze metalen op verschillende momenten in gebruik kwamen. Lastig zijn ook de noodzakelijkerwijs onnauwkeurige tijdsaanduidingen, zoals ‘vroeg neolithicum’, ‘late 19e eeuw’, ‘omstreeks begin 1960’, en dergelijke, die in historische wetenschappen nu eenmaal in zwang zijn. In de archeologie bestaan voor dit soort doeleinden coderingen, maar het blijkt niet goed mogelijk deze universeel en precies te maken – zie de bijdrage van Wansleeben, Heere en Van Horik et al.

Een recente publicatie van Bordogna et al. (2009)⁴, gaat meer systematisch in op de beperkingen van de INSPIRE-richtlijnen in deze en komt met nieuwe voorstellen. De schrijvers wijzen op het volgende.

- Een tijdreeks van gegevens (zoals satellietopnames van een bepaald gebied) kan ofwel als één geheel worden gecodeerd middels een interval, ofwel als een verzameling afzonderlijke tijdsobjecten. Wat echter ontbreekt bij tijd is het concept granulariteit (dus ‘temporele resolutie’) voor de reeks als geheel (bijvoorbeeld: opnames gemaakt met een interval van 16 dagen). De gebruiker kan dan dadelijk zien dat het niet gaat om een aantal gelijksoortige informatieobjecten, maar om een samenhangende reeks.
- Via metadata zou het ook wenselijk zijn te verwijzen naar gebeurtenissen en processen. Het concept ‘temporal extent’ is daarvoor te beperkt. Stel dat een reeks satellietgegevens betrekking heeft op een aardverschuiving in 1986, dan kan met ‘temporal extent’ alleen de tijd van de opnames worden vastgelegd en niet de tijd van de gebeurtenis waarom het uiteindelijk gaat.
- Tenslotte biedt de richtlijn geen oplossing voor de ‘zachte’ tijdsaanduidingen die het gevolg zijn van onnauwkeurigheid en gebrek aan kennis (zowel voor tijdspunten als intervallen: fuzzy instant, fuzzy intervals, fuzzy time series) en voor niet-lineaire vormen van tijdsaanduiding, zoals periodiciteit (denk aan bosbranden die elke zomer voorkomen).

³ M. Dekkers (2008), *Temporal Metadata for Discovery. A review of current practice*: <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/reports/TemporalMetadataforDiscovery>.

⁴ G. Bordogna, F. Bucci, P. Carrara, M. Pagani, M. Pepe & A. Rampini (2009), Extending INSPIRE Metadata to imperfect temporal descriptions. Article under review for the *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, special Issue GSDI-11, submitted 2009-04-03: <http://www.gsdi.org/gsdiconf/gsdi11/papers/pdf/235.pdf>.

Een groot deel van de publicatie is gewijd aan een raamwerk om ‘tijd’ meer in detail te beschrijven, waarbij ook onzekerheid kan worden gecodeerd. De auteurs baseren zich daarbij op eerder werk van De Caluwe uit 1999, waarbij een tijdsaanduiding steeds een combinatie van de afstand tot het begin van de tijdschaal is plus de granulariteit, bijvoorbeeld $[t = 2, \text{day}]$ staat voor de tweede dag en $[t = 1991, \Delta d = 3, \text{year}]$ codeert ‘3 jaar vanaf 1991’. Door een wegingsfactor mee te geven, kan een zachte tijdsaanduiding worden geconstrueerd: $[t = \{0.8/3, 1./4, 0.7/5\}, \text{day}]$ om aan te geven ‘omstreeks de vierde dag’, waarbij de derde en de vijfde dag elk van een waarschijnlijkheidsfactor zijn voorzien. Codering zou in eerste instantie in TimeML kunnen plaatsvinden, waarna een parser de XML-code omzet in een interne fuzzy set-representatie, die voor zoekmachines bruikbaar is.

Checklist voor sprekers

De sprekers op de studiemiddag hebben de vrijheid gekregen het onderwerp open vanuit hun eigen perspectief te benaderen en hebben niet of slechts ten dele kunnen reflecteren op het bovenstaande. Hen is wel verzocht bij het samenstellen van de presentaties en papers zo mogelijk rekening te houden met een aantal vragen met betrekking tot de probleemstelling ten aanzien van de temporele aspecten in hun specifieke onderwerp. Uiteraard zijn niet alle vragen door elke auteur, gezien hun onderwerp, behandeld, maar over het geheel van de bijdragen zijn de aandachtspunten aan de orde gekomen.

De volgende vragen zijn tevoren aan de auteurs verzonden.

1. Tijd: van standaard naar datamodel. Het begrip tijd blijkt een ondergeschoven kindje in de geowereld te zijn. Vooral de link tussen ruimte en tijd ontbreekt. De inrichting van de ruimte varieert met de tijd. In BAG (Basisregistratie Adressen en Gebouwen) wil je bijvoorbeeld de verschillende fasen van een ontwikkeling kunnen vastleggen. Met name voor gebouwen geldt, dat de registratie van ‘tijd’ zoals de computerklok die aangeeft, niet voldoet. Men moet ook retrospectief wijzigingen kunnen aanbrengen in de data (een gebeurtenis kunnen ‘terugdraaien’) en het systeem moet dan kunnen omgaan met bijbehorende tijdsgebonden objecten. Dit leidt tot de volgende vragen.
 - a. Wat is een handzame implementatie van het begrip tijd in een objectgeoriënteerd datamodel?
 - b. Tijd in workflow. Als er gekoppelde basisregistraties zijn, wordt dan de tijd correct doorgevoerd in de gerelateerde bestanden van de verschillende administraties, die wel ieder intern consistent zijn? Verder kan een bepaald feit, zoals een verhuizing, verschillende relevante tijdsmomenten hebben, zoals datum van het passeren van de notariële akte, overdracht van het huis, daadwerkelijke verhuizing. Is er ruimte om deze afzonderlijk te registreren? Zo niet, dan ontstaat er een fuzzy tijdsaanduiding, die betrekking heeft op een aantal gebeurtenissen waarvan het precieze tijdstip achteraf niet meer is te bepalen. Dit leidt tot vragen met betrekking tot de betrouwbaarheid.
2. Tijd in archiefbeschrijving en historische digitale data. Hoe sluiten archivalische en archeologische tijdsvastlegging aan bij geostandaarden?
3. Visualisatie van veranderingen in de tijd. Hoe kan je de geschiedenis van een object in beeld brengen?
4. Geografische analyse en tijd. Hoe kunnen we trends analyseren in oud kaartmateriaal? Waar gaat dat mis? Wat ontbreekt in dat opzicht in moderne datamodellen? Hoe interpreteer je veranderingen op kaarten die op verschillende tijdstippen zijn vervaardigd? Wat is de reden van de verandering; de link met ‘lineage’?
5. Tijd en dynamische data. Hoe sla je gegevens op over zaken die voortdurend in beweging zijn, zoals het weer?
6. Tijd in simulatiemodellen. Hoe tijd te coderen bij bijvoorbeeld voorspellingen omtrent watherhoogte uitgaande van bepaalde meetpunten?

Aan de sprekers is tevens verzocht hun presentatie op papier te zetten. Om het onderwerp tijd nog uitgebreider onder de aandacht te brengen zijn naderhand enkele papers toegevoegd.

Samenvatting van de studiemiddag

Peter van Oosterom fungeerde als dagvoorzitter en als eerste spreker om het onderwerp in te leiden. Hoe de tijd te benaderen? Peter geeft een overzicht van diverse temporele principes. Wil je een discrete tijd of een continue tijd vastleggen. Wat is je eenheid: een seconde, een dag, een jaar? Voor geo-objecten speelt de vraag: tijd van werkelijk ontstaan, tijd van luchtfoto opname, tijd van waarneming of tijd van opname in database. We kunnen tijd als vierde dimensie beschouwen in een 3D geografische database. Peter illustreerde dit met een aantal topografische en kadastrale voorbeelden.

Wilko Quak ging in op de temporele standaarden in GIS-bestanden. Hij liet overigens ook zien hoe lang het geduurd heeft om de Gregoriaanse kalender wereldwijd te introduceren (bijna 350 jaar). Om precies te weten hoe laat het is, gebruiken we de International Atomic Time (TAI); tijd uitgerekend aan de hand van metingen van meer dan 250 atoomklokken wereldwijd. Er zijn twee ISO-standaarden om de tijd op te schrijven. Voorts legde hij uit hoe de factor tijd momenteel wordt gehanteerd in de NEN3610, OGC, TOP10NL, StUF en INSPIRE.

Elger Heere houdt zich bezig met historisch geografisch onderzoek, met name hoe oude kaarten geïnterpreteerd kunnen worden. Wat is de kwaliteit van oude kaarten en andere bronnen? Zijn er betrouwbare tijd gegevens aan te onttrekken? Ook bij kaarten en getekende bronnen speelt fantasie (of planvorming) een rol, zoals blijkt uit een prent uit 1657 van het Paleis op de Dam, waarop ook al een toren van de Nieuwe Kerk te zien is, die nooit gebouwd is. Of bewijst de Vinland kaart uit de 15e (?) eeuw dat de Noren Amerika ontdekt hebben? Ook de geometrische nauwkeurigheid van oude kaarten zijn onderwerp van onderzoek. Er zijn tegenwoordig veel historische gegevens via internet te raadplegen, zoals op www.watwaswaar.nl, www.kich.nl, en diverse beeldbanken.

‘Tijd: basisingrediënt van meteorologische en klimatologische gegevens’ was de titel van de presentatie van John van de Vegte. Het KNMI kent verschillende tijdschalen. Kijken we naar het Paleoklimaat dan gaat het over honderden en duizenden jaren. Het klimaat rekt van ca. 1850 tot gisteren, het weer gaat over vandaag, de weersverwachting over morgen tot 3 maanden vooruit en klimaatmodellen en scenario’s tot ca. het jaar 2200. Het weer verandert voortdurend naar plaats en tijd. Bijzonder voor de opslag van de data, al dan niet in combinatie met geodata is het dynamische karakter. Zo genereert Meteosat elke 15 minuten een nieuw beeld, de radar elke 5 minuten. Er wordt veel moeite gedaan om Meteo en Geo met elkaar te verbinden en de factor ‘tijd’ speelt daarbij een belangrijke rol. In het (RGI) ADAGUC project (Atmospheric Data Access for the Geospatial User Community) worden atmosferische datasets verbonden met GIS-systemen, zodat de data nu gemakkelijk beschikbaar kunnen worden gesteld aan externe (geo-)gebruikers met behulp van OGC webservices.

Milco Wansleeben duikt weer in het verleden en legt uit hoe de archeologische gegevens worden opgeslagen in moderne GIS-systemen. EDNA (e-depot Nederlandse Archeologie) is een gezamenlijk initiatief van DANS (Data Archiving and Networked Services) en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Archeologen laten in veel gevallen de bewoningsresten en andere vondsten het liefst bewaard in de bodem, maar als gevolg van staduitbreidingen en wegeaanleg moet er gegraven worden. De vondsten worden nauwgezet geïnventariseerd, gefotografeerd en beschreven en in EDNA vastgelegd. Ook oudere onderzoeken en bronnen worden daarin opgeslagen.

In deze publicatie zijn achteraf nog enkele onderwerpen toegevoegd die niet in de presentaties tot uitdrukking kwamen. Enerzijds wegens ziekte tijdens de studiemiddag, anderzijds als belangrijke aanvulling op het thema van de middag. Dit betreft de hieronder genoemde bijdragen van Arnoud de Boer en René van Horik.

De afbeeldingen bij de presentaties van Raymond Sluiter en John van de Vegte – ‘Tijd: basisingrediënt van meteorologische en klimatologische gegevens’ – en van Milco Wansleeben – ‘Archeologie en GIS; geodata in verleden en toekomst’ – zijn opgenomen in de digitale versie van

deze publicatie. Deze pdf-versie gratis te downloaden vanaf de website van de NCG: www.ncg.knaw.nl. Hier zijn ook alle beelden van de presentaties van de studiemiddag te bekijken en te downloaden.

Al met al een leerzame studiemiddag, die zeker vervolg zal vinden. In de geowereld kunnen we nog veel van elkaar leren. De initiatieven als EDNA, ADAGUC zijn veelbelovend. Zowel nationaal als internationaal wordt met behulp van standaarden (NEN, StUF, ISO, OGC) getracht de uitwisseling en koppeling van geodata te optimaliseren.

Conclusies

De INSPIRE-richtlijn lijkt grosso modo de bestaande praktijken van temporele databases te volgen en beperkt zich op hoofdlijnen tot de formele historie, waarbij gemeld moet worden dat de definitie van de specificaties van de verschillende thema's op dit moment nog in gang is. Dit is niet in overeenstemming met de complexe verschijningsvormen en functies van het begrip 'tijd' buiten de mainstream van temporele data. De inventarisatie van wensen uit het veld, verricht door Dekkers, is te beperkt van opzet. Een nieuw, breder opgezet onderzoek, gericht op het verzamelen van requirements ten aanzien van 'tijd' in verschillende onderzoeksgebieden, zou wenselijk zijn. De sprekers van deze studiemiddag hebben de complexiteit van dit begrip in hun eigen domein laten zien en vooral de context waarin temporele gegeven bevroegd en gebruikt worden. Nader ontwerponderzoek lijkt gewenst om tot een adequate implementatie te komen in de verschillende diensten die in het kader van INSPIRE worden gecreëerd.

Programma van 17 september 2009

- 13.00 Ontvangst met koffie/thee.
- 13.30 Opening en inleiding op het thema, Peter van Oosterom (OTB, TU Delft, dagvoorzitter).
- 14.00 Temporele standaarden in GIS-bestanden (NEN3610, OGC, TOP10NL, ISO 19108), Wilko Quak (OTB, TU Delft).
- 14.30 Historische data, mogelijkheden en moeilijkheden bij geografisch onderzoek, Elger Heere (Faculteit Geowetenschappen, Universiteit Utrecht).
- 15.00 Pauze.
- 15.30 Tijd: basisingrediënt van meteorologische en klimatologische gegevens, John van de Vegte (KNMI).
- 16.00 Wandelende nederzettingen door tijd en ruimte: Griekse nederzettingen van prehistorie tot heden, Milco Wansleben (Faculteit der Archeologie, Universiteit Leiden, DANS).

Temporele aspecten in GIS-bestanden¹

Peter van Oosterom
TU Delft
P.J.M.vanOosterom@tudelft.nl

Inleiding

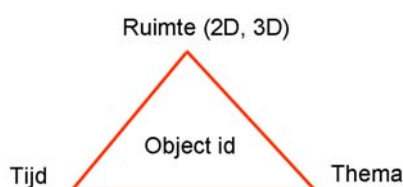
Temporele aspecten zijn niet nieuw en ook niet specifiek voor Geografische Informatie Systemen (GIS). Ook in andere typen informatiesystemen komen temporele aspecten (steeds vaker) voor. Daar waar men zich in het begin van de automatisering vooral richtte op het vastleggen van de huidige situatie (banksaldo, eigenaar, etc.), is er daarna ook steeds meer aandacht gekomen voor het vastleggen van de complete historie. Zo ook in GIS en Langran (1992) geeft hier een aantal voorbeelden ter motivatie voor.

- Waar en wanneer deed zich een bepaalde verandering voor?
- Welke soorten veranderingen hebben plaatsgevonden?
- Wat is het tempo van de verandering (trend)?
- Wat is de periodiciteit van de herhalende verandering (indien aanwezig)?
- Waar was dit object twee jaar geleden?
- Hoe is dit gebied de afgelopen vijf jaar veranderd?
- Welk proces ligt er ten grondslag aan deze verandering?

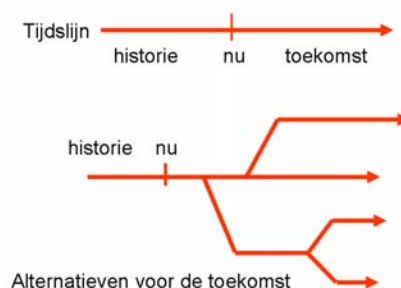
Gezien het belang van dergelijke vragen (waarvan er vele ook buiten GIS van toepassing zijn) is er de afgelopen twee decennia veel onderzoek naar temporeel GIS gedaan en dit onderzoek is in vele gevallen nog steeds gaande. Zo gaf Langran (1992) het volgende overzicht van functies in een temporeel GIS: inventaris (complete beschrijvingen); analyse (verklaren, onderzoeken, voorspellen); bijhouding (oude versies door nieuwe versies laten opvolgen); kwaliteitscontrole (monitoren en evalueren van nieuwe gegevens en controle op consistentie met oude gegevens); inplannen (vaststellen drempelwaarden, welke bepaalde acties automatisch starten; bijvoorbeeld aankoop); en visualiseren (kaartweergaven of tabellen van een temporeel proces).

In de volgende sectie worden enkele temporele basisprincipes besproken. De meer technische aspecten komen aan bod in 'Systeemaspecten'. In 'Kadastertoepassingen' zal een concreet ruimtelijk-temporeel systeem getoond worden en het artikel sluit af met discussie (3D + tijd of 4D datatypen) en conclusie.

Ruimte-Tijd-Thema driehoek



Enkele meervoudige tijdslijnen

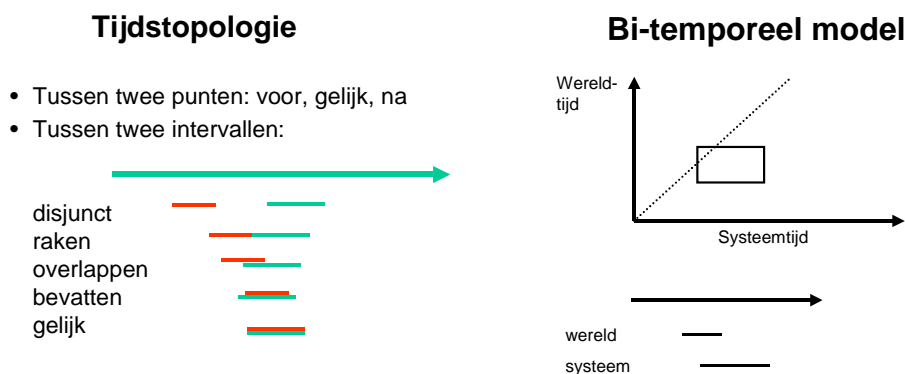


Figuur 1. Ruimte-tijd-thema driehoek (links) en tijdslijnen (rechts).

¹ Overgenomen uit: *AGGN Nieuwsbrief*, volume 18:2, p. 6-12.

Temporele basisprincipes

Aan de hand van figuur 1 worden hier enkele temporele principes binnen GIS toegelicht. Elk ruimtelijk-temporeel object heeft een identiteit (object id) en thematische attributen zoals weer-gegeven in de ruimte-tijd-thema driehoek (figuur 1 links). Een belangrijk concept in temporeel modelleren is de tijdslijn (figuur 1 rechts), waar het duidelijk wordt dat er een richting is waarin de tijd altijd doorloopt. Een tijdstip (of tijdstip of moment) is gedefinieerd door een enkel punt op deze tijdslijn. Er is een heel speciaal punt en dat is 'nu', dat continu opschuift naar rechts op de tijdslijn. Een tijdsinterval is een periode van tijd gedefinieerd door een begin- en een eind-tijdstip op de tijdslijn. De kleinste tijdseenheid wordt 'chronos' genoemd en is bijvoorbeeld vergelijkbaar met de resolutie of pixelgrootte in een raster GIS. Zich herhalende patronen of gebeurtenissen kunnen worden gemodelleerd, waarbij de frequentie aangeeft hoe vaak (snel) de herhaling plaatsvindt per tijdseenheid. Net als in het ruimtelijke domein kunnen er topologische relaties worden gedefinieerd maar dan nu tussen de temporele primitieven.



Figuur 2. Tijdstopologie (links) en het bi-temporele model (rechts).

Figuur 2 links toont een aantal mogelijke topologische relaties tussen twee tijdsintervallen. Normaal gesproken is er één tijdslijn in het verleden, maar er kunnen meerdere tijdslijnen in de toekomst zijn (minder eenvoudige topologie); zie figuur 1 rechts (onder). In principe zouden er ook meerdere tijdslijnen in het verleden kunnen zijn, zoals bijvoorbeeld in het geval dat deze deels onbekend is, zoals in de geologie waar meerdere scenario's zijn gemaakt die de ontwikkelingen kunnen verklaren. In dergelijke gevallen kan het verleden ook door meerdere tijdslijnen worden gerepresenteerd. Er kunnen meerdere soorten tijd worden beschouwd bij het modelleren in een GIS en het is goed deze duidelijk van elkaar te onderscheiden. Hieronder staan een aantal voorbeelden van verschillende relevante tijden die vastgelegd zouden kunnen worden.

- Wanneer iets in de echte wereld plaatsvond.
- Wanneer iets is waargenomen (datum van foto).
- Wanneer het in de database is opgenomen.
- Wanneer het voor het laatst is gecontroleerd.
- Wanneer het tijdstip van handtekening / poststempel / registratie.
- Wanneer het voor het laatst getoond is aan gebruiker (op scherm of kaart), etc.

Zo onderscheidt het bekende bi-temporele model voor elk object een wereldtijdinterval (bestaan in werkelijkheid) en een systeemtijdsinterval (bestaan in database). Het resultaat is een 2D rechthoek, die rechts onder de diagonaal (de gestippelde lijn in figuur 2 rechts) ligt. Het is logisch dat de systeemtijd achterloopt bij de wereldtijd (zowel begin- als eindtijdstip) in geval van een systeem dat de werkelijkheid registreert. Hierdoor liggen linkeronder- en rechterbovenhoek van de rechthoek onder de diagonaal (en daardoor ook het grootste deel van de rechthoek).

Systemaspecten

Na de meer conceptuele basisprincipes rondom tijd, komt er bij het bouwen van een systeem nog een aantal praktische en technologische aspecten aan bod. Een van de eerste vragen is hoe fijn of hoe grof de gegevensgranulariteit in verhouding tot de tijd is. Hieronder staan vier granulariteiten van grof naar steeds fijner, waaruit in de praktijk een keuze zal moeten worden gemaakt.

- Per (gehele) gegevensverzameling. Bijvoorbeeld traditionele topografische kaarten en luchtfoto's die elke 6 jaar ververst worden.
- Per objectklasse. Bijvoorbeeld de topografische kaarten waarin wegen elke twee jaar ververst zullen worden.
- Per objectinstantie. Bijvoorbeeld bij de huidige kadastrale kaart waarbij elk object individueel kan worden ververst; of
- Per attribuut. Bijvoorbeeld wanneer delen van een objectinstantie gelijk blijven, maar een attribuut apart kan worden ververst (actuele grondwaterstand op bepaalde meetlocatie).

Er is geen 'optimale' oplossing voor alle situaties, dit hangt af van het soort gegevens (discrete objecten door de mens gemaakt of meer continue natuurlijke fenomenen) en de behoefte aan verschillende tijdsfuncties. Naast de keuze voor een bepaalde granulariteit, moet er ook worden nagedacht over de twee verschillende aanpakken voor het modelleren van dynamische systemen. Dit zijn:

- Gebeurtenisgericht modelleren. De transacties of veranderingen worden als aparte entiteit binnen het systeem gemodelleerd, dus met een eigen identiteit en eigen attributen. Wanneer de begintoestand en alle gebeurtenissen bekend zijn, dan is het mogelijk om elke toestand van het systeem te reconstrueren door het doorlopen van de ketting van gebeurtenissen. Het is ook mogelijk om de huidige toestand te representeren en niet de begintoestand en dan terug te gaan in de tijd door het 'ongedaan' maken van de gebeurtenissen.
- Toestandsgericht modelleren. Alleen de toestanden, dus de resultaten van de gebeurtenissen, worden expliciet gemodelleerd. Elk object krijgt tenminste twee tijdsattributen die aangeven op welk interval de objectversie geldig is. Door twee opeenvolgende versies te vergelijken is het mogelijk te reconstrueren wat er bij een specifieke transactie is gebeurd. Het is eenvoudig om de toestand op elk gewenst moment in de tijd op te vragen door de juiste objectversies te selecteren op basis van hun tijdsinterval.

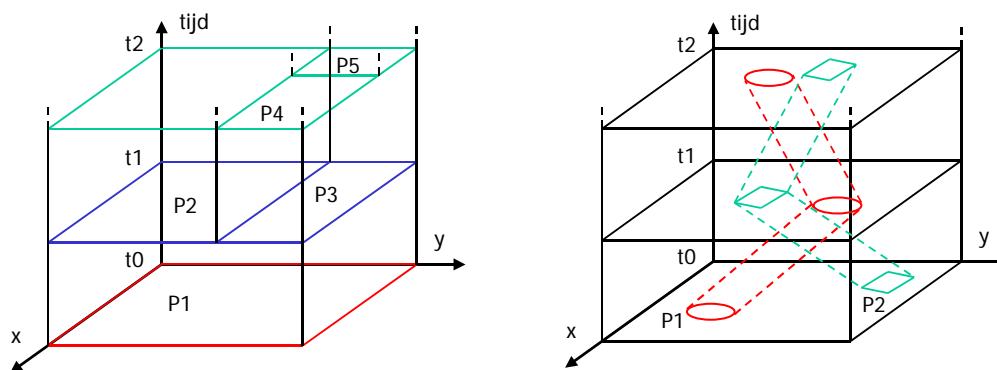
In de praktijk worden gebeurtenis- en toestandsgericht modelleren ook vaak gecombineerd. In het *Core Cadastral Domain Model* (Lemmen and Van Oosterom, 2006) worden zowel de gebeurtenissen (binnenkomst brondocumenten zoals akten en metingen) als de resulterende toestanden (aangepaste rechten en percelen) opgeslagen. Een oplossing die een redelijke balans biedt tussen mogelijkheden en complexiteit, is het implementeren van tijd op objectinstantie (record)niveau in een toestandsgerichte aanpak. Ieder object is hiervoor uitgebreid met twee extra attributen: t_{min} en t_{max} , die het geldige tijdsinterval van deze objectversie weergeven (Stonebraker and Rowe, 1986). Nieuwe objecten krijgen naast hun gewone attributen ook de huidige tijd ingevuld bij t_{mix} . Objecten, die momenteel nog steeds geldig zijn, hebben voor t_{max} de speciale waarde $TMAX_VALUE$. Bij een verandering van een bestaand object wordt er een kopie gemaakt van het gehele record en bij de oude versie de t_{max} ingevuld met de huidige tijd. Bij de nieuwe versie wordt dezelfde tijdwaarde bij t_{min} ingevoerd (zodat versies aansluiten) en de nieuwe attribuutwaarden worden in deze versie ingevoerd. Bij het verwijderen van een object wordt alleen de t_{max} waarde ingevuld met de huidige tijd, ter indicatie dat dit object vanaf nu niet meer geldig is. Over het algemeen zijn de twee meest gestelde vragen aan een ruimtelijk-temporeel model:

1. geef de kaart op een bepaald moment (t) in de tijd en
2. geef de veranderingen in de kaart in een bepaald tijdsinterval ($t_1 - t_2$).

Beide vragen kunnen met het beschreven model efficiënt beantwoord worden. Gezien het feit dat de temporele behoefte vrij generiek is, is deze ook in een uitbreiding van de standaard database vraagtaal opgenomen, TSQL en inmiddels beschikbaar in verschillende DBMS implementaties (als eerste in de Postgres research database). Het gevolg van het bewaren van historie is dat het systeem alleen maar groeit. Er zijn wel opties om historische data op te ruimen en/of elders te archiveren.

Speciale aandacht in het ruimtelijk-temporeel modelleren vragen de objectidentificaties (oid). Wordt er normaal van uitgegaan dat deze uniek zijn, in een temporeel systeem kunnen meerdere versie van hetzelfde object (records met dezelfde oid) bestaan. Om elke versie uniek te kunnen aanduiden moet de oid worden uitgebreid met een tijdstempel (of versienummer): het paar oid+tmin (dit is beter dan oid + tmax, omdat tmax één keer kan veranderen). Bij onderlinge objectverwijzingen moet alleen het oid gedeelte expliciet worden gebruikt (tijd is impliciet), dit in verband met het zogenaamde ‘olievlekprobleem’ indien tijd ook expliciet zou worden opgeslagen als verwijzing. Hierdoor zou niet alleen het object waar naar wordt verwezen veranderen, maar ook het object dat hier naar wijst zou moeten veranderen. Dit alleen maar omdat er een nieuwe versie komt van het gerelateerde object waar naar verwezen wordt en omdat het object dat verwijst dan zelf ook verandert (namelijk de tijdcomponent van de verwijzing), zouden ook de objecten die hier weer naar verwijzen moeten meeveranderen. Enfin, zie hier het olievlekprobleem dat zou ontstaan door een enkele verandering en indien verwijzingen zouden bestaan uit zowel de oid als een expliciete tijdcomponent. Om dit te voorkomen moet dus alleen de oid opgeslagen worden voor de verwijzing. Bij meer ingewikkelde veranderingen zoals een splitsing van een object zouden de ouder-kind relaties tussen de object(versies) opgeslagen kunnen worden. Echter een redelijk deel hiervan is impliciet in de gelijke oid aanwezig (alleen tmin is per versie verschillend) en de overige gevallen kunnen met ruimtelijk-temporele overlap worden gevonden. Tot slot verdient het visualiseren van ruimte en tijd in GIS pakketten of bijvoorbeeld in webomgevingen nog specifieke aandacht. Hiervoor bestaan verschillende mogelijkheden.

- Toon momentopname op een specifiek tijdstip t1.
- Toon de veranderingen in een bepaald tijdsinterval t1 – t2.
- Toon de situatie op twee momenten t1 en t2 naast elkaar.
- Toon in een animatie de veranderingen van t1 naar t2 (in relatieve of absolute tijdstappen).
- Toon via cartografische symbolen de temporele gebeurtenissen (kleur voor tempo van verandering, symbolen markeren locatie van verandering, etc.).
- Toon de tijd als 3de dimensie (zie figuur 3 links en rechts).

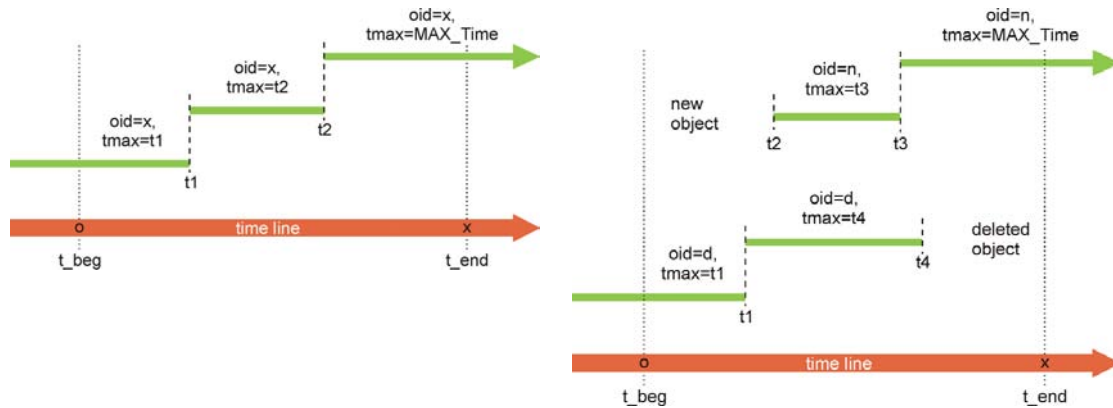


Figuur 3. Visualisatie van tijd als 3de dimensie: percelen splitsen (links) verplaatsen van twee object (rechts).

Kadastertoepassingen

Om de temporele basisprincipes en systeemaspecten in actie te zien, wordt nu een specifieke toepassing wat verder besproken. Sinds 1997 wordt in Nederland de historie in de kadastrale

kaart opgeslagen (van Oosterom, 1996), in het Landmeetkundig en Kartografisch Informatiesysteem (LKI). Een belangrijke reden van de invoering van de historie was de productie van mutatiebestanden voor de afnemers van de kadastrale kaart. Het werd zonder historie in het LKI steeds moeilijker om deze zogenaamde was-woordt mutatiebestanden te produceren (door geometrische vergelijking van huidige situatie met opgeslagen kopieën van eerder geleverde momenten).



Figuur 4. De tijdslijn en een aantal versies van een veranderend object x (links), van een nieuw object n (rechts boven) en van een verwijderd object d (rechts onder).

Door de introductie van de historie in het LKI werden dit eenvoudige SQL queries. Voor een mutatiebestand zijn twee opties denkbaar:

1. alleen de verschillen tussen het begin- en eindtijdstip worden geleverd, of
2. alle mutaties worden geleverd (ook de tijdelijke).

Ter illustratie voor optie 2 resulteert dit voor respectievelijk de 'was' en de 'wordt' bestanden in:

```
select * from parcel p
where t_beg < p.tmax and p.tmax <= t_end; /* was */
```

en:

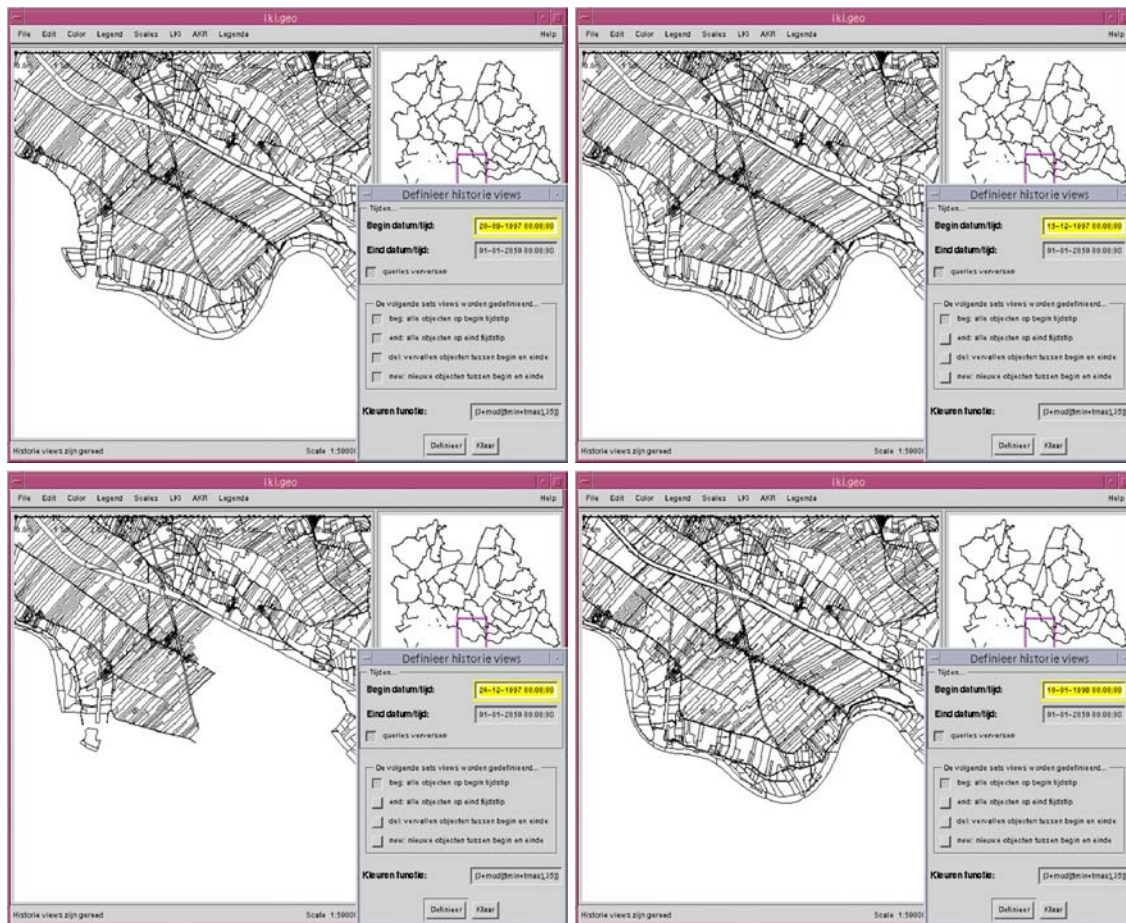
```
select *
from parcel p where t_beg < p.tmin and p.tmin <= t_end; /* wordt */.
```

Een tweede toepassing van de historie is het tellen van de mutaties in de Grootschalige Basiskaart Nederland (GKBN), die net als de kadastrale kaart ook in het LKI is opgeslagen (van Oosterom et al., 2002). In elke regio bestaat een lokale instantie in de vorm van een aantal samenwerkende partners die gezamenlijk verantwoordelijk zijn voor de bijhouding van de GBKN. Het kan per regio verschillen welke partner de feitelijke inwinning van de gegevens uitvoert (en hier ook voor gecompenseerd wil worden). Door de mutaties in het LKI te tellen, is er sprake van een eerlijke basis voor deze verrekening, waarbij nog verschillende mutatiesoorten worden onderscheiden: verwijdering van een element, semantische verandering, het toevoegen van nieuwe elementen (in verschillende categorieën, harde/zachte topografie, wel/niet geconcentreerd).

Naast de beschrijving van deze twee toepassingen is het ook aardig om te kijken naar verschillende visualisaties van de historie in het LKI. Figuur 5 toont een viertal stappen in het uitwerken van een landinrichtingsproject. Figuur 6 (links) toont de eindtijd van percelen via een kleurcodering en figuur 6 (rechts) toont welke gebouwen in een bepaalde periode verwijderd zijn.

Discussie en conclusie

In dit artikel zijn oplossingen beschreven voor het opslaan van de ruimtelijke dimensie en de temporele dimensie van een object als aparte attributen van een object. Indien de ruimtelijke dimensie 3D is, wordt ook wel van 3D+tijd of 4D-systeem gesproken.



Figuur 5. Veranderingen door de tijd, 20 september 1997 (linksboven), 15 december 1997 (rechtsboven), 24 december 1997 (linksonder), 10 januari 1998 (rechtsonder).

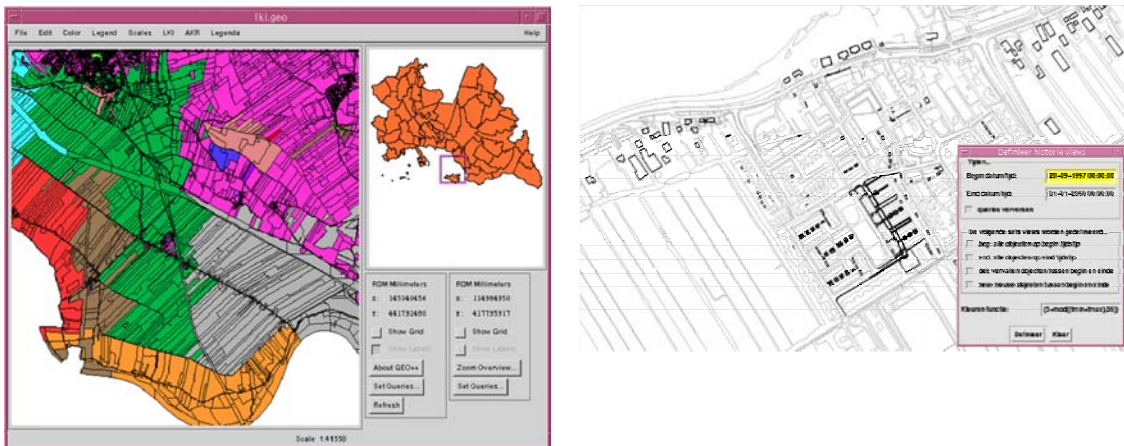
Tijdens de AGGN-bijeenkomst (ArcGIS Gebruikersgroep Nederland) ontstond een discussie of een dergelijk 4D-systeem ook baat zou hebben bij het gebruik van het 4D ruimtelijk-temporeel datatype (in plaats van een los temporeel attribuut en een los 3D ruimtelijk attribuut). Tijdens de AGGN-middag bleef deze vraag nog open, hieronder een poging alsnog een antwoord te geven.

De voordelen van een geïntegreerd 4D datatype zijn:

1. Optimaal efficiënt 4D zoeken (opgeven van zowel ruimte- als tijdvoorwaarden in de zoekopdracht). Dit kan alleen indien er gebruik wordt gemaakt van een 4D datatype (en indexing/clustering). Anders moet de DBMS ('query plan'; DataBase Management System) eerst op ruimte en vervolgens op tijd selecteren (of omgekeerd), wat minder efficiënt is. Merk op dat waarschijnlijk zelfs een 2D index/cluster aanpak al efficiënt genoeg zal zijn, omdat de derde dimensie en de temporele dimensie niet zo selectief zijn. Dus dit is niet een erg sterk argument voor een 4D type.
2. Ouder-kind relaties tussen objecten uit een ruimtelijke partitie (zoals bij percelen) worden nu topologische buurvragen (voor 4D 'buren' waarbij de tijd anders is); zie figuur 3 (links): perceel P3 heeft ouderperceel P1 en kindpercelen P4 en P5. Topologische buurvragen zijn

efficiënter dan het via ruimtelijke temporele overlap bepalen van ouder-kindrelaties (zie 'Kadastertoepassingen').

3. 4D analyse. Hebben twee bewegende objecten op enig moment in de tijd een overlap (zie figuur 3 rechts)? Indien opgeslagen als 4D datatype, dan is dit een eenvoudige query, er van uitgaande dat het 4D datatype de overlap operatie ondersteunt. Indien als aparte attributen opgeslagen, dan is het antwoord minder eenvoudig te geven.
4. Wellicht de meest belangrijke vraag is of we een 4D partitie (van 3D ruimte en tijd) als basis voor ons model willen: dus geen 4D overlap en geen 4D gaten. In dat geval is het hebben van 4D geometrie en topologie de meest solide basis.



Figuur 6. Veranderingen door de tijd: tijdstip van verwijdering van een perceel weergegeven via kleurcoderingen (links) of verwijderde gebouwen in een bepaalde periode (rechts).

Er zijn echter ook argumenten, die in het voordeel van aparte opslag van de ruimte- en tijdattributen spreken.

1. Aparte ruimte- en tijdattributen zijn voldoende om alle mogelijke ruimtelijk-temporele situaties vast te leggen.
2. Huidige technologie kan gebruikt worden voor de implementatie (en dit is niet het geval bij 4D datatypen, waar eerst meer R&D moet worden uitgevoerd).
3. Temporeel modelleren vereist de nodige flexibiliteit: het kan meer zijn dan alleen het simpelweg toevoegen van een enkele tijdsdimensie. Er kunnen meerdere soorten tijd van belang zijn (en hierbij is het mogelijk dat een 4D datatype alleen niet voldoende is voor ruimte en alle 'smaken' tijd).

Gezien deze argumenten lijkt het erop dat op de middellange tot lange termijn het 4D datatype de gewenste solide basis kan vormen, vooral als een 4D partitie het uitgangspunt is. Op de kortere termijn lijkt het verstandig om voorlopig met aparte ruimte- en tijdattributen te werken en de 4D ontwikkelingen af te wachten.

Bij het modelleren van het aspect tijd in GIS moeten er vele vragen beantwoord worden: welke tijden zijn van belang (wereld of systeem), welke granulariteit moet er worden vastgelegd (dataset, objectklasse, objectinstantie, attribuut), betreft het discrete of continue veranderingen, ligt de nadruk op vastleggen van toestanden of transacties (veranderingen), welke temporele functies moeten worden ondersteund (geef toestand op tijdstip t1, geef de veranderingen in periode t1-t2), etc. Er is geen oplossing die in alle situaties optimaal zal zijn, maar één ding is duidelijk: de temporele aspecten worden steeds belangrijker binnen GIS. De resultaten hiervan zijn zichtbaar in moderne standaarden (zoals GML3 van OGC/ISO) en datasets (zoals de kadastrale kaart en sinds kort ook de TOP10NL).

Dankwoord

Dank aan mijn (oud-)collega's Chrit Lemmen, Bart Maessen en Wilko Quak voor de samenwerking op temporeel gebied, waaruit veel van de ideeën zijn voortgekomen die in dit artikel zijn beschreven. Verder dank aan de AGGN (en met name Jeroen Baltussen, Frans Lips) en Frans van de Wel (KNMI) voor het organiseren van de AGGN themamiddag 'GIS en Tijd' op 6 juni 2006, waar de fundamentele vraag 'Heeft combinatie van ruimte en tijd in een 4D datatype zin?' aan de orde kwam.

Literatuur

- Langran, G. (1992), *Time in Geographic Information Systems*, Taylor & Francis, London.
- Lemmen, C. & Van Oosterom, P. (2006), Version 1.0 of the FIG Core Cadastral Domain Model, in *XXIII FIG Congress*, Munich, Germany.
- Stonebraker, M. & Rowe, L. (1986), 'The design of POSTGRES', *ACM Sigmod Record* 15(2), 355.
- Van Oosterom, P. (1996), *Alpha test site CA-OpenIngres Spatial data processing, Plan, Version 2.0*, Technical report, Dutch Cadastre, The Netherlands.
- Van Oosterom, P., Maessen, B. and Quak, C. (2002), Generic query tool for spatio-temporal data', *International Journal of Geographical Information Systems* 16(8), p. 713-748.

Temporele standaarden in geo-informatiemodellen

Wilko Quack
TU Delft
c.w.quack@tudelft.nl

Samenvatting

In deze paper wordt een overzicht gegeven van het gebruik van de dimensie tijd in geo-informatiemodellen in de Nederlandse context. Veel van de geo-informatiemodellen die in Nederland gemaakt worden, zijn gebaseerd op de standaard NEN3610 (2005), die op zijn beurt weer is gebaseerd op standaarden van ISO/TC 211 (2009). Voor implementatie van de Europese richtlijn INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) zijn informatiemodellen gemaakt die in Nederland geïmplementeerd gaan worden. Ook deze informatiemodellen zijn gebaseerd op de standaarden van ISO/TC 211. In deze paper geven we een overzicht van het landschap van de ISO/TC 211 standaarden, waarbij we vooral de ruimtelijke component toelichten. Daarna bekijken we in wat meer detail hoe deze ruimtelijke component is geïmplementeerd in de standaarden die onder NEN3610:2005 vallen en de eerste modellen van INSPIRE die beschikbaar zijn. Uit de analyse van de onderzochte informatiemodellen blijkt dat de standaarden er wel voor zorgen dat een tijdstip eenduidig wordt overgedragen. Ook is ten dele vastgelegd hoe deze tijdstippen gebruikt moeten worden in modellen. Wanneer dit echter niet is vastgelegd, kiezen de informatiemodellen voor een eigen oplossing, waardoor voor vergelijkbare problemen verschillende oplossingen worden gebruikt. Dit maakt koppelen en hergebruik van de gegevens lastiger.

Inleiding

In de bijdrage van Van Oosterom wordt een overzicht gegeven van het gebruik van tijd in geografische context. Veel van de genoemde aspecten zijn vastgelegd in geo-informatiestandaarden. Binnen het geodomein zijn twee organisaties die zich bezighouden met het standaardiseren, ISO/TC 211 en het Open Geospatial Consortium (OGC). De standaarden die zijn beschreven, bevatten ook een component over het beschrijven van tijd in het geodomein. In deze paper onderzoeken we in hoeverre deze standaarden in praktijk voldoende zijn voor het beschrijven van de temporele component van geo-informatie. Dit doen we door te kijken naar de implementatie van tijd in de informatiemodellen die onder NEN3610 vallen en de dataspecificaties van annex I van INSPIRE. In een bruikbare standaard zijn objecten eenduidig vastgelegd en verschillende producten die met dezelfde standaard zijn gemaakt sluiten goed op elkaar aan (i.e. zijn interoperabel).

In deze paper geven we eerst een overzicht van standaarden die in het geodomein gebruikt worden, waarbij we vooral aandacht besteden aan de tijdscomponent in die standaarden. Hoe deze standaarden in de praktijk gebruikt worden is onderzocht met twee casestudy's. In de eerste casestudy kijken we naar de modellen die gebaseerd zijn op het Nederlandse Basismodel Geo-informatie (NEN3610, 2005). In de tweede casestudy kijken we naar de modellen die zijn ontwikkeld voor INSPIRE. Uiteindelijk trekken we conclusies uit het gebruik van tijd in de betreffende standaarden en vertalen we deze in aanbevelingen voor het gebruik van tijd in geo-informatiemodellen. Hieronder geven we een overzicht van de verschillende standaarden die van belang zijn voor het gebruik van tijd in het geodomein.

Tijd volgens ISO/TC 211 en OGC

De doelstelling van ISO/TC 211 is standaardisatie in het werkveld van de digitale geografische informatie (ISO/TC 211 (2009)). De meeste standaarden van ISO/TC 211 zijn abstract en beschrijven alleen hoe ruimtelijke informatie gemodelleerd en uitgewisseld moet worden. Deze informatie is beschreven in ISO 19108:2002 (2002). In deze standaard worden temporele geo-

metrische en topologische datatypes beschreven, die kunnen dienen als attribuutwaarde in een gegevensmodel. De twee belangrijkste geometrische primitieven zijn 'TM_Instant' en 'TM_Period', die respectievelijk een tijdstip en een periode beschrijven. De standaarden van OGC verwijzen doorgaans naar ISO 19108 als basis voor het abstracte temporele model.

Standaarden voor het coderen van datum en tijd

Een eenduidige beschrijving hoe een datum en tijdstip op te schrijven is, staat in ISO 8601 (ISO 8601:2004, 2004). Voor een datum is het basis formaat: 'JJJMMDD' en het beter leesbare uitgebreide formaat: 'JJJ-MM-DD'. Voor tijdstippen zijn de formaten 'hhmmss' of 'hh:mm:ss'. Deze twee zijn te combineren om tot een uniek moment in de tijd te komen. Bijvoorbeeld '1968-04-05T02:08'. Naast deze basisformaten voor datum en tijd heeft ISO 8601 ook coderingen voor: fracties van secondes, tijdzones, tijdsintervallen (een maand) etc.

Voor heel veel toepassingen is deze codering van datum en tijd voldoende. Eén van de uitzonderingen is de archeologie, waarin vaak gebruik gemaakt wordt van tijdperken (steentijd, brons-tijd, ijzertijd) om vondsten te dateren. Omdat er geen overeenstemming is over welke periodes wanneer precies beginnen en eindigen, heeft het ook weinig nut de codering van de perioden te standaardiseren. In ISO 19108 (ISO 19108:2002, 2002) is het wel mogelijk om een temporele topologie vast te leggen. In zo'n topologie kan van een reeks tijdperken de volgorde en de naam worden vastgelegd. Hiermee kan op een voor de computer begrijpelijk manier worden vastgelegd dat de ijzertijd na de steentijd is.

Het bi-temporele model

Een veelgebruikte manier voor het vastleggen van tijdstippen voor objecten is het bi-temporele model Snodgrass & Ahn (1986). In dit model worden voor een instantie van een object twee tijdsintervallen vastgelegd: een tijdsinterval waarop deze instantie geldig is in de werkelijkheid (*valid time*) en een tijdsinterval waarop deze instantie geldig is in de registratie (*transaction time*). Door nu verschillende instanties van een object te registreren is een object te volgen in de historie.

In het volgende voorbeeld modelleren we een database waarin de eigenaar van een gebouw wordt geregistreerd. In de werkelijkheid gebeurt het volgende.

<i>Jaar</i>	<i>Gebeurtenis</i>
1950	Er wordt een huis gebouwd met als eigenaar Sinterklaas.
1975	Het huis wordt verkocht aan Piet.
1998	Het huis wordt afgebroken.

In de registratie worden de volgende gebeurtenissen geregistreerd. Merk op dat de registratie soms achter ligt op de werkelijkheid en dat er ook fouten worden gemaakt, die later weer gerepareerd worden.

<i>Jaar</i>	<i>Gebeurtenis</i>
1951	De bouw van het huis in 1950 wordt geregistreerd.
1975	Er wordt (ten onrechte) geregistreerd dat het gebouw is verkocht aan de Kerstman.
1980	De fout wordt ontdekt en er wordt nu geregistreerd dat het toch van Piet was.
1998	Het huis wordt afgebroken.

Al deze registratieve gebeurtenissen zijn nu als volgt vastgelegd in de database.

<i>Valid Time</i>	<i>Transaction Time</i>	<i>Waarde</i>
1950 – 1975	1951 –	Sinterklaas
1976 –	1976 – 1980	Kerstman
1976 – 1998	1980 –	Zwarte Piet

Deze tabel is op de volgende manier te interpreteren.

- Het tijdsinterval bij transaction time geeft aan in welke periode een waarde geldig is in de database.
- Velden waarbij geen eindwaarde is ingevuld, zijn nu nog steeds geldig. De eerste regel in de tabel geeft dus aan dat in de database van 1951 geregistreerd is dat Sinterklaas van 1950 tot 1975 eigenaar van het pand was.
- Velden waarbij een eindwaarde is ingevuld, gaan over foutief geregistreerde waarden. Regel 2 beschrijft dat in het systeem van 1976 tot 1980 (ten onrechte) stond dat het pand van de Kerstman was.
- In de derde regel wordt de fout rechtgezet en wordt ook de afbraak van het huis geregistreerd.

Het Basismodel Geo-informatie (NEN3610)

Het Basismodel Geo-informatie (NEN3610, 2005) geeft termen en definities voor de uitwisseling van informatie over ruimtelijke objecten in Nederland. In deze standaard wordt een methodiek beschreven voor het modelleren van geo-informatie met behulp van de modelleertaal UML en ze is gebaseerd op de standaard van ISO/TC 211. Deze standaard is toegepast voor het implementeren van een groot aantal in Nederland gebruikte informatiemodellen, sectormodellen genoemd. Een doelstelling van NEN3610 is het harmoniseren van de gegevensmodellen. Dit gebeurt door een aantal basisklassen voor te schrijven die in de sectormodellen gebruikt moeten worden als ze van toepassing zijn voor het betreffende model. Een sectormodel bestaat dus voor een deel uit door NEN3610 voorgeschreven klassen en attributen uitgebreid met sectorspecifieke kenmerken.

Eerst beschrijven we wat het basismodel zegt over het modelleren van tijd, daarna geven we een overzicht van hoe de tijd in de verschillende sectormodellen is geïmplementeerd. Bij de herziening van NEN3610, die in 2010 plaatsvindt, wordt NEN3610 geharmoniseerd met het StUF model (een veelgebruikt uitwisselingsformaat binnen de e-overheid).

Tijd in het basismodel

Het basismodel NEN3610 is beschreven in de modelleertaal UML en bevat een aantal basisklassen dat gebruikt moet worden door de sectormodellen. Bovenin de hiërarchie van het basismodel is een klasse ‘GeoObject’ gedefinieerd die de basis vormt van alle andere functionaliteit. In tabel 1 is de basisklasse (‘GeoObject’) gegeven. In deze basisklasse is één verplicht attribuut (identificatie) en een flink aantal optionele attributen gemodelleerd (die, indien van toepassing, gebruikt dienen te worden in het sectormodel).

In het onderstaande beschrijven we de temporele attributen van de basisklasse. De attributen komen in drie paren voor, die ieder een geldigheidsinterval beschrijven.

- De attributen `objectBeginTijd` en `objectEindTijd` beschrijven samen het tijdsinterval waarin het object in het systeem bestaat. Dit is dus de systeemtijd zoals beschreven in het bi-temporele model.
- Daarnaast beschrijven de attributen `versieBeginTijd` en `versieEindTijd` het geldigheidsinterval van een versie van het object. Een nieuwe versie van een object ontstaat wanneer de attributen van het object wijzigen. Door de tijd heen ontstaan er dan verschillende versies van dat object, ieder met hun eigen geldigheidsinterval

<<FeatureType>> GeoObject

- identificatie: CharacterString [1]
 - objectBeginTijd: Date Time [0..1]
 - objectEindTijd: DateTime [0..1]
 - versieBeginTijd: DateTime [0..1]
 - versieEindTijd: DateTime [0..1]
 - status: Status [0..1]
 - locatie: Locatie [0..*]
 - beginTijd: DateTime [0..1]
 - eindTijd: DateTime [0..1]
 - naam: ScopedName[0..*]
-

Tabel 1. De basisklasse van het NEN3610 model met temporele attributen.

- Het tijdsinterval `beginTijd` en `eindTijd` beschrijft wanneer het object in de werkelijkheid heeft bestaan.
- De aanwezigheid van een tijdstip in de werkelijkheid plus een tijdstip in systeemtijd maakt NEN3610 nog geen bi-temporeel model, omdat er altijd maar één versie geldig kan zijn.

Tijd in de sectormodellen

Het basismodel NEN3610 bestaat uit klassen en definities die algemeen geldend zijn voor sectormodellen die het basismodel implementeren. Naast de definities van NEN3610 zal een sectormodel sectorspecifieke attributen bevatten, waaronder ook temporele attributen.

Hieronder bekijken we, per informatiemodel, in welke mate het model gebruik maakt van tijd. Dit onderzoek is gedaan op basis van de beschreven informatiemodellen; vooralsnog is er niet naar het daadwerkelijk gebruik in gegevensbestanden gekeken. Indien de tijdsattributen in een model optioneel zijn, kan op basis van het model moeilijk geconcludeerd worden in hoeverre de temporele attributen ook daadwerkelijk gebruikt worden.

Informatiemodel Bodem en Ondergrond (IMBOD)

Dit informatiemodel voor bodemgegevens (IM Bodembeheer, 2008) bestaat uit een administratief deel met begrippen als bodemlocatie, onderzoek etc. en een model met metingen en waarin monsters, meetpunten en analysegegevens worden beschreven. Dit tweede deel wordt gedeeld met IMBOD en IMWA onder de naam Informatiemodel Metingen (IM-metingen). In het administratieve deel van het model wordt in de UML schema's gebruik gemaakt van alle temporele attributen die tijd beschrijven; deze worden ook in de begeleidende tekst genoemd.

Informatiemodel Metingen (IM-metingen)

Het Informatiemodel Metingen is ontstaan uit het besef dat er verschillende informatiemodellen zijn (IMWA, IMBOD, en IM Bodembeheer) die gebruik maken van metingen. Om het modelleren van de meting te harmoniseren is er een apart model gemaakt (IM-metingen). Het plan is het IM-metingen model in te brengen in NEN3610, waarmee alle informatiemodellen dezelfde basis zullen krijgen voor wat betreft waarnemingen, monsternamen en analyse. IM-metingen is gebaseerd op de OGC standaard 'observations and measurements' (OGC 07-002r3, 2007; OGC 07-022r1, 2007).

De temporele kenmerken van metingen komen voornamelijk voor in het deel 'Observations' van de OGC-standaard. Hierin zijn voor een 'Observation' verschillende attributen gedefinieerd. Zo kunnen er aan een monster verschillende tijdstippen hangen: het tijdstip waarop het monster genomen is (*samplingTime*) en het tijdstip waarop het monster (bijvoorbeeld in een laboratorium) geanalyseerd is (*resultTime*).

Informatiemodel Grootschalige Geografie (IMGeo)

Het Informatiemodel Grootschalige Geografie (IMGeo) (IMGeo, 2007) legt in zijn model enkel de tijdstippen vast waarin de objecten in de registratie vastgelegd worden. Wel heeft ieder object een attribuut 'status' met de waarde 'Plan', 'Bestaand' of 'Historie', waaruit enigszins valt af te leiden hoe de situatie is in de werkelijkheid ten opzichte van de situatie in de registratie.

Informatiemodel Cultuurhistorie (IMKICH)

Vanzelfsprekend heeft het begrip tijd in het Informatiemodel Cultuurhistorie (IMKICH) (Wessels et al., 2007) een belangrijke rol. Omdat ook historische tijdvakken (zoals Romeinse Tijd) gecodeerd moeten kunnen worden, zijn de attributen, zoals beschreven in NEN3610, niet geschikt. In plaats daarvan hebben alle historische objecten een attribuut 'historischeTijdsaanwijzing'. Dit attribuut legt vast op welke tijdvakken het object betrekking heeft. Voor de systeemtijden waarop objecten in de registratie ontstaan en verdwijnen, worden wel de NEN3610 attributen gebruikt.

Informatiemodel Kabels en Leidingen (IMKL)

Het Informatiemodel Kabels en Leidingen (IMKL) is bedoeld om het uitwisselen van (ondergrondse) kabels en leidingen te vereenvoudigen, zodat graafschade door grondroerders voorkomen kan worden. In deze context is het van belang te weten waar een kabel in de grond ligt en wanneer er gegraven wordt. De beschrijving van het informatiemodel (IMKL, 2008) bevat echter geen informatie over tijdstippen. Deze gegevens maken deel uit van het berichtenverkeer (BMKL, 2008). In dit berichtenverkeer dient een grondroerder een graafbericht te versturen. Dit graafbericht bevat de begin- en einddatum van de werkzaamheden. De netbeheerder geeft daarna in een bericht aan of er gegraven kan worden. De temporele aspecten maken dus geen deel uit van het IMKL.

Informatiemodel Natuurbeheer (IMNAB)

Het Informatiemodel voor Natuurbeheer (IMNAB) is nog in ontwikkeling (IMNAB, 2009). In de huidige versie van het model wordt gebruik gemaakt van de NEN3610 attributen `objectBegintijd` en `objectEindtijd`. Uit deze attributen valt voor veel objecten de subsidieperiode te achterhalen, welke is gekoppeld aan een kalenderjaar. Verder wordt van Beheerplannen de datum van vaststelling vastgelegd. In feite worden de beheerdoelen van bestaande en nieuwe natuur vastgelegd in IMNAB; aan deze doelen zijn tijdsattributen gekoppeld zodat te achterhalen is welke doelen op welk moment geldig zijn. Wanneer ook informatie over het realiseren van doelen digitaal beschikbaar zal zijn (in een nieuwe versie van IMNAB of een ander model), zal het mogelijk zijn de effectiviteit van de maatregelen te evalueren.

Informatiemodel voor de sector Openbare Orde en Veiligheid (IMOOV)

Het Informatiemodel voor de Openbare Orde en Veiligheid (IMOOV) (IMOOV, 2008) is bedoeld om betekenisvol gegevens uit te kunnen wisselen tussen de verschillende partijen in de rampenbestrijding (politie, brandweer en andere hulpdiensten). In zo'n dynamische wereld speelt de tijd een belangrijke rol. Een bijzonder aspect is dat tijdstippen in de toekomst vaker voorkomen dan in de reguliere geostandaarden. Vragen als "wanneer zal de brandweerwagen arriveren?" en "wanneer zal de gaswolk de stad bereiken?" zullen regelmatig voorkomen. Een ander belangrijk aspect is dat gegevens verzameld tijdens een ramp(-oefening) gebruikt moeten kunnen worden voor analyse achteraf: "wie wist wat op welk moment?"

Deze vereisten aan het model leiden tot een bi-temporeel model, waarin aan objecten een tijdstip in de werkelijkheid hangt (voor voorspellingen kan dit tijdstip in de toekomst liggen) en een tijdstip in de werkelijkheid waarop het object betrekking heeft. Voor het modelleren conformiert IMOOV zich aan de NEN3610 constructies.

Informatiemodel Water (IMWA)

Het Informatiemodel Water (IMWA) (IMWA, 2009) is bedoeld voor het uitwisselen van geo-informatie tussen organisaties binnen de sector Water en met andere werkvelden. Het model sluit volledig aan op de NEN3610 systematiek. Daarnaast zit er bij de metadata bij ieder object een attribuut `datumOpname`. Feitelijk is deze waarde gelijk aan het attribuut `versieBeginTijd` uit het basismodel, alleen is het voor het attribuut uit het basismodel verplicht een tijdstip (uren, minuten, secondes) in te vullen, terwijl die binnen de sector Water niet van belang en niet bekend zijn. Het verdient aanbeveling als het basismodel meer flexibiliteit zou geven met betrekking tot de nauwkeurigheid waarmee de gegevens beschreven worden.

Informatiemodel Welstand (IMWE)

Het Informatiemodel Welstand (IMWE) is een standaard voor het vastleggen en uitwisselen van kennis en informatie over welstand. Van het Informatiemodel Welstand is alleen een UML diagram beschikbaar.¹ In dit diagram zijn de relevante objecten voorzien van attributen `beginTijd` en `eindTijd` zoals gedefinieerd door NEN3610. Het is dus mogelijk van een welstands-object vast te leggen gedurende welke periode dat geldig is in de werkelijkheid.

Informatiemodel Ruimtelijke Ordening (IMRO)

Het Informatiemodel voor de Ruimtelijke Ordening² (IMRO, 2008) beschrijft een informatie-model voor ruimtelijke plannen. In het verleden werden deze plannen als tekstdocument opgeleverd en dat is nog terug te zien in de manier waarop met tijd wordt omgegaan. Alleen voor een volledig plan (Plangebied) wordt een tijdstip geregistreerd, namelijk wanneer de juridische status van het plan is ingegaan; voor de losse onderdelen binnen het plan (Planobjecten) is geen temporele informatie bekend. Het volgen van losse planobjecten door de tijd is lastig. Alleen door een oud en een nieuw plan naast elkaar te leggen en object voor object met elkaar te vergelijken is te achterhalen wat de veranderingen zijn tussen twee plannen.

Objectgerichte topografisch vectorbestand 1:10.000 (TOP10NL)

De historische werkwijze voor het maken van een topografische kaart is dat objecten van een luchtfoto worden ingetekend. In zo'n geval is wel bekend wanneer de luchtfoto gemaakt is, maar wanneer de objecten daarop ontstaan zijn, is slechts ten dele bekend; het object is ontstaan voordat de foto gemaakt is. In het TOP10NL model (Bakker et al., 2005) is dan ook alleen vastgelegd wanneer een object in de registratie is vastgelegd. Het tijdstip in de werkelijkheid kan slechts benaderd worden door via de metadata het tijdstip waarop de luchtfoto gemaakt is te achterhalen.

Tijd in StUF

Het Standaard Uitwisselings Formaat StUF (2009) is een berichtenstandaard die gebruikt wordt tussen verschillende systemen binnen de overheid. Om juridische redenen is het voor de overheid steeds belangrijker om te weten welke gegevens wanneer geregistreerd zijn. Als een historisch gegeven in StUF niet goed geregistreerd is, is het mogelijk dit met terugwerkende kracht te wijzigen. In StUF wordt ook een bi-temporeel model gebruikt met daarin de tijdslijnen materiële- en formele historie. De materiële historie beschrijft de wijzigingen die een object in de werkelijkheid doormaakt. De formele historie beschrijft wat er in de registratie is vastgelegd. Materiële historie wordt geregistreerd door middel van het attributenpaar `beginGeldigheid` en `eindGeldigheid`, die aangeven wanneer een object in de werkelijkheid een bepaalde waarde heeft (gehad). Formele historie wordt geregistreerd door middel van het attribuut `tijdstipRegistratie`, dat aangeeft op welk tijdstip de waarde(n) van een object is (zijn) opgenomen.

¹ http://www.fw.nl/redactie/files/080825_IMWE2008.jpg.

² We beschrijven alleen de versie van 2008.

Tijd binnen INSPIRE

INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) is een Europese richtlijn die bedoeld is om de beschikbaarheid, de kwaliteit, de organisatie, de toegang en de uitwisseling van geo-informatie te verbeteren. De richtlijn verplicht de Europese lidstaten geo-informatie van 34 thema's te voorzien van metadata, te harmoniseren en beschikbaar te stellen. Per thema wordt een dataspecificatie gemaakt die beschrijft hoe de gegevens in het betreffende thema gemodelleerd zijn. Ook is er een conceptueel model waarin regels voor het maken van een dataspecificatie zijn beschreven, INSPIRE (Generic Conceptual Model, 2009).

De INSPIRE-richtlijn schrijft voor dat de uitvoeringsbepalingen (*implementation rules*) informatie bevatten over de tijdsdimensie van de gegevens. In het conceptuele model komt tijd vrijwel niet meer voor met als gevolg dat implementatie van tijdsaspecten wordt overgelaten aan de makers van de specificaties van de thema's. Dit kan leiden tot specificaties waarin in ieder model een andere oplossing gekozen is voor hetzelfde probleem. Dit wordt echter weer voorkomen doordat alle dataspecificaties samengevoegd worden tot één 'consolidated model'; tijdens deze samenvoeging kan nog geharmoniseerd worden tussen de verschillende modellen.

Inmiddels zijn de specificaties van de eerste zeven thema's gepubliceerd en ieder thema blijkt dezelfde manier te gebruiken voor het modelleren van systeemtijd (één van de twee tijdsassen in een bi-temporeel model). In de specificaties heten de attributen voor de levensduur in het systeem: `beginLifespanVersion` en `endLifespanVersion`.

Daarnaast is er een klein aantal thema's waarbij is geconstateerd dat voor sommige objecten de tijd in de computer niet van belang is, maar de tijd in de werkelijkheid. Hiervan lossen er drie (Adressen, Vervoersnetwerken, Kadastrale Percelen) het op met de combinatie van attributen `validFrom` en `validTo`. Als laatste is er nog het thema Beschermd Gebieden dat van gebieden de `legalFoundationDate` vastlegt. Bij dit thema meldt men ook specifiek dat het INSPIRE-model een bi-temporeel model ontbeert. Op deze wijze is het dus niet mogelijk om de verschillende stappen die Beschermd Gebied maakt historisch vast te leggen.

In tabel 2 staat een overzicht van de eerste INSPIRE-informatiemodellen hoe ze met tijd omgaan.

<i>Thema</i>	<i>Systeemtijd</i>	<i>Werkelijkheid</i>
Geografische namen	Ja	Nee
Administratieve eenheden	Ja	Nee
Adressen	Ja	Ja
Kadastrale percelen	Ja	Ja
Vervoersnetwerken	Ja	Ja
Hydrografie	Ja	Nee
Beschermd gebieden	Ja	Ja

Tabel 2. Gebruik van systeemtijd en tijd in de werkelijkheid in eerste zeven INSPIRE-modellen.

Conclusies en aanbevelingen

In deze paper hebben wij onderzoek gedaan naar het gebruik van temporele standaarden in geoinformatiemodellen die in Nederland in gebruik zijn. We hebben voornamelijk naar de informatiemodellen gekeken die in het kader van NEN3610 en INSPIRE ontwikkeld zijn.

Een belangrijk onderscheid bij het modelleren van tijd is het onderscheid tussen tijd in de werkelijkheid en tijd in de registratie. En hoewel dit onderscheid onderkend wordt, ligt bij de meeste informatiemodellen in NEN3610 en INSPIRE de nadruk op tijdstippen in de registratie waar-

bij men er vanuit gaat dat de registratie niet te veel achterligt bij de werkelijkheid. Een voorbeeld van wat er mis kan gaan wanneer het onderscheid tussen werkelijkheid en registratie niet gemaakt wordt, is een onderzoek naar de hoeveelheid wegen. Indien hiervoor de registratieve temporele attributen van TOP10NL gebruikt wordt, zou het net lijken of er iedere twee jaar een grote hoeveelheid wegen wordt aangelegd. Dit komt omdat de TOP10NL een tweejaarlijkse update cyclus heeft en tussentijds aangelegde wegen worden pas na twee jaar bij een update in de registratie opgenomen.

Voor veel registraties onder NEN3610 is de ontstaansdatum van objecten gewoonweg niet bekend; alleen een eerste waarnemingsdatum (op een luchtfoto) is te achterhalen. Onderzoekers die deze bestanden gebruiken voor analyse van trends zullen hier rekening mee moeten houden. Echter voor het INSPIRE-programma, dat een geïntegreerde aanpak van Europese beleidsvorming op het gebied van milieu als doelstelling heeft, is de mogelijkheid van het analyseren van trends in de werkelijkheid van zeer groot belang en is extra aandacht voor deze problematiek een vereiste.

Een ander punt van aandacht is dat veel informatiemodellen in NEN3610 en INSPIRE hun eigen methodologie gebruiken voor het registreren van tijd in de werkelijkheid. Deze methodologie is vaak een gevolg van de werkwijze in de betreffende sector. Zo hebben bijvoorbeeld beschermde gebieden in INSPIRE een attribuut `legalFoundationDate`, waaruit het ontstaan in de werkelijkheid valt te achterhalen. Een ander voorbeeld is een attribuut voor het jaar van toekenning van een subsidie. Zo'n temporeel attribuut is alleen te begrijpen met de kennis dat subsidies in de betreffende sector per kalenderjaar worden toegekend. Om gegevens eenvoudig en doeltreffend buiten een sector te hergebruiken, dienen dit soort constructies te worden vermeden.

Literatuur

Bakker, N.J., Bruns, B. & M. Storm (2005), *Gegevensmodel top10nl (versie 2.3)*, Technical report, Kadaster, Emmen.

BMKL (2008), *BMKL berichtenmodel kabels en leidingen*, Technical report. Versie 1.2 concept 3. Kadaster

Generic conceptual model (2009), *D2.5: Generic conceptual model*, Technical report. (INSPIRE).

IM Bodembeheer (2008), *IM bodembeheer (0101) voorstel voor doorontwikkeling van protocol sikk0101 gebaseerd op nen3610*, Technical report, SIKB. Versie 1.0.

IMGeo (2007), *Informatiemodel Geografie (IMGeo), 1.0 edn*. URL: <http://www.geonovum.nl/informatiemodellen/imgeo/>.

IMKL (2008), *IMKL beschrijving van het model*, Technical report. versie 1.1. Kadaster.

IMNAB (2009), *Informatiemodel Natuurbeheer (IMNAB)*, Interprovinciaal Overleg (IPO).

IMOOV (2008), *Eindrapport imoov bijlage 4: Uitgewerkt uml informatiemodel imoov*, Technical report, Geonovum.

IMRO (2008), *Informatiemodel Ruimtelijke Ordening (IMRO) 2008 Modeldocument: beschrijving van het model, 1.0 edn*, Geonovum. Bijlage 1 behorende bij de Regeling standaarden ruimtelijke ordening.

IMWA (2009), *Informatiemodel water (IMWA) 2009*, Technical report, IDSW. Versie 3.0.

ISO 19108:2002 (2002), *Geographic information - Temporal schema, ISO/TC 211 Geographic Information/Geomatics*.

ISO 8601:2004 (2004), *Data elements and interchange formats - Information interchange - Representation of dates and times, ISO*.

ISO/TC 211 (2009), *Standards Guide, ISO/TC 211 Geographic Information/Geomatics*.

- NEN3610 (2005), *Basismodel geo informatie todo*, Technical report, Nederlands Normalisatie-instituut.
- OGC 07-002r3 (2007), *Observations and Measurements - Part 2 - Sampling Features*, Open Geospatial Consortium Inc.
- OGC 07-022r1 (2007), *Observations and Measurements - Part 1 - Observation schema*, Open Geospatial Consortium Inc.
- Snodgrass, R. & Ahn, I. (1986), 'Temporal databases', *Computer* 19(9), 35-42.
- StUF (2009), *Standaard Uitwisseling Formaat StUF 03.01 (EGEM)*.
- Wessels, C., Bulens, J., Lokers, R. & R. (2007), *Praktijkrichtlijn IMKICH2006*, Technical report, Programmabureau KiCH.

Historische data: mogelijkheden en moeilijkheden bij geografisch onderzoek

Elger Heere
Universiteit Utrecht
E.Heere@geo.uu.nl

Inleiding

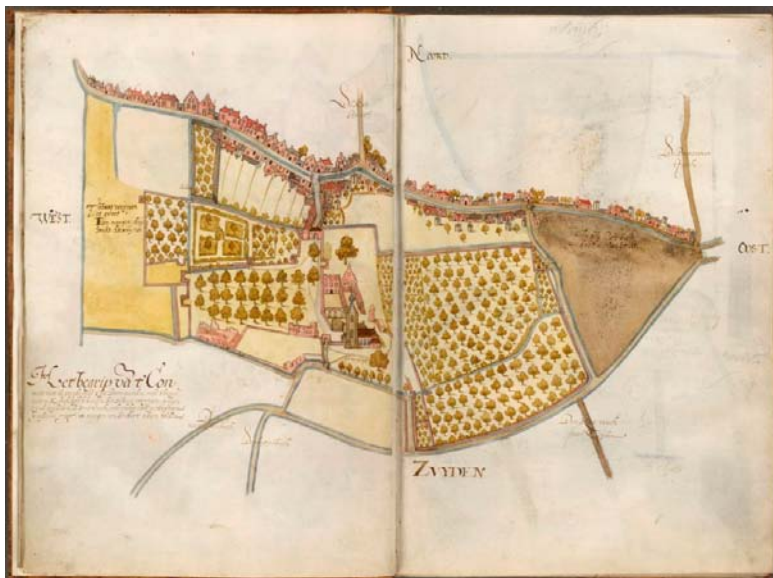
In deze bijdrage zal worden ingegaan op aspecten die te maken hebben met historisch-geografische data en het gebruik hiervan. Er wordt begonnen met een verkenning van de diverse soorten historisch-geografische data. Vervolgens wordt gekeken naar hoe de kwaliteit van de data omschreven kan worden. De volgende vraag die beantwoord zal worden, is waar historische data te vinden zijn. Helaas blijkt er nog geen goed ontwikkelde infrastructuur voor deze bronnen te zijn. Tenslotte wordt gekeken naar mogelijkheden om in een GIS-omgeving te werken met historische data.

Wat voor historisch-geografische informatie is er?

In 2002 verscheen er een themanummer van het Historisch Geografisch Tijdschrift met de titel 'Landschap in archieven' (Baas et al., 2002). In dit nummer staan ruim 30 bijdragen van auteurs die iets vertellen over hun onderzoek en daarbij de archiefstukken centraal stellen. Het werk geeft een mooi overzicht van veel gebruikte historisch-geografische bronnen. De belangrijkste bronnen worden hieronder besproken.

Kaarten

Veruit de meest gebruikte bronnen, op basis van het boek 'Landschap in Archieven', zijn oude kaarten. Vooral de topografische kaarten en hun voorgangers en grootschalige manuscriptkaarten (handgetekende kaarten, zie figuur 1) worden veel gebruikt. Over het gebruik van kaarten zal in deze paragraaf niet verder ingegaan worden, daar de rest van deze bijdrage voornamelijk over kaarten zal gaan.



Figuur 1. Kaart van het Convent te Rijnsburg. Uit het kaartboek van de Abdij van Rijnsburg. Nationaal Archief 4.VTH L1_02.

Ontwerpkaarten

Een specifiek soort kaarten betreft de ontwerpkaarten, bijvoorbeeld van steden, tuinen of parken. Figuur 2 toont een ontwerpkaart voor de tuinen van Paleis Het Loo, bij Apeldoorn. De kaart dateert van begin 19e eeuw, maar aan wie hij is toe te schrijven, is niet bekend. Bij deze groep kaarten moet de gebruiker altijd bedacht zijn op het al dan niet uitgevoerd zijn van het getoonde ontwerp. In het geval van de kaart in figuur 2 is bekend dat het ontwerp nooit is uitgevoerd (Storms, 2009).



Figuur 2. Plankaart voor de tuinen van Paleis Het Loo, begin 19e eeuw. Universiteitsbibliotheek Leiden, COLLBN 002-10-013.

Tekstdocumenten

Tekstdocumenten bevatten soms geografische aanduidingen, waardoor ze voor historisch-geografisch onderzoek bruikbaar worden. Onderstaande tekst komt uit een transportregister van het Ambacht Nieuw-Helvoet. De tekst is door vrijwilligers van het Streekarchief Voorne, Putten en Rozenburg overgeschreven van de oorspronkelijke bron en als pdf te downloaden van internet.

28-02-1675

Henderick van Eeck en zijn vrouw Neeltje Gerrits, eerder weduwe van Huygh Cortelaen, transporteren aan Teunis Gorsman, secretaris van Nieuw-Helvoet, 5 gem. 62 r. land in de Grootenhoek nrs. 14 en 25, in gebruik bij Pieter Jacobse Meckje in 1675 en 1676 voor 15 g. per jaar, voor 800 car. g. contant.

Uit deze tekst kan opgemaakt worden dat Henderick van Eeck en zijn vrouw stukken land verkopen aan Teunis Gorsman. Het betreft twee percelen, met de nummers 14 en 25, gelegen in de Grootenhoek. De percelen zijn 5 gemet en 62 roeden groot, wat neerkomt op ongeveer 2,3 hectare. De stukken land zijn verkocht voor 800 Carolusguldens, wat tegenwoordig een waarde zou

vertegenwoordigen van ongeveer €7200.¹ De genoemde perceelnummers zijn ook terug te vinden in de kaart van Nieuw-Helvoet, uit het kaartboek van Voorne uit 1697. Figuur 3 toont deze kaart. De rood omlijnende percelen tonen de percelen waar de transportakte betrekking op heeft.



Figuur 3. Kaart van de Ambacht Nieuw-Helvoet, uit het kaartboek van Voorne. De roodomlijnde percelen betreffen de stukken grond die verkocht worden.

Briefkaarten

Vanaf het vierde kwart van de 19e eeuw staan briefkaarten tot de beschikking van de historisch-geografisch onderzoeker. Deze briefkaarten tonen zaken die men niet in teksten tegenkomt. Figuur 4 is één van de briefkaarten die gebruikt is bij het onderzoek naar de duinen op Schouwen-Duiveland. Het waren oorspronkelijk foto's die behoorden bij een rapport van de Heidemij over de verstuiwingen in het gebied. Nu worden ze gebruikt, onder meer voor de bestudering van de verstuiwingen in het verleden (Beekman, 2002).

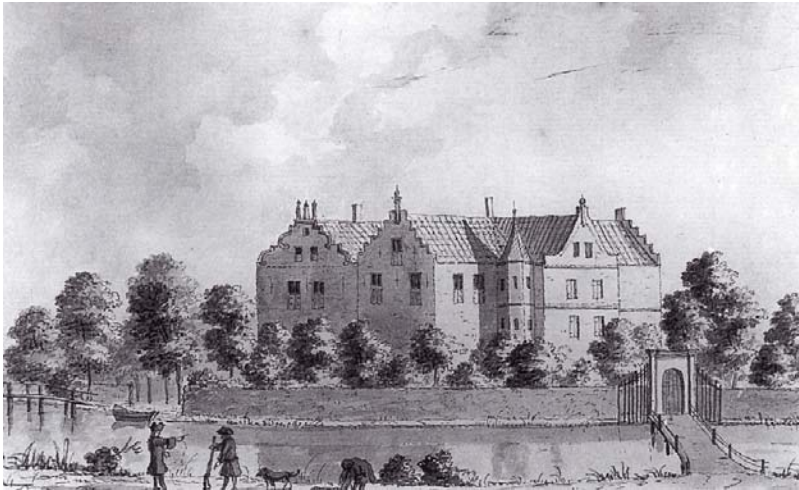


Figuur 4. Prentbriefkaart van de duinen te Haamstede, ca. 1910. Overgenomen uit Beekman, 2002.

¹ Zie voor het omrekenen van contemporaine guldens naar de huidige euro: <http://www.iisg.nl/hpw/calculate-nl.php>.

Prenten

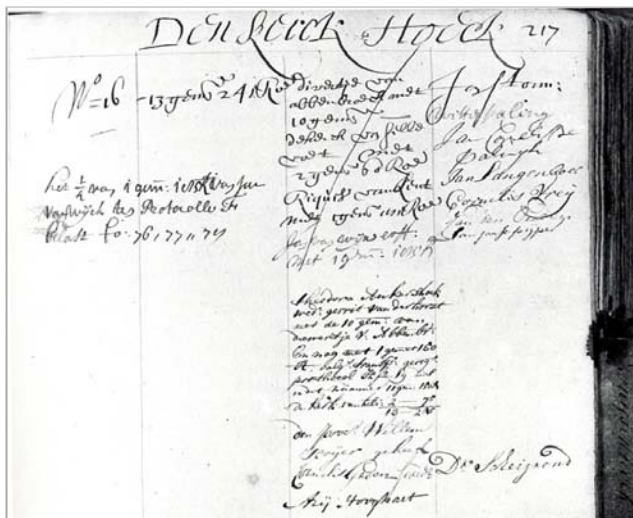
Ook topografische prenten worden veelvuldig als bron bij historisch-geografisch onderzoek gebruikt. Figuur 5 toont het Huis ter Veen, dat gelegen was op het huidige terrein van Fort Blauwkapel, ten noordoosten van de stad Utrecht. Lang was de exacte locatie van het huis, dat in de 17e eeuw al was vervallen tot een ruïne, onzeker. Aan de hand van een aantal oude kaarten is er archeologisch onderzoek geïnitieerd, die tot de lokalisering van het Huis gevolg had. De afbeelding in figuur 5 (die gebaseerd moet zijn op een oudere afbeelding) kon de vorm van het Huis, zoals dat door archeologen was vastgesteld, bevestigen, waardoor men zeker wist dat het Huis ter Veen gevonden was (Donkersloot-de Vrij, 2002).



Figuur 5. Afbeelding van het Huis ter Veen, door L.P. Serrurier, 1726. Overgenomen uit Donkersloot-de Vrij, 2002.

Veldboeken

Het laatste voorbeeld van historische data dat hier gegeven wordt, betreft de veldboeken. In deze boeken werden de eigenaren van stukken grond vermeld. Figuur 6 toont een gedeelte van het veldboek van de Kerck Hoeck, in de Ambacht Nieuw-Helvoet. In de eerste kolom staat het perceelnummer. Dit is weer hetzelfde nummer als dat vermeld is bij de tekstdocumenten. Dit nummer komt dan ook weer voor in het kaartboek van Voorne. In de tweede kolom staat de grootte van het perceel vermeld, in de derde kolom de waarde en in de laatste kolom de eigenaar van het perceel.



Figuur 6. Fragment uit het veldboek van de Kerck Hoeck in de Ambacht Nieuw-Helvoet. Overgenomen uit Heere & Storms, 2002.

Kwaliteit van historisch-geografische data

Er is in de historische cartografie een aantal manieren om de kwaliteit van de historische informatie te beschrijven. In deze bijdrage worden de twee meest gangbare methoden toegelicht. Dat zijn in de eerste plaats de classificaties van Koeman-Storms. Deze classificaties plaatsen de oude kaarten aangaande hun bewijskracht tegenover andere bronnen. De tweede manier die hier besproken wordt, zijn de nauwkeurigheden van Blakemore en Harley. Waar Koeman en Storms de oude kaarten plaatsen in het gehele corpus van (mogelijk) beschikbare bronnen, beschrijft de methode van Blakemore en Harley de nauwkeurigheid van een individuele kaart.

Classificaties van Koeman-Storms

Koeman (1984) heeft zich beziggehouden met de bewijskracht van oude kaarten. Hij relateert deze aan de bewijskracht van andere historische bronnen. Daartoe onderscheidt hij diverse niveaus. Omdat in hun oorspronkelijke vorm deze niveaus te ingewikkeld bleken om te gebruiken, heeft Storms een vereenvoudiging doorgevoerd. Hij komt dan tot de volgende indeling (Storms, in voorbereiding).

1. De kaart is de enige of oudste bron.
2. De kaart is de beste of meest betrouwbare bron.
3. De kaart is een gelijkwaardige aanvullende bron.
4. De kaart is een ondergeschikte aanvullende bron.
5. De kaart is een illustratie en bewijst verder niets.

Het niveau van bewijskracht waarin een kaart valt, is volledig afhankelijk van de overige bronnen die bij een onderzoek gebruikt worden. Het kan dus zo zijn, dat eenzelfde kaart bij het ene onderzoek in een andere klasse valt dan bij een ander onderzoek.

Figuur 7 toont de Vinland kaart. Deze (veronderstelde) pre-Columbiaanse kaart zou het bewijs zijn dat de Vikingen Amerika eerder ontdekt hebben dan Columbus. Afgezien van de vraag of de kaart echt is, is er sterker bewijsmateriaal hiervoor. In Noord-Amerika zijn archeologische vondsten gedaan waaruit blijkt dat er Scandinaviërs geweest zijn. Dat bewijsmateriaal is sterker dan de kaart, die daarmee niet hoger dan klasse 4 komt als niveau van bewijskracht.



Figuur 7. De Vinland kaart.

Nauwkeurigheden van Blakemore en Harley

Blakemore en Harley (1980) onderscheiden drie soorten nauwkeurigheid: chronometrische nauwkeurigheid, topografische nauwkeurigheid en geometrische nauwkeurigheid.

De chronometrische nauwkeurigheid heeft betrekking op de vraag wanneer een kaart vervaardigd is en op de vraag of de kaartvervaardiger gebruik heeft gemaakt van oudere bronnen.

Figuur 8 is de kaart van het Hoogheemraadschap Delfland, gemaakt door de gebroeders Cruquius en uitgegeven in 1712. De kaart is vervaardigd in opdracht van het bestuur van het Hoogheemraadschap om een gedetailleerd overzicht te krijgen van het Hoogheemraadschap, maar ook ter meerdere eer en glorie van het bestuur, getuige de familiewapens aan de zijkanten. De kaart is in gebruik geweest tot het begin van de 19e eeuw, toen voor Delfland de kadastrale minuutplannen beschikbaar kwamen. Het kaartbeeld is nooit aangepast, wel de familiewapens. Zo kan het dus gebeuren dat een bepaald exemplaar, op basis van de wapens gedateerd wordt op eind 18e eeuw, maar dat de kaart het landschap toont zoals dat er rond 1700 heeft uitgezien. De chronometrische nauwkeurigheid kan onder meer bepaald worden door het vergelijken van kaarten van diverse jaren.



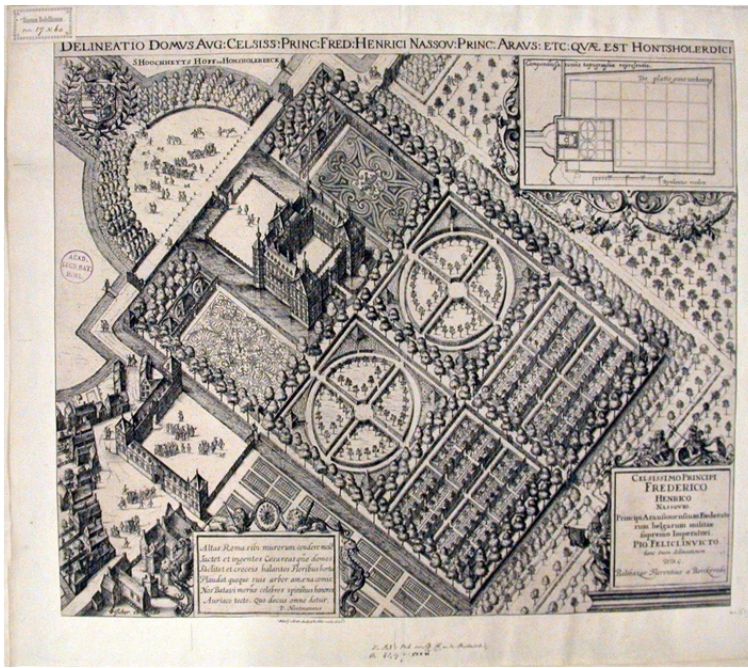
Figuur 8. Kaart van het Hoogheemraadschap Delfland, door de gebroeders Cruquius, 1712.

De topografische nauwkeurigheid zegt iets over de kwantiteit en kwaliteit van de kaartinhoud. Het geeft een beeld van de (selectie-)keuzes die een cartograaf heeft gemaakt bij de vervaardiging van de kaart. Met andere woorden, is het afgebeelde conform de werkelijkheid weergegeven. De topografische nauwkeurigheid kan onder meer bepaald worden door diverse contemporaine kaarten met elkaar te vergelijken.

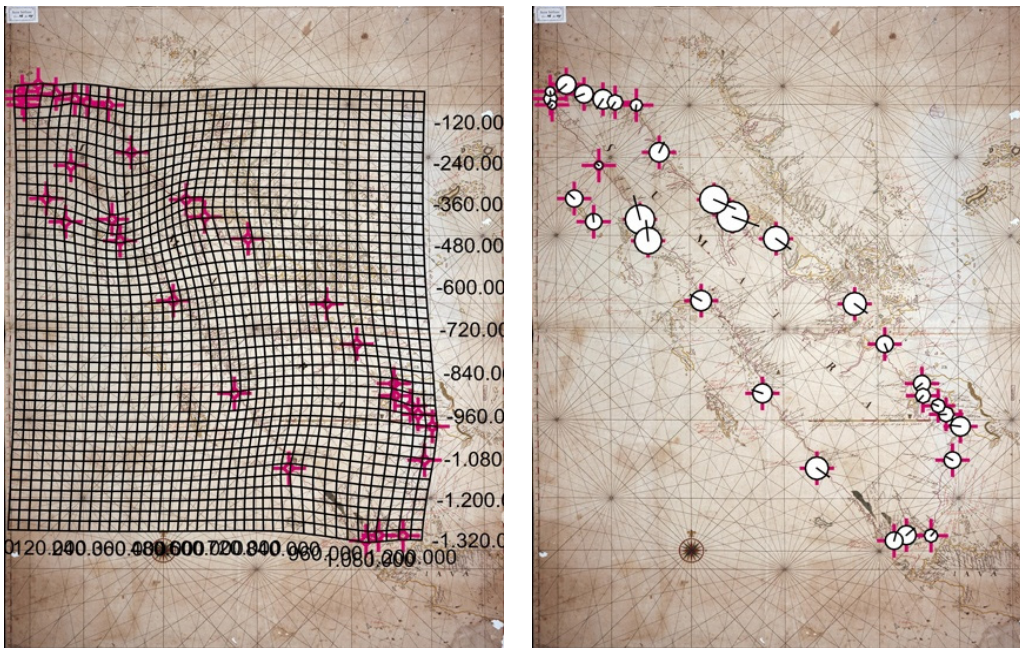
Figuur 9 toont een topografische ets van het Huis te Honselaarsdijk. Van dit voormalige ‘Versailles in de polder’ is nu weinig meer over, maar in de 17e tot de 18e eeuw was het een indrukwekkend paleis van de Oranjes. De hier getoonde afbeelding is een ets van Floris Balthasarsz van Berckenrode uit 1629. Uit deze ets kan men afleiden dat het huis drie verdiepingen moet hebben gehad. Uit andere bronnen is bekend dat het huis slechts twee verdiepingen heeft gehad. Wat voor Floris Balthasarsz van Berckenrode de reden is geweest het huis hoger te maken dan het in werkelijkheid was, is niet bekend.

De geometrische nauwkeurigheid kan worden onderverdeeld in geodetische en planimetrische nauwkeurigheid. Bij de geodetische nauwkeurigheid gaat het om de kwantificering van fouten in het graadnet. Hoe is de cartograaf omgegaan met de vervormingen die op een kaart ontstaan door het gekromde aardoppervlak? De planimetrische nauwkeurigheid heeft betrekking op de mate waarop afstanden tussen en richtingen van objecten overeenkomen met de werkelijkheid.

Voor de bepaling van de geometrische nauwkeurigheid kan het programma MapAnalyst gebruikt worden. Met dit programma, dat gratis te downloaden is², kan men eenvoudig vervormingsgrids of puntafwijkingen op een oude kaart visualiseren. Figuur 10a laat een dergelijk grid, vervaardigd met MapAnalyst, zien. Een perfecte kaart zou een raster laten zien met alleen maar vierkanten. Hoe sterker een kaart vervormd is, hoe sterker het grid vervormd is. Figuur 10b toont de verplaatsingsvectoren. De vector geeft aan waar het punt op de oude kaart had moeten liggen, wanneer de kaart planimetrisch correct geweest was.



Figuur 9. Huis te Honselersdijk, door Floris Balthasarsz. Van Berckenrode, 1629. Universiteitsbibliotheek Leiden COLLBN Port 17 N 60.



Figuur 10a. Vervormingsgrid van een 18^e-eeuwse VOC kaart van de Javazee.

Figuur 10b. De verplaatsingsvectoren. Universiteitsbibliotheek Leiden COLLBN 006-14-27.

² Zie: <http://mapanalyst.cartography.ch/>.

Infrastructuur: waar vind ik data?

In deze paragraaf wordt ingegaan op de plekken waar historisch-geografische data verkregen kunnen worden. Helaas is er nog geen goed opgezette infrastructuur, in de vorm van één centraal loket, waar men de benodigde informatie kan verkrijgen. Hieronder volgen de belangrijkste pogingen tot een dergelijk loket.

KICH

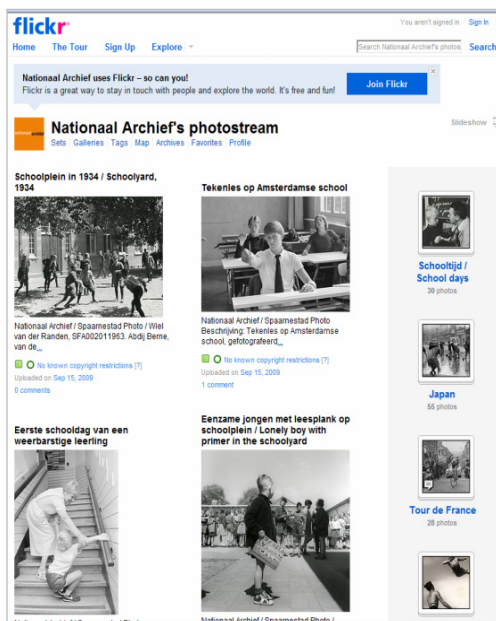
Bij het Kennisinfrastructuur Cultuurhistorie (KICH)³ staat het brede spectrum van de cultuurhistorie centraal. Het doel van het KICH is cultuurhistorische informatie toegankelijk, beschikbaar, koppelbaar en bewerkbaar te maken. Informatie over historische gebouwen, archeologie, steden en dorpen en historische landschappen worden gekoppeld aan een moderne topografische ondergrond. Ook zijn er thematische ondergronden, zoals kaarten met ontginningsgeschiedenis en de Indicatieve Kaart Archeologische Waarden.

WatWas Waar

In de oorspronkelijke opzet van het project WatWasWaar⁴ zouden de eerste versies van de kadastrale minuutplannen en de Oorspronkelijk Aanwijzende Tafels (OAT's) worden ontsloten via een website. Inmiddels is de site uitgegroeid tot een, helaas niet erg toegankelijke, verzameling van allerhande kaartmateriaal. Zo treft men er, naast de genoemde kadastrale informatie, oude luchtfoto's, oude topografische kaarten (de TMK's), prekadastraal materiaal, enz. Helaas is niet voor alle gebieden hetzelfde materiaal voorhanden, waardoor men een beetje geluk moet hebben om te vinden wat men zoekt voor een bepaald gebied.

Beeldbanken

Archieven en bibliotheken maken in toenemende mate gebruik van beeldbanken om hun collectie te ontsluiten. Via de beeldbanken is allerhande beeldmateriaal te bekijken, (soms) te downloaden of te bestellen. Over het algemeen bestaat de inhoud van de beeldbanken uit oude foto's, maar soms worden ook wel kaarten, prenten en tekeningen op deze wijze ontsloten. Een gestructureerd overzicht van beeldbanken is nog niet voorhanden, hoewel 'http://beeldbanken.startpagina.nl' een aardig overzicht biedt. In dit overzicht ontbreken de beeldbanken die diverse universiteitsbibliotheken hebben opgezet.



Figuur 11. Een paar foto's uit het nationaal Archief op Flickr.

³ Zie: <http://www.kich.nl/>.

⁴ Zie: <http://watwaswaar.nl/>.

Flickr

Het Nationaal Archief is begonnen met haar foto's op Flickr⁵ te zetten. De bedoeling is dat het materiaal verrijkt wordt door gebruikers die tags of commentaar toevoegen aan de foto's. Bijvoorbeeld de namen van de personen die op de foto's staan. Helaas komt het commentaar meestal niet veel verder dan wat kreten als 'awesome' of 'nice'.

Het gebruik van historisch-geografische data in een GIS

Het voordeel van een geografisch informatiesysteem (GIS) bij het werken met historische data is vooral dat de diverse bronnen op eenzelfde schaal en georeferentie opgeslagen, bewerkt en geanalyseerd kunnen worden. Door de meeste gebruikers van historisch-geografische data wordt dit ook wel onderkend. Toch vindt GIS maar moeilijk zijn weg binnen de historische wetenschappen. Hiervoor is een aantal redenen aan te wijzen. De belangrijkste is dat onderzoekers geen idee hebben met wat voor pakket ze hun werkzaamheden het beste kunnen uitvoeren. Ook de prijs en de (veronderstelde) ingewikkeldheid van de systemen zijn barrières om GIS te gaan gebruiken.

Onlangs is er een gebruikersonderzoek uitgevoerd, waarbij aan historische onderzoekers werd gevraagd een aantal opgaven (met betrekking tot de geschiedenis van het gebied Delfland) te maken met behulp van GIS (Heere, 2008). Het GIS bevatte een groot aantal historische bronnen, zoals prekadastrale kaarten, topografische kaarten uit diverse perioden, luchtfoto's, diverse fysisch-geografische kaarten en topografische prenten. Wanneer historici met GIS werken vallen een aantal zaken op.

Gebruikers starten met het selecteren van de benodigde data, gevolgd door de bewerking ervan. Deze bewerking bestaat meestal uit het maken van deelselecties uit de geselecteerde dataset en het combineren van data uit diverse lagen. Pas nu vallen eventuele fouten en lacunes in de data op. Wanneer dit het geval is, vindt bronkritiek plaats. Dat houdt hierin dat gebruikers de dataset controleren op volledigheid, juistheid van de selectie of temporele kritiek. Met dit laatste wordt bedoeld dat testpersonen zouden moeten opmerken dat data uit diverse perioden in het systeem met elkaar gecombineerd worden. Dit betekent dat in een GIS de data zeer goed omschreven moet zijn, inclusief een beschrijving van de topografische, chronometrische en geometrische nauwkeurigheid. Door de metadata, of beschrijvingen van de bron, in pop-ups te presenteren, die weggeklikt moeten worden, wordt de gebruiker min of meer gedwongen bronkritiek toe te passen voordat men met de data aan de slag gaat.

De hoeveelheid data bepaalt voor een groot deel de uitkomsten van de vragen van gebruikers. Het voordeel van het toevoegen van veel data is dat gebruikers meerdere mogelijkheden hebben om tot beantwoording van een vraag te komen. Eén van de opdrachten in het gebruikersonderzoek was iets te zeggen over de afwatering van Delfland. Men hoefde alleen op de Waterstaatskaart (in het systeem was de eerste editie opgenomen) te kijken. Niet iedereen deed dit, maar over het algemeen kwam men met andere gegevens toch tot een juiste beantwoording. Hieruit blijkt een zekere mate van creativiteit door gebruikers bij redundantie in de bronnen. Een grote hoeveelheid data kan echter ook belemmerend werken. Dataselectie en bronkritiek worden moeilijker. Ook het bedenken van onderzoeksvragen wordt moeilijker. Gebruikers verdwalen in de hoeveelheid data en kunnen tot foutieve antwoorden komen of zelfs in het geheel geen vragen genereren.

De functies van een GIS bepalen de toepassingsmogelijkheden van de data. De meest gebruikte functies hangen samen met het zoeken naar data en het maken van selecties. Wanneer in het systeem naar data gezocht moet worden, kan dat alleen in de geactiveerde laag. Dit is inefficiënt. Er moet een functie zijn waarbij het mogelijk is met één opdracht door het hele systeem te zoeken. Verwarring ontstaat wanneer er meerdere bronnen aan één object gekoppeld zijn. Gebruikers verwachten dit niet. Dit kan opgelost worden door, wanneer de cursor over een dergelijk perceel wordt bewogen, dit perceel in delen uiteen gaat. Dit is onder meer gedaan in Google Earth bij foto's die vanaf één plek zijn genomen (zie figuur 12).

⁵ Zie: <http://www.flickr.com/photos/nationaalarchief/>.



Figuur 12. Het 'uiteen spatten' van een fotosymbool in een aantal andere fotosymbolen.

Wanneer een specifiek onderwerp uit de legenda geselecteerd moet worden, gebeurt dat via een query. Dit levert nog wel eens problemen op. Beter kan gewerkt worden met een aanklikbare legenda. Dit kan fouten bij selecties voorkomen en de beschikbare data wordt efficiënter gebruikt.

Conclusie

Er is een grote verscheidenheid aan historisch bronnenmateriaal voorhanden. Probleem hierbij is dat de bronnen verschillend in schaalniveau zijn en zelden in hun geografische context staan. Een GIS kan deze problemen oplossen: historische data kunnen gegeoreferereerd en op dezelfde schaal worden opgeslagen en geanalyseerd. Probleem hierbij is dat gebruikers geneigd zijn minder kritisch te kijken naar de bronnen, wanneer deze digitaal beschikbaar zijn. Een goede beschrijving van de metadata, inclusief de diverse kwaliteitsomschrijvingen, kunnen hierbij van grote dienst zijn. Ieder historische GIS zou deze beschrijvingen moeten bevatten. Hoe en in welke vorm is op dit moment nog onderwerp van onderzoek.

Literatuur

- Baas, H. et. al (red) (2002), Landschap in Archieven. *Historisch-Geografisch Tijdschrift* 20-3.
- Beekman, F. (2002), Prentbriefkaarten van de Schouwse duinen uit 1910. In: Baas, H. et. al. (red), Landschap in Archieven. *Historisch-Geografisch Tijdschrift* 20-3, p. 21-25.
- Blakemore, M.J. & J.B. Harley (1989), The search for accuracy. In: *Concepts in the History of Cartography*, Cartographica Monograph nr. 26. p. 54-74.
- Donkersloot-de Vrij, Y.M. (2002), Het verdwenen kasteel in Fort Blauwkapel. In: Baas, H. et. al (red), Landschap in Archieven. *Historisch-Geografisch Tijdschrift* 20-3, p. 53-57.
- Heere, E. & m. Storms (2002), Prekadastrale bronnen op Voorne. In: Baas, H. et. al (red), Landschap in Archieven. *Historisch-Geografisch Tijdschrift* 20-3, p. 75-78.
- Heere, E. (2008), *GIS voor historisch landschapsonderzoek. Opzet en gebruik van een historisch GIS voor prekadastrale kaarten*. Utrecht: KNAG / Faculteit Geowetenschappen Universiteit Utrecht. Nederlands Geografische Studies nr. 375.
- Klapwijk, G.J. & J.D. van Tuyll (2000), Delflands kaarten belicht. Delft, Hilversum: Hoogheemraadschap Delfland / Uitgeverij Verloren.
- Koeman (1984), Oude kaarten als bron voor de geschiedwetenschap; Een classificatie op grond van bewijskracht. In: *Caert-Thresoor* 3-2, p. 18-24 (Vertaling en bewerking door M. Kok van: C. Koeman: Levels of historical evidence in early maps (with examples). In: *Imago Mundi* XXII (1968), p. 75-80.
- Storms, M. (ter perse), *Genauigheid und zuverlässigkeit alter Flurkarten*. Lezing Kartographie Historisches Colloquium, Frankfurt am Main, 1 oktober 2004.
- Storms, M. (2009), Omslagfoto 2009: De boventuin van paleis Het Loo in landschapsstijl. In: *Caert-Thresoor* 28-1, p. 5.

Visualisatie van temporele aspecten in 3D virtuele historische landschappen

Arnoud de Boer
Universiteit Utrecht
arnouddeboer@cs.uu.nl

Hans Voorbij
Universiteit Utrecht
hansv@cs.uu.nl

Introductie

In een geografisch informatiesysteem (GIS) wordt informatie over ruimte (2D- of 3D-geometrie) en attributen opgeslagen, beheerd, geanalyseerd en gevisualiseerd. Een temporeel GIS voegt hieraan nog een extra dimensie toe: *tijd* (Worboys and Duckham, 2004). In een temporeel GIS kan een analyse met betrekking tot ruimtelijke verandering in het verloop van de tijd uitgevoerd worden, of de toestand van een bepaald geografisch gebied op een bepaald tijdstip opgeroepen worden. De nauwe relatie tussen tijd en ruimte geeft de mogelijkheid om tijd als extra variabele of dimensie toe te voegen aan coördinaten van 2D- (x, y) of 3D- (x, y, z) geometrie. Daar waar 2D-geometrie en tijd (x, y, t) nog in een standaard 3D-GIS te visualiseren zijn, vraagt de combinatie van 3D-geometrie en tijd, ofwel 4D (x, y, z, t), om andere oplossingen.

De meest eenvoudige oplossing voor het representeren van tijdsverloop is het gebruik van animaties. In een animatie wordt een serie van momentopnamen van een bepaalde ruimte op een bepaald tijdstip achter elkaar getoond. Echter, een enkele momentopname uit de animatie geeft nog geen temporele informatie, dus zou een animatie aan te duiden zijn als de visualisatie van tijdsverandering op een interval $\Delta t = t_{i+1} - t_i$ in plaats van visualisatie van een tijdstip t_i . In dat geval dienen andere visuele cues en cartografische technieken te worden toegepast voor visualisatie van tijd, bijvoorbeeld grootte, grijswaarde of kleur (Bertin, 1967).

Echter, de toename van het aantal (foto)realistische 3D-geovisualisaties maakt dit probleem alleen nog maar interessanter. Het gebruik van deze cartografische cues zal het (foto)realisme immers doen afnemen. Voor ons onderzoek naar 3D-geovisualisaties van historische landschappen proberen wij aan de hand van historische kaarten en bronnen op een effectieve en efficiënte wijze een zo realistisch mogelijke visualisatie te realiseren van een landschap uit het verleden. Deze 3D virtuele historische landschappen worden toegepast voor historisch en archeologisch onderzoek of voor museale of educatieve publiekspresentaties (edutainment).

Een extra bijkomend probleem met het werken met historische of non-contemporaine geodata is de onzekerheid of onnauwkeurigheid van deze bronnen. Blakemore en Harley (1980; zie ook het artikel van Elger Heere) identificeren drie verschillende soorten (on)nauwkeurigheden bij het werken met historische kaarten, te weten geografische, topografische en chronometrische nauwkeurigheid. Het gevolg van deze onnauwkeurigheden is dat er onzekerheid bestaat in de historische situatie, wat bij het werken met historische kaarten of geografisch-gerelateerde historische bronnen in het algemeen, steeds de vraag oproept: zag het landschap of gebied er *toen* ook daadwerkelijk *zo* uit?

In deze paper wordt vanuit het perspectief van virtuele historische landschappen (VHLs) de visualisatie van temporele aspecten (tijd en onzekerheid) beschreven. Dit betekent echter niet dat deze visualisatiemethoden enkel van toepassing zijn voor historische data. Geovisualisaties van toekomstscenario's, welke hun toepassing vinden in onder andere de ruimtelijke planning, vertonen grote overeenkomsten als het gaat om hoe op een overtuigende en betrouwbare wijze een gebied of ruimtelijk plan te visualiseren, en hoe hierin onzekerheden over de toekomstige situatie te communiceren aan beleidsvormers en belanghebbenden (Appleton and Lovett, 2005; Paar, 2006).

Deze paper is als volgt georganiseerd. De sectie ‘Visualisatie van tijd’ beschrijft de visualisatie van een bepaalde tijd in 3D virtuele historische werelden, zowel archeologische sites, steden als landschappen. Welke visuele technieken kunnen we inzetten om aan gebruikers een bepaalde tijd te communiceren en hoe wordt deze door gebruikers ervaren? ‘Visualisatie van temporele onzekerheid’ beschrijft hoe temporele onzekerheden in 3D geovisualisatie kunnen worden opgenomen. Hoe visualiseren we een landschapselement of een geografisch object tussen de twee tijdstippen waarop we informatie hebben over het niet-bestaan en het wel-bestaan van het object? En hoe representeren we een geografisch object als we ontbrekende of inconsistente informatie uit heterogene historische kaarten en bronnen integreren in de 3D geovisualisatie? Ten slotte presenteert de laatste sectie enkele conclusies en aanbevelingen voor verder onderzoek.

Visualisatie van tijd

Het begrip ‘tijd’ wordt veelal visueel geassocieerd met een klok of kalender. In de kunstgeschiedenis zijn ook andere visuele metaforen bekend voor het begrip ‘tijd’, zoals een cirkel, rivier, zandloper of personificatie (Van Ast, 2006). Tijd is meetbaar en een tijdmeting vindt plaats aan de hand van de aardrotatie ten opzichte van een bepaald oriënteringspunt als de zon, maan of sterren. Zo werd in het oude Egypte het verstrijken van de tijd al gemeten door de verschuivende schaduw langs een in de grond gestoken stok als gevolg van de veranderde zonnestand gedurende de dag (vergelijkbaar met de verwerking van een zonnewijzer of obelisk). Tijd is dus op een bepaalde manier zichtbaar te maken.

Over het algemeen zal temporele informatie als attribuut of metadata aan geodata zijn toegevoegd in de vorm van een (alfa)numeriek veld of datatype string met als waarden een epoch, datum/tijd-string of andere vorm van tijdsclassificatie (eeuw, periode). Omdat het domein van deze attribuutwaarden nominaal, ordinaal of interval zijn, kunnen animaties (voor intervallen) en visualisatietechnieken als kleur en grijswaarden (Bertin, 1967) worden toegepast om de temporele informatie van de elementen visueel onderscheidend te maken. Bijvoorbeeld door het toekennen van kleuren aan gebouwen of objecten van gelijk bouwjaar, een toenemende grijswaarde van de elementen in een op tijd-geordende dataset, of een animatie die de mutaties van verschillende elementen in de tijd laat zien. In het geval van temporele informatie als metadata, kan deze worden opgenomen als tekst in de legenda van de analoge of digitale kaart, bijvoorbeeld het opnemen van het jaartal van kaartvervaardiging of laatste mutatie.

In een 3D geodataset zal dit in beginsel niet anders zijn, maar voor een 3D geovisualisatie waarin gestreefd wordt naar een hoge mate van realisme, geeft het gebruik van afwijkende kleuren en grijswaarden of tekstlabels ten opzichte van de werkelijke wereld een niet-fotorealistische afbeelding. Echter, een realistische afbeelding hoeft niet samen te gaan met een *fotorealistische* afbeelding. Figuur 1 laat twee afbeeldingen zien van een gereconstrueerd Hollands polderlandschap op basis van de historische waterschapskaart van het Hoogheem-raadschap van Delfland door Nicolaas Cruquius (1712). De linker afbeelding is een fotorealistische render (2D-snapshot van een 3D-model) met een typisch Hollandse lucht, zoals op landschapschilderijen van onder anderen de 17e-eeuwse schilders Ruysdael, Van Goyen en Vermeer te zien is, en de rechter afbeelding een fotorealistische render met een niet-typisch Hollandse lucht. De rechter afbeelding zal een minder realistische beleving geven als zijnde een afbeelding van een typisch Hollands polderlandschap wegens een mindere mate van herkenning en associatie door de gebruiker. Dit moedigt ons aan om de mogelijkheden van niet-fotorealistische rendering voor 3D geovisualisatie van historische landschappen te onderzoeken.

De centrale vragen zijn: welke visuele technieken kunnen we inzetten om aan gebruikers een bepaald tijdsmoment te communiceren en hoe worden deze door gebruikers ervaren? Roussou et al. (2007) experimenteren in hun renders van virtuele reconstructies van historische gebouwen en landschappen met het gebruik van beeldverwerkingsfilters (aquarel) om een schilderachtige, historische sfeer te benaderen, echter zonder de beleving van de gebruiker in hun onderzoek te betrekken. Geïnspireerd op het gebruik van dergelijke beeldverwerkingsfilters en dus het creëren van een niet-fotorealistische representatie van een historische situatie, hebben wij vier ver-



Figuur 1. Een fotorealistische afbeelding gaat niet altijd samen met een realistische beleving. Welke afbeelding komt het meest overeen met het beeld van een typisch Nederlands polderlandschap?

schillende renders van een – voor wat wij trachtten te representeren – 17e-eeuws historische polderlandschap voorgehouden aan een in cultuurhistorie geïnteresseerd publiek. En gevraagd de verschillende renders te waarderen op een Likert-schaal met waarden van 1 tot 10, met 1 als een lage waardering en 10 als een hoge waardering op de aspecten geloofwaardigheid, betrouwbaarheid en fraaiheid. Figuur 2 laat uit deze test de verschillende afbeeldingen van een molen in een polderlandschap zien. De fotorealistische afbeelding van het 3D virtuele landschapsmodel is met behulp van landschapsvisualisatiesoftwarepakket Vue Infinite© gerenderd en vervolgens zijn met Adobe Photoshop© verschillende beeldfilters toegepast; te weten penseelstreken, aquarel en houtskoolkrijt.

Hoewel de kwaliteit van de gebruikte renders en filters mogelijk van invloed zijn geweest op de uitkomsten, viel op dat de meerderheid van de gebruikers zich toch meer focust op de inhoud (objecten/elementen) van het landschap dan op de vorm (filters/layout) van de renders. Meer dan 60% van de gebruikers wezen de fotorealistische versie als meest geloofwaardig, betrouwbaar en fraai aan. Wel waren gebruikers zeer goed in staat om aan te geven wat zij dachten dat er miste in de afbeeldingen om een geloofwaardig en compleet beeld te geven van een 17e-eeuws landschap.



Figuur 2. Toepassing van beeldverwerking filters op (fotorealistische) renders om gebruikers een bepaalde tijd te visualiseren en te communiceren: v.l.n.r. onbewerkt, aquarel, houtskoolkrijt.

Deze uitkomst heeft ons meer doen focussen op de inhoud van VHLs ofwel op het soort en het detailniveau van landschapselementobjecten, dan op de vorm (lay-out) van de afbeeldingen als resultaat van rendering of postprocessing.

Toch zijn wij ervan overtuigd dat niet-fotorealistische representatie een meerwaarde kan bieden bij het realiseren en visualiseren van VHLs (De Boer et al. 2009). Door details en informatie uit deze landschapsmodellen weg te laten, wordt een efficiëntere modellering bereikt, hetgeen de haalbaarheid van het generiek visualiseren van grootschalige historische landschappen vergroot.

Daarnaast wordt de informatie-overload naar de gebruiker toe beperkt, zodat nadruk gelegd kan worden op die specifieke elementen die voor een bepaalde verhaallijn (*narrative*) van belang zijn. Tenslotte bieden niet-fotorealistische representaties de mogelijkheid om verschillende soorten onzekerheden te communiceren en visualiseren in de VHLs.

Visualisatie van temporele onzekerheid

Wie werkt met temporele geodata, of die nu betrekking hebben op een historische of op een toekomstige situatie, krijgt te maken met *onzekerheid*. Onzekerheid wijkt af van de term ‘fout’ (*error*); bij een fout is de mate van onjuistheid bekend (uitgedrukt in termen als precisie en betrouwbaarheid) en bij onzekerheid is deze mate van onjuistheid of onnauwkeurigheid niet bekend (Slocum et al. 2005). Blakemore and Harley (1980) beschrijven drie soorten onnauwkeurigheden van historische kaarten en bronnen.

Geometrische (on)nauwkeurigheid. Vroegere landmeettechnieken zorgden voor onjuistheden in afstanden en hoeken. Onbekende parameters van oude kaartprojecties leveren tevens moeilijkheden op bij het georefereren en combineren van historische kaarten met moderne kaarten.

Topografische (on)nauwkeurigheid. Historische bronnen kennen een bepaalde mate van subjectiviteit als gevolg van censuur, eisen van de opdrachtgever of artistieke vrijheid. Om die reden geven deze bronnen de situatie niet altijd weer zoals deze ook daadwerkelijk geweest is, ofwel de afgebeelde topografie komt niet overeen met de werkelijke historische situatie.

Chronometrische (on)nauwkeurigheid. Historische kaartenmakers gebruikten dikwijls oude kaarten om daarop nieuwe kaarten te baseren. Veelal werden alleen die topografische elementen geüpdatet welke voor de functie van de kaart van belang waren (bijvoorbeeld een waterschapskaart). Als gevolg hiervan kan het voorkomen, dat historische kaarten de situatie in de tijd niet juist weergeven.

GIS en onzekerheidsvisualisatie is een relatief breed bestudeerd veld (onder andere Davis et al. 1997, Ehlschlaeger et al. 1997, Drecki 2002, MacEachren et al. 2005), waarin technieken om onzekerheid te visualiseren worden beschreven die gebruik maken van animaties, schetsmatige randen (fuzziness), verzadiging en transparanties. Voor archeologische virtuele reconstructies beschrijven Zuk et al. (2005) de toepassing van visual cues (kleur, grootte, animatie etc.) om temporele metadata te communiceren. Aan de hand van een oud-Egyptische archeologische vindplaats wordt de onzekerheid in de aanwezigheid van bepaalde elementen met behulp van rising/sinking, wireframe modellen en transparanties inzichtelijk gemaakt. Deze niet-fotorealistische renderingstechnieken hebben invloed op de beleving van de gebruikers, zoals ook door Roussou en Drettakis (2003) wordt opgemerkt. Enerzijds ontstaat door toevoeging van visuele cues en abstracte informatie een niet-fotorealistische afbeelding, wat het werkelijkheidsgehalte doet afnemen. Aan de andere kant geven fotorealistische afbeeldingen van virtuele non-contemporaine steden en landschappen een indruk van absolute waarheid, wat bij het bestaan van onzekerheid over de werkelijke situatie een onjuist beeld zou opleveren. In dat geval zou een afbeelding met visual cues juist een hogere mate van geloofwaardigheid en betrouwbaarheid hebben door de communicatie van onzekerheden met deze visual cues.

Voor ons onderzoek naar 3D virtuele reconstructies van historische landschappen proberen wij te achterhalen welke visual cues geschikt zijn om de verschillende vormen van onzekerheid (geometrisch, topografisch en chronometrisch) te communiceren. Dit is niet alleen van belang om gebruikers een juiste en betrouwbare afbeelding van een verdwenen landschap te presenteren, maar ook historisch onderzoek heeft baat bij een goede visualisatie en communicatie van onzekerheid.



Figuur 3. Toepassing van de visual cues fuzziness, saturatie en transparantie in op het object molen in een virtueel historisch polderlandschap voor de visualisatie van geometrische, topografische en chronometrische onzekerheden.

Conclusie

Bij het gebruik van fotorealistische renderingstechnieken in 3D virtuele historische (en toekomstige) steden en landschappen wordt er geen visueel onderscheid gemaakt tussen het heden en het niet-heden. Daarnaast pretenderen deze afbeeldingen een bepaalde waarheid; echter de temporele onzekerheid wordt in deze 3D virtuele omgevingen niet gevisualiseerd en gecommuniceerd. Beeldverwerkingsfilters en niet-fotorealistische rendering kunnen worden toegepast bij het visualiseren van tijd en temporele onzekerheden om een geloofwaardige en betrouwbare visualisatie te presenteren aan de gebruiker. Verder onderzoek is nodig om te bepalen op welke manier deze visual cues toegepast kunnen worden in statische en interactieve 3D geovisualisaties, zodat deze op effectieve wijze temporele informatie en metadata aan de gebruiker kunnen overdragen.

Literatuur

- Appleton, Katey, and Andrew Lovett. "GIS-based Visualization of Development Proposals – Reactions from Planning and Related Professionals." *Computers, Environment and Urban Systems* 29 (2005), p. 321-339.
- Bertin, J., 1967, *Semiology of Graphics. Diagrams, Networks, Maps*. Madison: The University of Wisconsin Press.
- Blakemore, M.J. & J.B. Harley (1980), *The search for accuracy*. In: *Concepts in the History of Cartography*, Cartographica Monograph nr 26. p. 54-74.
- Davis, T. J., and C. P. Keller. 1997. Modelling and visualizing multiple spatial uncertainties. *Computers & Geosciences* 23(4), p. 397-408.
- De Boer, A., L. Breure and H. Voorbij (2009). "Towards a 3D Visualization Interface for Cultural landscape and Heritage Information". To appear in online proceedings of the 37th International Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA).
- Drecki, I. 2002: Visualization of uncertainty in geographical data. In Shi, W, Fisher, PF and Goodchild, M.E, editors, *Spatial data quality*, London: Taylor and Francis, p. 140-59.
- Ehlschlaeger, C.R., A.M. Shortridge, and M.F.. Goodchild. 1997. Visualizing spatial data uncertainty using animation. *Computers & Geosciences* 23(4), p. 387-96.
- MacEachren, A.M., A. Robinson, S. Hopper, S. Gardner, R. Murray, M. Gahegan, and E. Hetzler, "Visualizing geospatial information uncertainty: What we know and what we need to know," In *Cartography and Geographic Information Science*, vol. 32, no. 3, p. 139-160, 2005.
- Paar, Philip. "Landscape Visualizations: Applications and Requirements of 3D Visualization Software for Environmental Planning." *Computers, Environment and Urban Systems* 30 (2006), p. 815-839.

- Roussou, Maria, and George Drettakis. "Photorealism and Non-photorealism in Virtual Heritage Representation." In *Proceedings of the International Symposium on Virtual Reality, Archaeology, and Intelligent Cultural Heritage (VAST'03)*, edited by David B. Arnold, Alan Chalmers, and Franco Niccolucci, 51-60. Switzerland: Eurographics Association, 2003.
- Roussou, Maria. "The Components of Engagement in Virtual Heritage Environments." In *Proceedings of New Heritage: Cultural Heritage and New Media*, edited by Yehuda E. Kalay, Thomas Kvan, and Janice Affleck, p. 265-283. London: Routledge, 2007.
- Van Ast, O. (2006) Visualization of Time: An Artistic Inquiry into the Development of the Visual Metaphor: <http://www.partast.com/time/visualizationoftime.html>.
- Roussou, Maria. "The Components of Engagement in Virtual Heritage Environments." In *Proceedings of New Heritage: Cultural Heritage and New Media*, edited by Yehuda E. Kalay, Thomas Kvan, and Janice Affleck, p. 265-283. London: Routledge, 2007.
- Slocum, T., C. Blok, B. Jiang, A. Koussoulakou, D. Montello, S. Fuhrman, and N. Hedley (2001). Cognitive and Usability Issues in Geovisualization. *Cartography and Geographic Information Science* (28), p. 61-75.
- Worboys M. and M. Duckham, 2004. GIS: a computing perspective. Second Edition. London: Taylor & Francis Ltd.
- Zuk, Torre, Sheelagh Carpendale, and William D. Glanzman. "Visualizing Temporal Uncertainty in 3D Virtual Reconstructions." In *Proceedings of the 6th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage (VAST'05)*, edited by Mark Mudge, Nick Ryan, and Roberto Scopigno, p. 99-106. Italy: Eurographics Association, 2005.

Geo-informatie in de alfawetenschappen

René van Horik

DANS

rene.van.horik@dans.knaw.nl

Peter Doorn

DANS

peter.doorn@dans.knaw.nl

Leen Breure

Universiteit Utrecht

leen@cs.uu.nl

Tijd in de historische wetenschappen

Sinds omstreeks 2000 gebruiken historici kaarten niet langer alleen als illustratiemateriaal, maar ook in toenemende mate als analyse-instrument om onderzoeksvragen te beantwoorden. Deze ‘spatial turn’ zorgt voor een groeiende aandacht voor ruimtelijke aspecten in onderzoek in de alfa-wetenschappen.¹

Veranderende plaatsaanduidingen en ambigue tijdsaanduidingen kunnen voor problemen zorgen bij het analyseren van historische bronnen met behulp van GIS (Geografische Informatiesystemen). In de historische wetenschappen worden vaak periodeaanduidingen gebruikt die een brede betekenis hebben, zonder een precies begin en einde.

“The categorization of information by time period is a ubiquitous organizational device, especially for historical data. Yet instead of referring to specific years, we often use period terms to suggest calendar dates. Time period terms distinguish Neolithic ruins, Elizabethan drama, and the Napoleonic wars. Indeed, these terms often carry a stronger meaning than calendar dates, because they implicate a subject, time, and place together. For example, the French term ‘le grand siècle’ encapsulates a place (France), time (seventeenth century), and subject (a flowering of arts and culture, and the height of absolute rule). In contrast, the term seventeenth century is markedly less informative.” (Feinberg et al.).²

Er is geen standaardmethode beschikbaar om dergelijke tijdsaanduidingen te relateren aan ruimtelijke aspecten en deze te tonen op een kaart. Er zijn een aantal initiatieven genomen om dit tijd/plaats probleem op te lossen. Het begrip ‘tijd’ wordt ook slecht ondersteund door een gewoon GIS; tijd wordt daarin doorgaans behandeld als een attribuut en niet als een extra coördinaat. Onderzoek naar een temporeel GIS dateert al uit de late jaren '70, maar is goed op gang gekomen in het laatste decennium van de vorige eeuw door het werk van Langran³ en Chrisman⁴ (een goed overzicht is te vinden in de publicatie van Freelan⁵). Er tekenen zich twee richtingen af: enerzijds probeert men tijd te incorporeren in een bestaande GIS, dat eigenlijk slechts voor twee dimensies is ontwikkeld, en anderzijds zijn er voorstellen om tot een nieuwe temporele GIS-architectuur te komen. In het eerste geval werkt men met snapshots (een dataverzameling voor een bepaald tijdstip); legt men alleen de veranderingen in de dataverzameling voor verschillende momenten vast, of gebruikt men de Z-as voor tijd (tijd-kubus-model). In de tweede categorie horen het werk thuis van Langran en de meer recente studie van Christakos et al.⁶

¹ P. Doorn, A spatial turn in History. Using the combined Space/Time component, in: *GIM International*, April 2005, p 40-43. Vol, 19 issue 4, zie: http://www.gim-international.com/issues/articles/id453-A_Spatial_Turn_in_History.html.

² M. Feinberg, R. Mostern, S. Stone, & M. Buckland. *Application of geographical gazetteer standards to named time periods. Technical report, Electronic Cultural Atlas Initiative*, Berkeley, 2003.

³ G. Langran, *Time in Geographic Information Systems*, London, 1992.

⁴ N.R. Chrisman, Beyond the Snapshot: Changing the Approach to Change, Error and Process, in: M.J. Egenhofer & R.G. Golledge (ed.), *Spatial and Temporal Reasoning in Geographic Information Systems*, New York, Oxford, 1998, p. 85-93.

⁵ S. Freelan, Quasi-Temporal GIS & Archival Maps, 2003: <http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc03/p0987.pdf>.

⁶ G. Christakos, P. Bogaert, Patrick, & M.L. Serre, *Temporal GIS: Advanced Functions for Field-Based Applications*. Berlin, 2002.

In het historische veld is er soms sprake van een ad-hocoplossing, zoals in het project van Bagg en Ryan betreffende de historische ontwikkeling in Zuid-Corsica. Zij maakten gebruik van het in het jaren '90 populaire object-relatieve databasemanagementsysteem Illustra, een commerciële versie van Postgres met de zogenaamde DataBlade-technologie, die allerlei extensies mogelijk maakte. Zij implementeerden een fuzzy tijdsysteem, waarin perioden met verschillende granulariteit en onzekerheidsmarges vastgelegd en bevraagd konden worden.⁷

Meer fundamenteel is de aanpak binnen het 'Electronic Cultural Atlas Initiative' (ECAI, zie: <http://www.ecai.org>).⁸ Voor de eenduidige aanduiding van plaatsen worden zogenaamde 'gazetteers' gebruikt. Deze bevatten de lengte- en breedtecoördinaten van plaatsen die geïdentificeerd kunnen worden door verschillende namen. Er bestaan een aantal formaten om de gazetteers te maken. Ook wordt er gewerkt aan technieken om aanduidingen voor perioden (zoals bijvoorbeeld 'De Middeleeuwen') op te nemen in gazetteers waardoor bijvoorbeeld tijdsbalken gemaakt kunnen worden op basis van verschillende tijdsaanduidingen die een overlap kunnen hebben. In het kader van ECAI is daarvoor een *Time Period Directory Standard* opgesteld (zie figuur 1), die namen van perioden koppelt aan tijd en plaats op een zelfde manier als gazetteers geografische namen verbindt met lengte- en breedtecoördinaten. Voor deze standaard is een XML-schema beschikbaar⁹ waarmee tijdsperioden kunnen worden gecodeerd. Het geheel is flexibel en laat ruimte voor de eigen interpretatie van de onderzoeker die de data aanlevert, doordat het expliciteren van de gehanteerde criteria een onderdeel uitmaakt van de standaardspecificatie.

Periodegrenzen zijn meestal vaag. Een soortgelijk probleem doet zich voor bij gebeurtenissen waarvan datering slechts bij benadering mogelijk is: men weet dat iets plaatsvond na een bepaalde datum en vóór een ander tijdstip. In andere gevallen is één begrip in verschillende gebieden met verschillende tijdstippen verbonden, zoals de regeringsperiode van een koning die regeerde over twee landen, zoals Christiaan III over Denemarken (1534 – 1559) en Noorwegen (1537 – 1559).

Doel is uiteindelijk het kunnen zoeken op locatie, tijd, type periode (bijvoorbeeld alle gebeurtenissen verbonden met burgeropstanden in de negentiende eeuw) en op een bepaalde, met naam aangeduide periode.¹⁰

In een historisch GIS kan de ontwikkeling van gebieden door de tijd heen worden gevolgd en de gebruiker kan voor elk moment in de tijd data opvragen. Het begrip 'tijd' kan daarbij conceptueel verschillend functioneren, namelijk als:

1. *Ordinale tijd*. De nadruk ligt op de onderlinge rangschikking van gebeurtenissen.
2. *Intervaltijd*. De lengte van de periode is het belangrijkste.
3. *Cyclische tijd*. Gebeurtenissen herhalen zich, zoals bij het verloop van seizoenen.
4. *Vertakkende tijd*. Een gebeurtenis is afhankelijk van (een) bepaalde andere gebeurtenis(sen).
5. *Multiperspectivische tijd*. Het verloop van gebeurtenissen gezien vanuit verschillende gezichtspunten, bijvoorbeeld de politieke en economische ontwikkelingen in een bepaald land die elk een verschillend tempo en ritme hebben.¹¹

⁷ J. Bagg & N. Ryan, Modelling historical change in southern Corsica: temporal GIS development using an extensible database system, in: Z. Kemp (ed.), *Innovations in GIS 4*, London, 1997, p. 42-55.

⁸ Michael Buckland & Lewis Lancaster, Combining Place, Time, and Topic, in: *D-LIB Magazine*, May 2004. Vol. 10 Nr. 5, zie: <http://www.dlib.org/dlib/may04/buckland/05buckland.html>.

⁹ Zie: <http://ecai.org/imls2004/timeperiods.html>.

¹⁰ V. Petras, R.R. Larson, M. Buckland, Time Period Directories: A Metadata Infrastructure for Placing Events in Temporal and Geographic Context, in: *International Conference on Digital Libraries archive Proceedings of the 6th ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries*, 2006, p. 151-160 (beschikbaar in de digital library van de ACM).

timePeriodEntry	<ul style="list-style-type: none"> – Time Period Directory Instance – Contains components described below
-periodID	Unique identifier
-periodName	<ul style="list-style-type: none"> – Period name, can be repeated for alternative names – Information about language, script, transliteration scheme – Source information and notes (where was the period name mentioned)
-descriptiveNotes	Description of time period
-dates	<ul style="list-style-type: none"> – Calendar and date format – Begin & end date (exact, earliest, latest, most-likely, advocated-by-source, ongoing) – Notes, sources
-periodClassification	<ul style="list-style-type: none"> – Period type, e.g. Period of Conflict, Art movement – Can plug in different classification schemes – Can be repeated for several classifications
-location	<ul style="list-style-type: none"> – Associated places with time period – Contains both place name and entry to a gazetteer providing more specific place information like latitude / longitude coordinates – Can plug in different location indicators (e.g. ADI, gazetteer, Getty Thesaurus of Geographic names)
-relatedPeriod	<ul style="list-style-type: none"> – Related time periods periodID of related periods – Information about relationship type (part-of, successor etc.) – Can plug in different relationship type schemes
-entryMetadata	<ul style="list-style-type: none"> – Notes about creator / creation of instance – Entry date – Modification date

Figuur 1. Belangrijkste elementen uit de Time Period Directory Content Standard (Petras et al.).

Alfa-Geo

Ondanks de groeiende aandacht voor ruimtelijke aspecten in het wetenschappelijk onderzoek is de kennis over geografische toepassingen slechts bij een beperkte groep onderzoekers in de alfawetenschappen aanwezig. Het project Alfa-Geo, uitgevoerd door DANS¹², heeft als doel de drempel tot het gebruik van geo-informatie te verlagen door alfa-onderzoekers op de hoogte te brengen van beschikbare geo-informatie en hen praktische handvatten te bieden voor het gebruik ervan.¹³

De twee belangrijkste activiteiten van het Alfa-Geo-project betreffen inventarisaties naar het gebruik van geodata in de wetenschap en bijeenkomsten zoals studiedagen en symposia.¹⁴ Het eind 2009 verschenen boek *Tijd en Ruimte. Nieuwe toepassingen van GIS in de alfawetenschappen*¹⁵ heeft een nauwe band met het Alfa-Geo-project, omdat bijdragen in het boek deels

¹¹ E. Heere, *GIS voor historisch landschap onderzoek. Opzet en gebruik van een historisch GIS voor pre-kadastrale kaarten*, Utrecht, 2008, p. 34-42. Zie ook: S. Freelan, *Quasi-Temporal GIS & Archival Maps*, 2003: <http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc03/p0987.pdf>.

¹² DANS – Data Archiving & Networked Services, is een initiatief van NWO en KNAW. DANS zorgt voor de opslag en blijvende toegankelijkheid van onderzoeksgegevens in de alfa- en gammawetenschappen (zie: <http://www.dans.knaw.nl>).

¹³ Het project Alfa-Geo is mede gefinancierd door het innovatieprogramma “Ruimte voor Geo-Informatie” (zie: <http://www.rgi.nl>) en is begin 2009 afgerond.

¹⁴ Een aantal resultaten van het Alfa-Geo-project zijn toegankelijk via het RGI kennisportaal dat te vinden is op <http://kennis.rgi.nl>.

¹⁵ O. Boonstra & A. Schuurman (red.), *Tijd en Ruimte. Nieuwe toepassingen van GIS in de alfawetenschappen*, Utrecht 2009.

voortkomen uit presentaties tijdens de Alfa-Geo-bijeenkomsten en uitkomsten bevatten van deelprojecten waarin GIS wordt toegepast.

Naast de inventarisaties en bijeenkomsten zijn er binnen het Alfa-Geo-project een aantal kleine deelprojecten uitgevoerd waarin het gebruik van GIS en geodata binnen de alfawetenschap wordt toegepast. De bespreking van deze deelprojecten valt buiten de inhoud van deze bijdrage.¹⁶

Inventarisaties

Het doel van een inventarisatie is vast te stellen op welke wijze een wetenschapsgebied gebruik maakt van geodata en GIS-applicaties. Hierbij komt ook de behoefte aan bepaalde dataverzamelingen aan bod, alsmede de duurzame opslag en beschikbaarstelling van dataverzamelingen en applicaties die hergebruikt kunnen worden door andere onderzoekers. De uitkomsten van de inventarisaties geven richting aan de ontwikkeling van de data-infrastructuur voor het gebruik van GIS en geodata. Naast een inventarisatie van het gebruik van geodata in de alfawetenschappen is er ook een inventarisatie verschenen van het gebruik van geodata in de sociale geografie. Beide inventarisaties worden kort besproken.

In juni 2008 verscheen een inventarisatie van het gebruik van geodata in de sociale geografie.¹⁷ Onder geodata wordt verstaan: digitale bestanden die in een geografisch informatiesysteem kunnen worden gebruikt en 'tabellen' met data die met behulp van een veld met een ruimtelijke component aan een locatie kunnen worden gekoppeld. De belangrijkste uitkomsten van de inventarisatie betreffen een overzicht van de belangrijkste aanbieders van geodatabestanden en een overzicht van onderzoekers en instellingen actief op het gebied van de sociale geografie. Uit de inventarisatie blijkt dat de onderzoekers gebruik willen maken van een aantal databestanden dat aangelegd en beheerd wordt door overheidsinstellingen en (semi-)commerciële organisaties. Op de wensenlijst staan databestanden als het bevolkingsregister, CBS-data, kadastrale data en bodemgegevens. Voor de onderzoeker is het vaak moeilijk om over deze databestanden te kunnen beschikken omdat er hoge kosten in rekening worden gebracht. Als direct uitvloeisel van de inventarisatie is er een overeenkomst tussen het Kadaster en DANS tot stand gekomen. DANS kan zonder kosten bepaalde kadasterbestanden beschikbaar stellen voor onderzoek en onderwijs aan hogescholen en universiteiten en hiermee tegemoetkomen aan de veel geuite wens van onderzoekers om gratis en gemakkelijk gebruik te kunnen maken van databestanden op geografisch terrein.¹⁸

Eind 2008 verscheen de rapportage van een bredere verkenning uitgevoerd naar het gebruik van geodata in de alfawetenschappen.¹⁹ Het rapport schenkt onder andere aandacht aan de specificatie van de kwaliteit van historische geografische data, data gebaseerd op 'oude kaarten'. Er wordt onderscheid gemaakt tussen drie soorten nauwkeurigheid: chronometrische nauwkeurigheid, topografische nauwkeurigheid en geodetische en planimetrische (samen geometrische) nauwkeurigheid. De chronometrische nauwkeurigheid heeft betrekking op de vraag wanneer

¹⁶ Beschrijvingen van de in het kader van Alfa-Geo uitgevoerde deelprojecten zijn te vinden op <http://kennis.rgi.nl>. Het betreft de volgende initiatieven: (1) Het opstellen van een plan van aanpak om historische kaarten aanwezig bij het Nationaal Archief te annoteren en te georefereren; (2) Het digitaliseren en georefereren van een middeleeuwse, uit Brugge afkomstige, 'wegwijzer' waarin beschrijvingen van handelsroutes, steden en bedevaartplaatsen zijn opgenomen; (3) Het ontwikkelen van een GIS-systeem om nationale en internationale contacten van de laatmiddeleeuwse stad 's-Hertogenbosch zichtbaar te maken op basis van opgegraven bedevaartinsignes. Dit GIS is inmiddels onderdeel van het Kunera-systeem, zie: <http://www.kunera.nl>.

¹⁷ N. van der Vaart, *Quickscan Geodata en Sociale Geografie. Eindrapport van een inventarisatie*, Den Haag 2008. Zie: <http://www.dans.knaw.nl/content/categorieen/publicaties/rapport-inventarisatie-geodata-en-sociale-geografie>.

¹⁸ De Kadasterbestanden zijn te verkrijgen via <http://easy.dans.knaw.nl>.

¹⁹ E. Heere, *Gebruik en mogelijkheden van geografische data in de alfawetenschappen*, Den Haag 2008. Zie: <http://kennis.rgi.nl/?page=persons&sub=details&id=595>.

een kaart vervaardigd is en op de vraag of de kaartvervaardiger gebruik heeft gemaakt van oudere bronnen. De chronometrische nauwkeurigheid kan onder meer bepaald worden door het vergelijken van kaarten van diverse jaren. Topografische elementen kunnen door de cartograaf worden weggelaten of juist extra worden benadrukt. De mate waarin dit gebeurt wordt de topografische nauwkeurigheid genoemd. Ze kan onder meer bepaald worden door diverse contemporaine kaarten met elkaar te vergelijken. De topografische nauwkeurigheid zegt iets over de kwantiteit en kwaliteit van de kaartinhoud. Het geeft een beeld van de (selectie-)keuzes die een cartograaf heeft gemaakt bij de vervaardiging van de kaart. De geometrische nauwkeurigheid kan worden onderverdeeld in geodetische en planimetrische nauwkeurigheid. Bij de geodetische nauwkeurigheid gaat het er om hoe de cartograaf om is gegaan met de vervormingen die op een kaart ontstaan door het gekromde aardoppervlak. De planimetrische nauwkeurigheid heeft betrekking op de mate waarop afstanden tussen en richtingen van objecten overeenkomen met de werkelijkheid.²⁰

Een tweede belangrijk onderdeel van het rapport bestaat uit de uitkomsten van een enquête die in het najaar van 2008 is opgezet om het gebruik van geografische data binnen de alfa- en gammawetenschappen in kaart te brengen. Op basis van de uitkomsten van de enquête kunnen een aantal trends worden onderscheiden.²¹

Gekeken naar de alfa- en sociale wetenschappen blijken vooral historici, economen, sociologen, archeologen en, in mindere mate, taal- en literatuurwetenschappers en bedrijfskundigen gebruik te maken van geografische data. Dat betekent dat binnen de groep alfa- en sociale wetenschappen het gebruik van geografische data niet erg groot is. De meest gebruikte data zijn adres- en postcodebestanden en oude kaarten. Er blijkt wat betreft het soort geodata dat wordt gebruikt, een tweedeling gemaakt te kunnen worden tussen enerzijds historici en archeologen en anderzijds de overige disciplines. Bij de eerste groep ligt het accent op kaartmateriaal (oude kaarten en kaarten die van belang zijn bij archeologisch onderzoek), bij de tweede groep ligt het accent op postcode- en adresbestanden. De belangrijkste leveranciers van geografische data zijn bibliotheken en archieven, het Kadaster, het RACM, Rijkswaterstaat en Alterra. Over het algemeen wordt er door de onderzoeker minder dan €1000,- betaald voor een dataset.

Het gebruik van geografische informatiesystemen blijft achter bij het gebruik van geografische data. Slechts een derde van de respondenten die geodata gebruiken, verwerken deze met behulp van een GIS. De overigen geven aan andere soorten software te gebruiken. Er is wel een behoorlijke behoefte aan het gebruiken van GIS. Obstakels zijn de onbekendheid met de software en de kosten ervan. Eén van de mogelijkheden om het gebruik van geografische data te bevorderen is het verbeteren van de verkrijgbaarheid van geografische data. Dat zou onder meer kunnen door het oprichten van een 'geoloket'. De vraag aan de respondenten was welke data dat loket zou moeten kunnen leveren. Veel respondenten vinden dat alles, maar zeker zo veel mogelijk, via een dergelijk loket leverbaar moet zijn. Als er dan toch keuzes gemaakt moeten worden voor bepaalde datasets gaat de voorkeur uit naar adres- en postcodebestanden, fysisch-geografische kaarten, kaarten van gemeentegrenzen en wijk- en buurtgrenzen en oude kaarten. Dit zijn tevens de datasets die gebruikt zouden worden door mensen die nu geen gebruik maken van geodata, maar dat wel zouden willen. De mogelijke leveranciers van deze datasets zijn archieven en bibliotheken, het Kadaster en het RACM. Een geodataloket zou met de levering van die bestanden de twee grootste problemen van gebruikers van geodata kunnen oplossen: de beschikbaarheid van de data kan worden vergroot en de kosten zouden omlaag kunnen. Het geoloket zou ook een belangrijke rol kunnen spelen bij de bevordering van het gebruik van geografische informatiesystemen. Een groot deel van de gebruikers van geodata geeft aan geen GIS te gebruiken. Van die groep zou bijna de helft dat willen, maar ziet obstakels in de vorm van onbekendheid met de

²⁰ De beschrijving van de kwaliteit is afkomstig uit het rapport *Gebruik en mogelijkheden van geografische data in de alfavetenschappen*, van E. Heere Den Haag 2008. Zie: <http://kennis.rgi.nl/?page=persons&sub=details&id=595>. Zie pagina 7.

²¹ Zie E. Heere, *Gebruik en mogelijkheden van geografische data in de alfavetenschappen*. Pagina 40.

systemen en de kosten van de software. Het geoloket zou hierin een rol als GIS-expertise-centrum moeten vervullen.

Studiedagen en symposia

Tijdens het Alfa-Geo-project is een aantal bijeenkomsten georganiseerd die een bijdrage levert aan het stimuleren van het gebruik van GIS en geodata in de alfawetenschappen. Naast een studiedag waarop wetenschappers voorbeelden toonden van het toepassen van GIS en geodata, heeft er een studiedag plaats gevonden waarop de vraag en het aanbod van geodatasets centraal stond. Ook is er een expertmeeting georganiseerd waarop ervaringen van wetenschappers met gebruik van geodata werden uitgewisseld. Elke bijeenkomst wordt kort behandeld.

De studiedag 'Geschiedenis en Geografische Informatiesystemen' bestond uit een aantal bijdragen waarin onderzoekers vertellen hoe en waarom ze geschiedenis en GIS combineren.²² De meeste presentaties vormen de basis van een bijdrage aan het boek *Tijd en Ruimte* (zie noot 16). Tijdens de studiedag formuleerde Onno Boonstra doeleinden waarvoor GIS kan worden ingezet. Deze doeleinden zijn²³:

- de *visualisatie* van onderzoeksresultaten;
- het *exploreren* van de onderzoeksgegevens;
- dienen als instrument voor ruimtelijke *analyse*;
- de *reconstructie* van data of geografische objecten;
- de methode om *toegang* te verschaffen tot onderzoeksgegevens;
- instrument om ruimtelijk alfaonderzoek te *faciliteren*;
- dienen als object van methodologisch onderzoek naar oplossingen voor problemen die kenmerkend zijn voor GIS-gebruik in de alfawetenschappen.

Doel van de expertmeeting was om up-to-date gebruik van geodata en GIS door onderzoekers te bespreken. Circa twintig onderzoekers afkomstig uit de geschiedwetenschap, archeologie, naam- en taalkunde en informatica namen deel aan de expertmeeting.²⁴ De behoefte aan geodata werd nader geëxpliciteerd en er was aandacht voor de belangrijkste internationale standaarden op het gebied van geodata, die bijdragen aan het hergebruik van databestanden.

'Geodata op de kaart gezet'²⁵ is de titel van een studiemiddag waarop de resultaten van de inventarisatie, zoals eerder in deze bijdrage beschreven, werden gepresenteerd. Tijdens de studiemiddag was er aandacht voor het aanbod van en de vraag naar geodata, vooral voor onderzoekdoeleinden. In een afsluitende forumdiscussie kwam de vraag aan de orde hoe de toegang van geodata voor de wetenschap verder kan worden verbeterd. Dit gebeurt aan de hand van een inventarisatie van geodata, die voor deze bijeenkomst werd samengesteld. De studiedag was de aanleiding om tot een overeenkomst te komen met het Kadaster met als doel Kadasterdata voor onderzoek en onderwijs gemakkelijk toegankelijk te maken. De activiteiten ontplooit binnen het Alfa-Geo-project hebben het gebruik van GIS en geodata binnen de alfawetenschappen in kaart gebracht en gestimuleerd.

²² Informatie over de studiedag kan worden gevonden op: <http://www.dans.knaw.nl/content/categorieen/symposia/symposia-archief/studiedag-geschiedenis-en-geografische-informatie-syst>.

²³ Zie Boonstra en Schuurman (red). *Tijd en Ruimte*, p. 20-37.

²⁴ Een verslag van de expertmeeting is opgenomen in E. Heere, *Gebruik en mogelijkheden van geografische data in de alfawetenschappen* p. 19-24.

²⁵ Voor meer informatie over de studiedag, zie: <http://www.dans.knaw.nl/content/categorieen/symposia/symposia-archief/studiemiddag-geodata-op-de-kaart-gezet>.

Bijlage

Tijd: basisingrediënt van meteorologische en klimatologische gegevens

Raymond Sluiter John van de Vegte
KNMI KNMI



Koninklijk Nederlands
Meteorologisch Instituut
Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Tijd:

**basingrediënt van
meteorologische en
klimatologische gegevens**

Raymond Sluiter
John van de Vegte

Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI)
R&D Information and Observation Technology



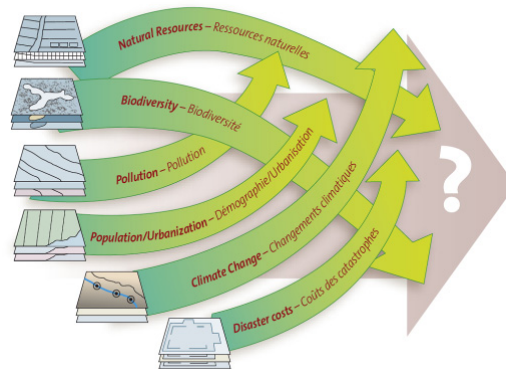
Outline

- Introductie
- Voorbeelden van de tijdsdimensie in klimatologie & meteorologie.
- Implementatie van "tijd" in het ADAGUC project (Atmospheric Data Access for the Geospatial User Community)
- Discussie & Conclusie



Introductie

De link tussen de "geo-" en de "meteowereld":



Source: BRGM/OGC



Introductie

Tijdschalen KNMI data

- Paleoklimaat, $10^2 - 10^{3+}$ jaar (reconstructies)
- Klimaat, +/-1850 – gisteren (observaties)
- Weer, vandaag (real time observaties)
- Weer, morgen – 3 maanden vooruit (verwachtingen, weermodellen)
- Klimaat > 2010 ~ 2200 (modellen & scenarios)



Introductie

Continue observaties



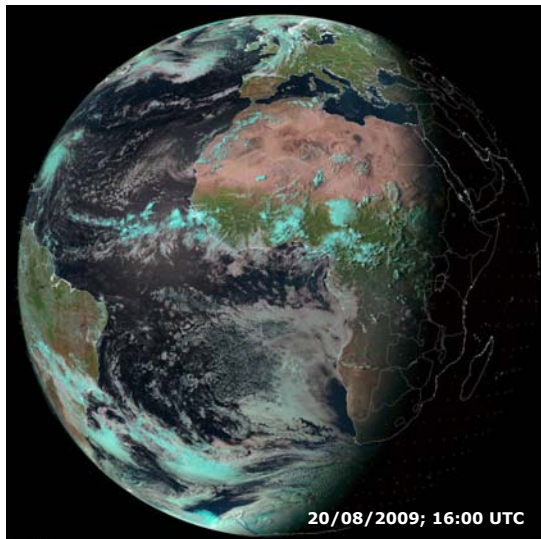
Source: "GMES Dutch Point of view"
Artist: Jurjen Bertens Utrecht



Voorbeelden

Meteosat (MSG):

- 12 spectrale banden
- iedere 15 minuten een nieuw beeld

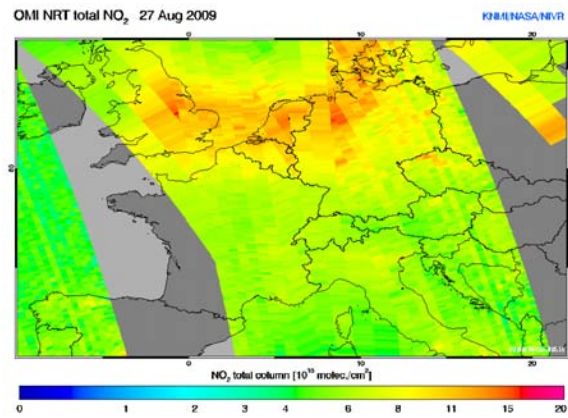




Voorbeelden

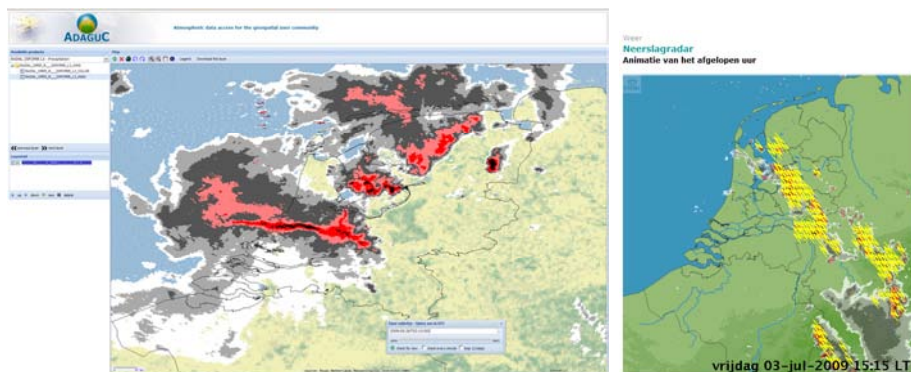
OMI:

- atmosfeersamenstelling (bijvoorbeeld NO₂)
- 2 keer per dag een beeld
- Combinatie van tijdstippen



Voorbeelden

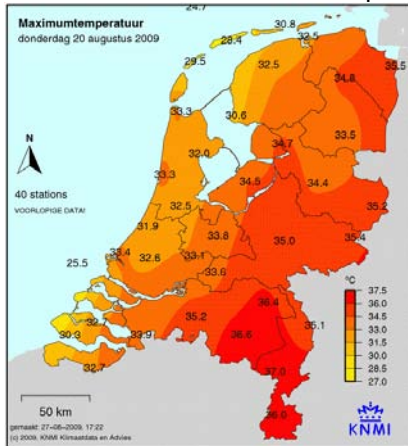
Radar, iedere 5 minuten een beeld





Voorbeelden

Klimaat, de maximum temperatuur van 2009...



20/08/2009



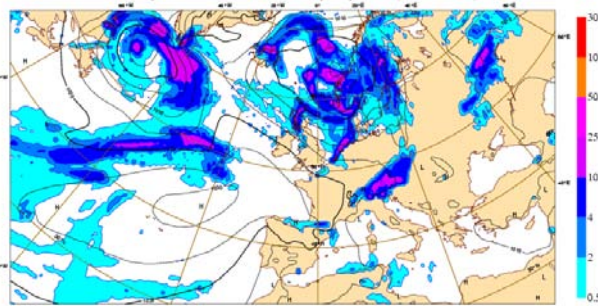
Voorbeelden

Weermodellen,
neerslag:

Rainfall and MSLP

Step (-> valid time) Forecast base time
[24 (Sat 29 Aug 2009 00UTC)] [Fri 28 Aug 2009 00UTC]

Friday 28 August 2009 00UTC ©ECMWF Forecast t+024 VT: Saturday 29 August 2009 00UTC
Surface: Mean sea level pressure / 12hr Accumulated precipitation (VT-6h/VT+6h)





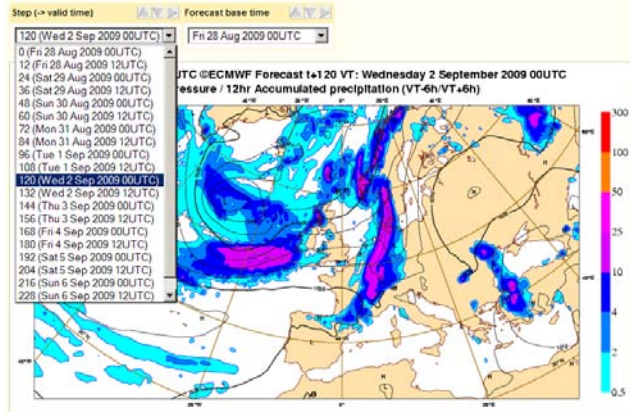
Voorbeelden

Valid time

en

Forecast base time

Rainfall and MSLP



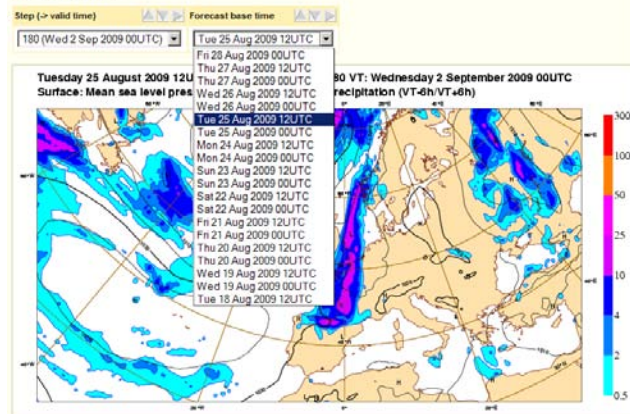
Voorbeelden

Valid time

en

Forecast base time

Rainfall and MSLP



> Verschillende realisaties op hetzelfde tijdstip

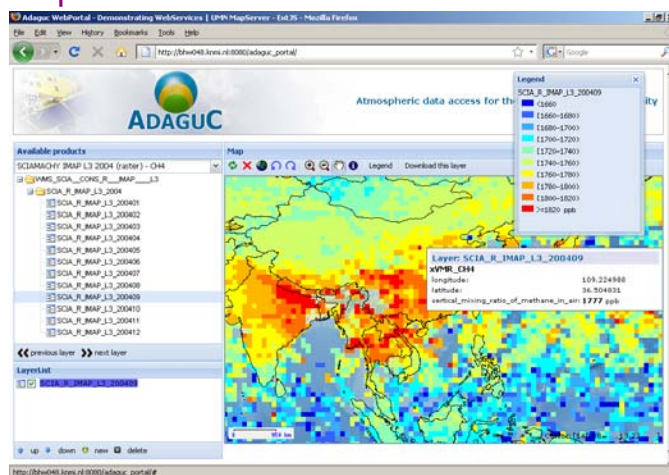


Implementatie - ADAGUC

- “Atmospheric Data Access for the Geospatial User Community” (ADAGUC), <http://adaguc.knmi.nl>, 2006-2008.
- “Bridging the geospatial and atmospheric community”
- Atmosferische datasets in GIS systemen.
- Metadata: ISO-19115, INSPIRE, NL metadata standaard, Climate and Forecast (CF) metadata conventie, OGC > WMS, WFS, WCS.
- Web services:
 - Web Mapping Service (WMS) voor visualisatie.
 - Web Feature Service (WFS) voor vector data.
 - Web Coverage Service (WCS) voor raster data.
- Opslag in netCDF formaat
- GDAL driver ontwikkeld voor conversie naar “GIS-formaten”
- “INSPIRE compliant” (services, metadata)



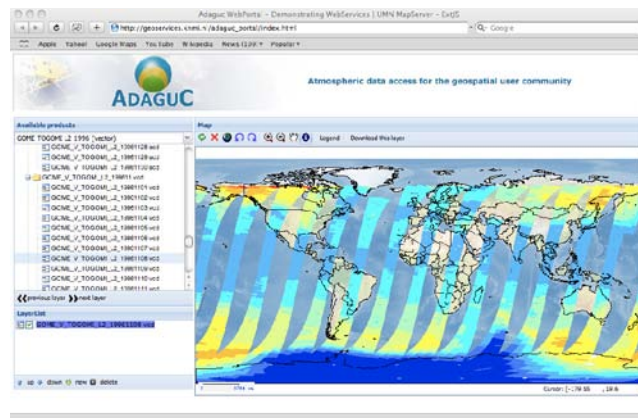
Implementatie - ADAGUC





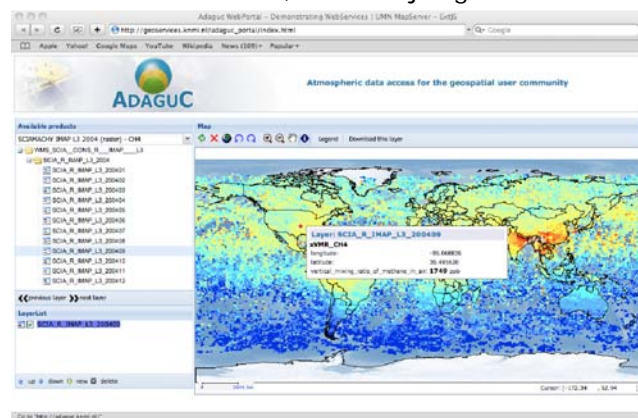
Implementatie - ADAGUC

GOME: ozon



Implementatie - ADAGUC

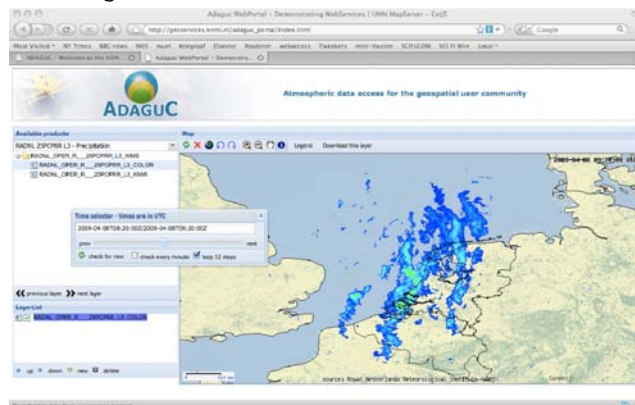
SCIAMACHY: methaan, maandelijks gemiddelde





Implementatie - ADAGUC

Neerslagradar



Discussie / Conclusie

ADAGUC:

Veel data kan nu gemakkelijk beschikbaar worden gesteld aan externe (geo) gebruikers m.b.v. OGC web services

Maar....

- Alléén 2D data
- Tijd: real time & archief, géén forecast time, forecast base time etc.
- Support "TIME request" alleen door WMS en WCS (voor WFS niet OGC-compliant oplossing).
- Support van "tijd" nog beperkt in applicaties: bij gebruik WCS in ArcGIS 9.3 is alléén het meest recente beeld oproepbaar...



Discussie / Conclusie

"Tijd" verdient aandacht om "meteo" en "geo" goed met elkaar te kunnen verbinden...

- ADAGUC technologie wordt verder ontwikkeld
- KNMI is actief in de discussies rond INSPIRE
 - > LMO
 - > Voorzitter INSPIMET Working Group
 - > Participatie in Thematic Working Group Meteo (in oprichting)
- KNMI is actief in de "OGC Meteorology Domain Working Group"
- KNMI is actief betrokken bij INSPIRE in Nederland via Geonovum

Bijlage

Archeologie en GIS; geodata in verleden en toekomst

Milco Wansleeben
Universiteit Leiden / DANS
milco.wansleeben@dans.knaw.nl

Archeologie en GIS

geodata in verleden en toekomst

Milco Wansleeben

Faculteit der Archeologie, Universiteit Leiden
DANS (e-depot Nederlandse archeologie)



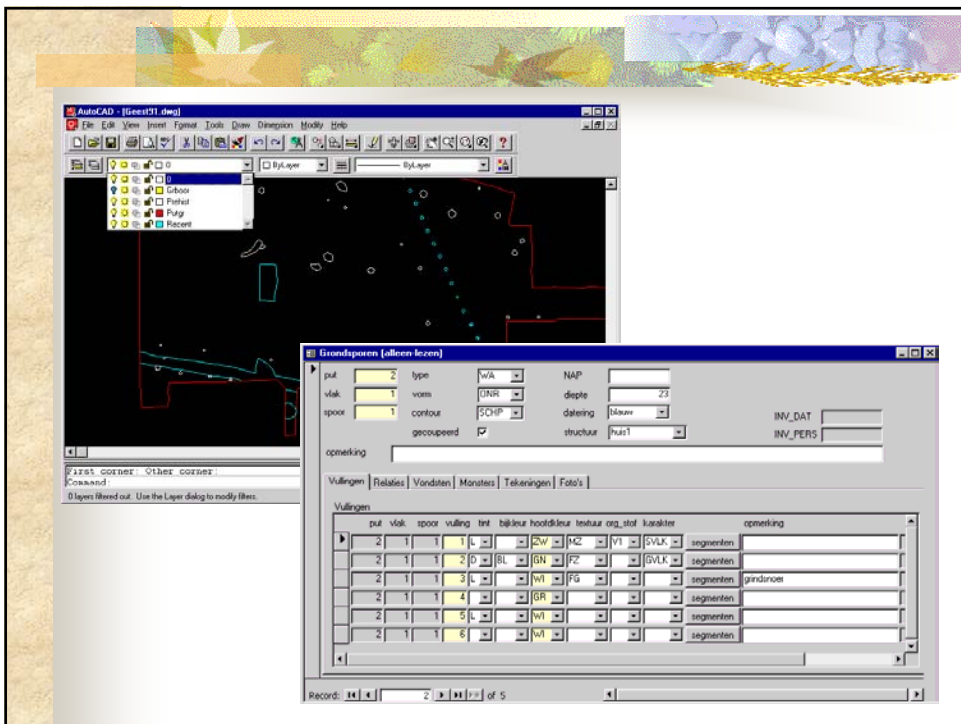
Betuweroute: Hardinxveld (1998)

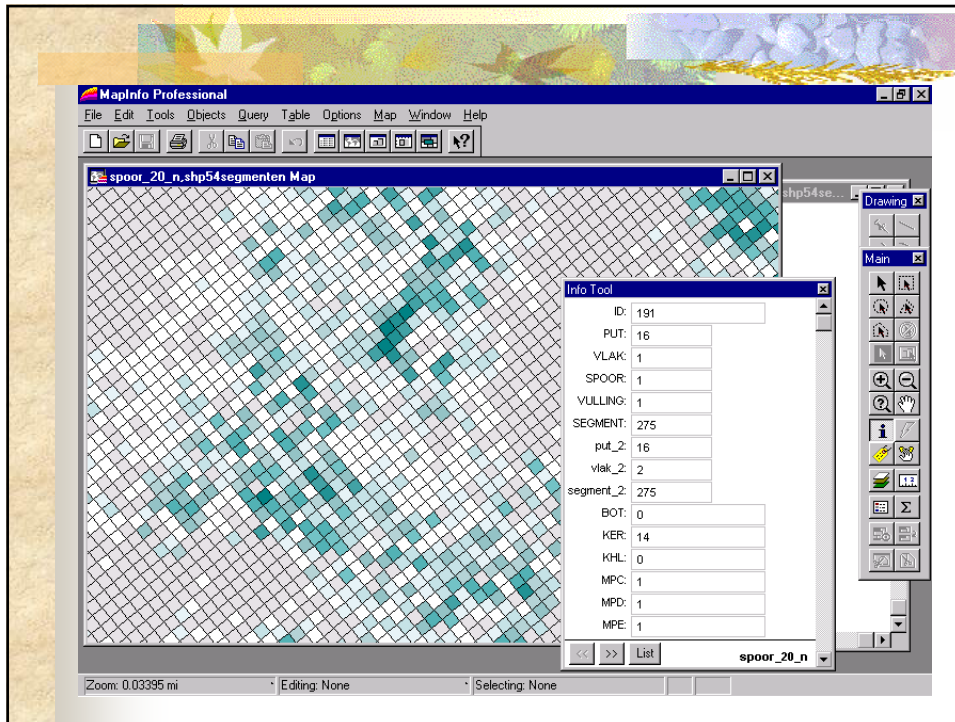
Vondsten in hun context



in ruimte
en tijd





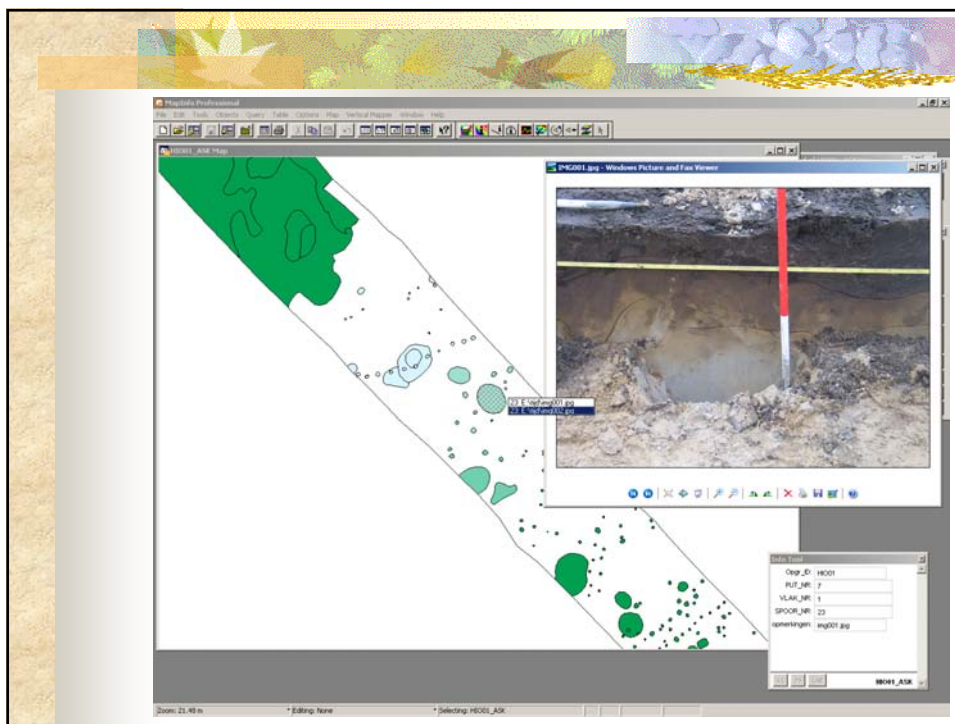
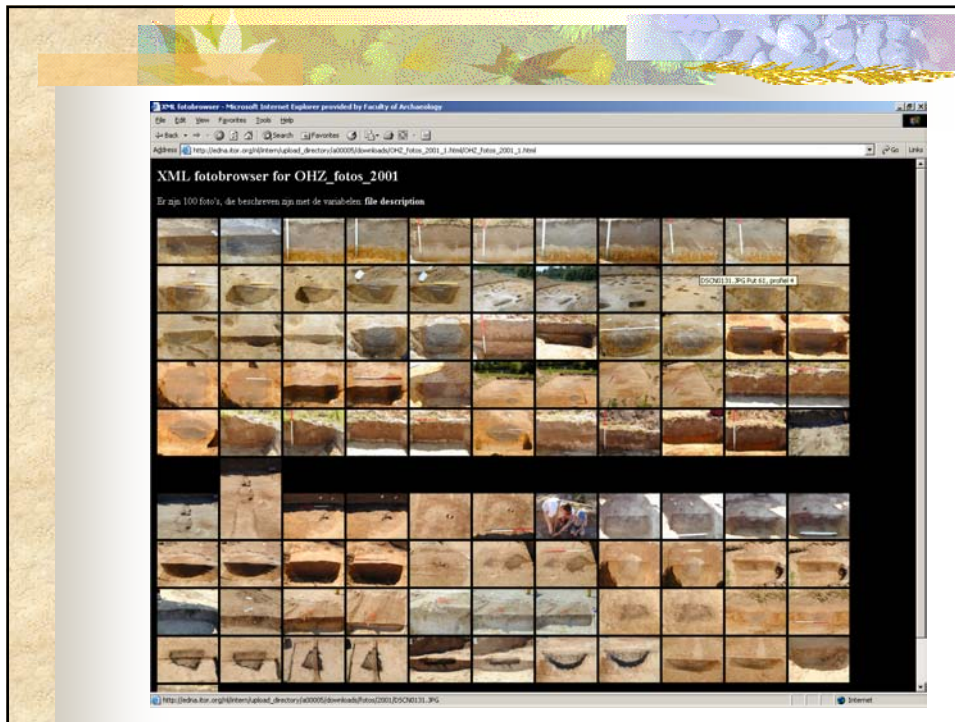


Fasering

The diagram shows a cross-section of a site with different layers and phases. The layers are labeled 'Romeins' and 'IJzertijd'. The phases are labeled 'Laat', 'Midden', and 'Vroeg'. The 'Vroeg' phase of the 'IJzertijd' is further divided into 'A, fase 1' and 'A, fase 2'. A red line labeled 'B' points to a specific feature within the 'Vroeg' phase of the 'IJzertijd'.

Romeins	Laat	
	Midden	
	Vroeg	
IJzertijd	Laat	
	Midden	
	Vroeg	B A, fase 2 A, fase 1

- artefacttypologie
- oversnijdingen
- absolute dateringen (C¹⁴, dendro)



Eénmalig waarnemingsproces



Documentatie in één keer goed

Bewaren voor de eeuwigheid



this message will self destruct in..5..4..3..2..1..

Home DANS EADY Data Archive Archaeology Login

EDNA Longterm preservation of digital archaeological information

Make your data safe and reliable, so others can build on your knowledge.

e-depot Nederlandse archeologie (EDNA)

Introductie

In het elektronisch depot voor de Nederlandse archeologie (EDNA) zijn de digitale bestanden opgeslagen met onderzoeksgegevens van Nederlandse archeologen. Het zijn bestanden met primaire archeologische gegevens van opgravingen, regionale verkenningen en materiaalstudies. Het gaat daarbij met name om reeds afgeronde en publiceerde onderzoeksresultaten, waarvan de auteur(s) hun basisgegevens toegankelijk hebben gemaakt voor andere wetenschappers.

Deze digitale documentatie van onderzoeksprojecten bestaat veelal uit groepen van bestanden, voor verschillende doeleinden aangeemaakt, en in verschillende toepassingsprogrammatuur. De datasets in het elektronisch depot zijn per onderzoeksproject en per groep van databestanden toegankelijk gemaakt. Beschrijvende informatie over het project, de dataset en de individuele bestanden zijn in één of meerdere metadata-documenten vastgelegd. Op basis van de beschrijvende metadata zou een andere onderzoeker in staat moeten zijn de gegevens te begrijpen en hergebruiken.

Een gezamenlijk initiatief van DANS en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

Data Archiving and Networked Services

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap

Hergebruik en toegankelijkheid

De digitale bestanden in het elektronisch depot zijn door onderzoekers, wetenschappers of archeologische instellingen beschikbaar gesteld. De archeologische gegevens mogen voor wetenschappelijk onderzoek worden (her)gebruikt, mits voorzien van een eenduidige bronvermelding. Eventuele auteursrechten berusten altijd bij de oorspronkelijke

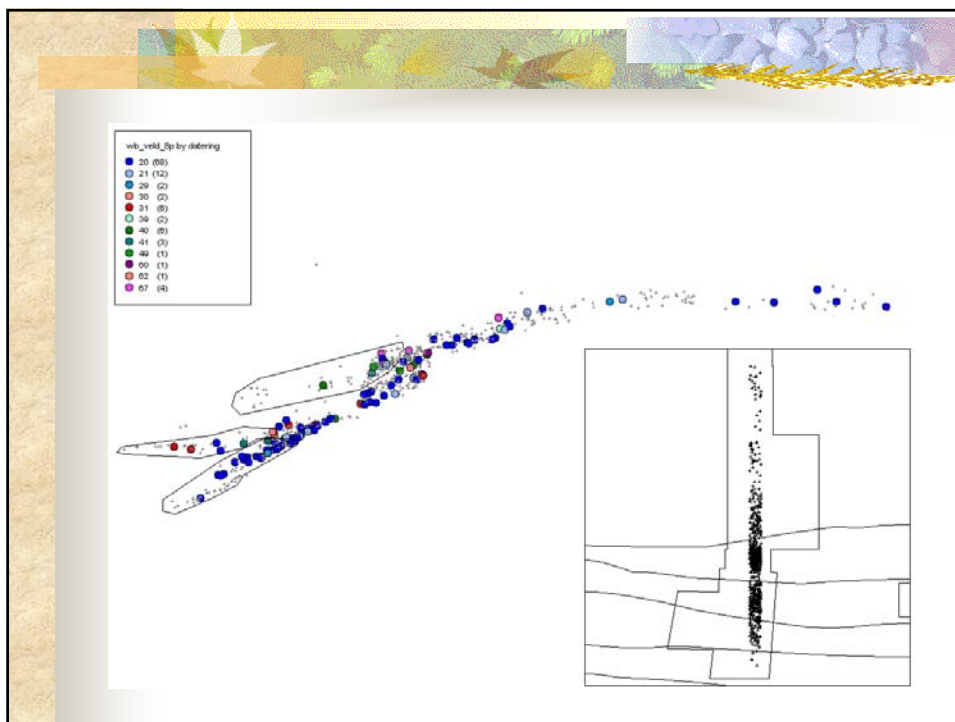
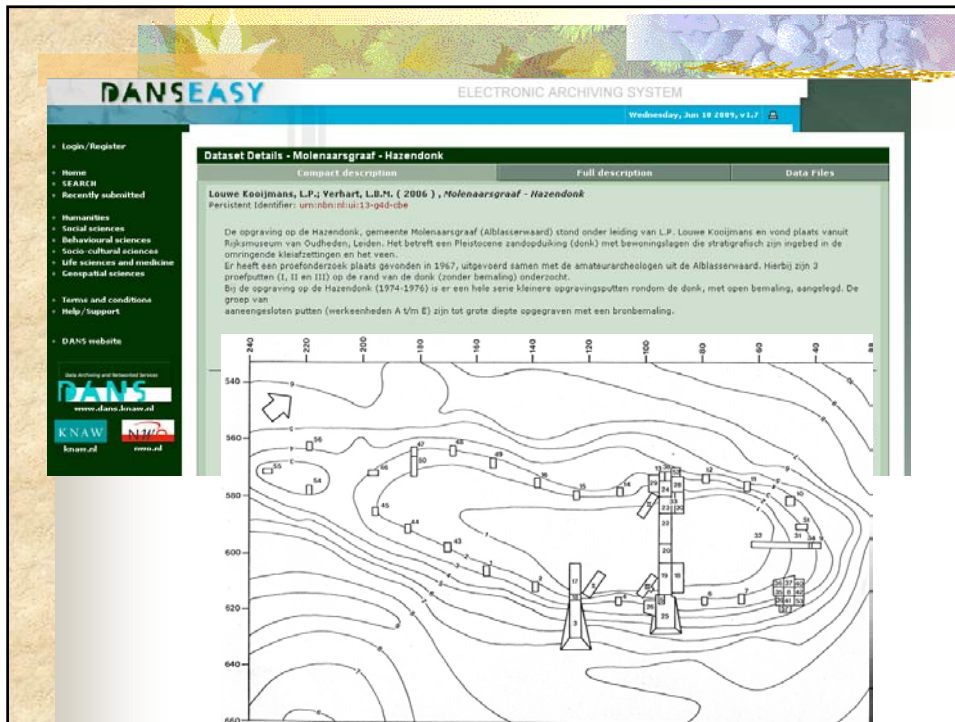
External links

- DANS
- Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- ADS (Engeland)
- e-DAVID (België)
- tdAR (VS)

Latest datasets

- Waternings Veld, deelgebied II
- Hebaar-Stonakker (gemeente Breda)
- Stonakker, Westerpark en de Westtangent
- Driel-Oost 'de Schuitgraaf'
- Plandebied Basierbosch, gemeente Margraten
- Plandebied Hwaendick (onderzoekgebied 1), gemeente Haaldwijk

more



vondstnr,put,vlak,spoor,vulling,segment,verzamel,categorie,veldvolume,opmerking
 1,10,1,4011,1,191,"AANV","MIX",,"Komt uit hetzelfde segment (191) als vondstnr 227."
 2,10,1,4011,1,196,"AANV","MIX",,"Komt uit hetzelfde segment (196) als vondstnr 226."
 3,10,2,2020,1,245,"PUNT","MIX",,
 4,10,2,2020,1,249,"SCHA","MIX",,
 5,10,2,2020,1,272,"SCHA","MIX",,
 6,10,2,2020,1,293,"SCHA","MIX",,
 8,10,2,2020,1,326,"SCHA","MIX",,
 9,10,2,2020,1,338,"SCHA","MIX",,
 12,10,2,2020,1,267,"SCHA","MIX",,
 13,10,2,2020,1,279,"SCHA","MIX",,
 14,10,2,2020,1,284,"PUNT","MIX",,

Duurzame archivering

- Databases: csv
- CAD: dxf
- GIS: mif / mid

Leesbare tekstuele uitwisselingformaten

- GML

Jump-off

Persistent Identifier:

urn:nbn:nl:ui:13-5a3-42e

The screenshot shows a web page with three tabs: 'Compact description', 'Full description', and 'Data Files'. The 'Full description' tab is active, displaying the title 'Koning, J. de ; Gerrets, D. ; Bos, J. ; Beex, W. (2005) , Opraving van Wijnaldum'. Below the title, there is a paragraph of text, a logo for 'GIA' (Geografische Informatie en Archeologie) and 'RuG' (Radboud University of Groningen), and a map of the Wijnaldum area. A list of bullet points is visible at the bottom of the text block.

Project metadata

	Compact description	Full description	Data Files
Archis Onderzoeks-meldingsnr.	234; 237; 238; 240		
Title	Opraving van Wijnaldum		
Creator	Koning, J. de Gerrets, D. Bos, J. Beex, W.		
Date created	2005		
(Copy)right holder	GIA/UvA		
Publisher	GIA/UvA		
Description (abstract)	Het project, een samenwerking tussen het GIA en de UvA, behelst de opraving van de terp Wijnaldum		
Subject (ABR Complex)	Nederzetting - Terp/wierde		
Subject	terpengebied; terp; opraving		
Temporal (ABR Periode)	Izertijd: 800 - 12 vC Middleeuwen: 450 - 1500 nC Romeinse tijd: 12 vC - 450 nC		
Spatial point	RD (in m.) X: 160980 Y: 578870		
Spatial	Wijnaldum; Friesland		
Identifier	33690 (Archis_waarneming) a00098 (eDNA-project)		
Relation	Frisia-project opravingen: steilkant_Birdaard, opraving_Heijns, opraving_Donjsum, archeozoologie_Wijnaldum_du's, foto's, veldboekjes		

qualified Dublin Core

File metadata

vondstdet92.csv

file_type: binaire bestanden
 data_format: platte tabellen
 software: Dbase III
 hardware: PC
 archival_format: csv files
 file_size: 542 kb
 data_collector: Gerrets, D.
 collection_date: 1991-1994
 data_missing: er zijn nog diverse files van een onbekend formaat (NDX, PRG, security catalog) die mogelijk ook databasegegevens bevatten, deze zijn niet opgenomen in de archivering wegens tijdgebrek
 case_quantity: 14115 rijen
 var_quantity: 5 kolommen
 othmat_label: Wijn_fotos_aardewerk staan afgebeeld en beschreven. Een nadere uitleg van de aardewerkstudies is te vinden in de file AWSTORY
 othmat_codebook: codes tabellen VONDE91-93.txt

Codeboek

Hanzelijn Oude-Land

Klein gedeelte uit het codeboek van de opgravingsdatabase: HI001_database_structuur.pdf

De tabel put vormt de eerste tabel van een aantal samenhangende tabellen, waarin de (vondst)context wordt beschreven. Bij de invoer van onderliggende tabellen vindt telkens een controle op de integriteit plaats. Zo worden bijvoorbeeld de tabellen put en vlak gebruikt om te voorkomen dat (grond)sporen met een (nog) niet gedocumenteerd/bestaand vlak kunnen worden ingevoerd.

Put

Deze tabel vormt samen met de tabel vlak de (basis)administratie van de aangelegde putten en vlakken.

Key	Fieldname	Type	Length	Required	Description
yes	put	Numeric	Integer	yes	putnummer
	opmerking	Character	80		
	INV_DAT	Date	8		invoer datum en tijd
	INV_PERS	Character	20		invoer persoon

De grijze velden zijn optioneel.

Primaire sleutel: put

Relaties: 1-op-meer relatie met de tabel vlak

Referentietabellen: geen

Alternatieven: geen

Vlak

In deze tabel wordt bijgehouden welke vlakken er per put zijn aangelegd. Er zijn altijd één of meer vlakken per put. De begindatum van het eerste vlak en de einddatum van het laatste vlak beschrijven wanneer de gehele put is opgegraven.

Profielen worden hier beschouwd als verticale vlakken en krijgen "gewoon" een vlaknummer. Bij het type wordt aangegeven of het om een vlak of profiel gaat.

Key	Fieldname	Type	Length	Required	Description
yes	put	Numeric	Integer	yes	putnummer
yes	vlak	Numeric	Integer	yes	vlak- of profielnummer
	type	Character	4		vlak of profiel (=verticaal vlak) (ref_vlak)
	begin	Date	8	yes	startdatum opgraven van dit vlak/profiel
	einde	Date	8	yes	einddatum opgraven van dit vlak/profiel
	opmerking	Character	80		
	INV_DAT	Date	8		invoer datum en tijd
	INV_PERS	Character	20		invoer persoon

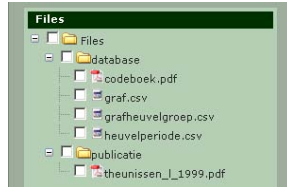
Doorzoekbaar op ruimte ...



en tijd



Kleine datasets

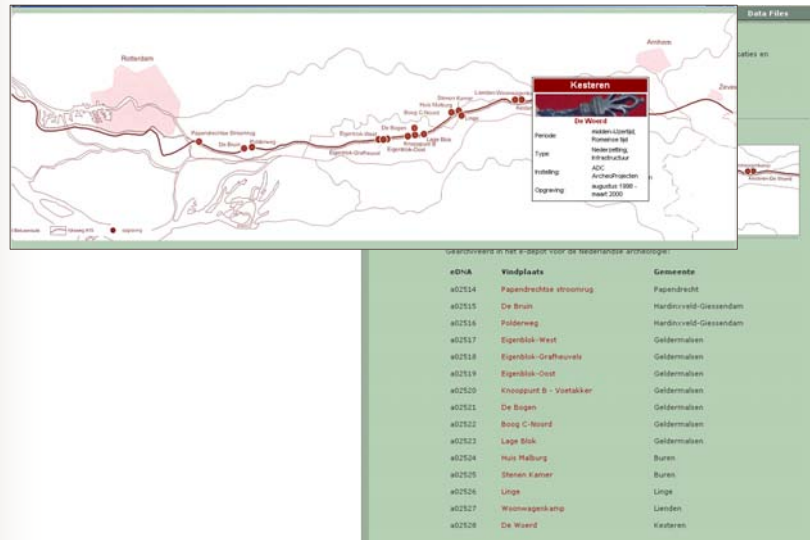


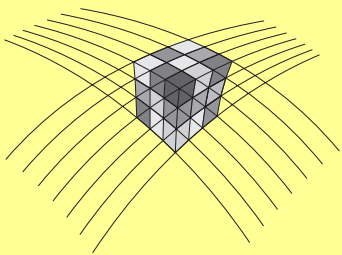
Compact description	Full description	Data Files
<p>Theunissen, Liesbeth (1996), Inventarisatie grafheuvels in het zuiden van de Lage Landen</p> <p>In het kader van een promotieonderzoek is - op grond van een literatuurstudie - een inventarisatie van grafheuvels in het zuiden van de Lage Landen gemaakt. De gegevens zijn op drie niveaus geordend, op het niveau van grafheuvelgroep, de heuvelperiode en het graf.</p>	<p>Publicatie</p> <p>Midden-bronstijdsamenlevingen in het zuiden van de Lage Landen</p> <p>Een evaluatie van het begrip 'Hilversum-cultuur'</p> <p>Samenlevingen uit de midden-bronstijd (1800 tot 1050 v. Chr.) in Zuid-Nederland en Vlaanderen hebben tal van overblijfselen achtergelaten. Een deel daarvan, het archeologisch zichtbare, vormt de basis voor een reconstructie van deze lokale gemeenschappen. In de jaren vijftig zijn de restanten Hilversum-cultuur genoemd en geïnterpreteerd als de ruiterstap van een Zuid-Engels volk. Dit bijt een bijt om op grond van een aangevuld gegevensbestand een nieuw beeld van de midden-bronstijdsamenlevingen te schetsen en de inhoud van het concept Hilversum-cultuur te evalueren. Het onderzoek is opgedeld in twee deelvolumes, te weten een analyse van het grafbeeld en een studie van de nederzettingen, waarna de conclusies uit deze onderzoeken zijn geïntegreerd en aangevuld met de gegevens over het aardwerk en de bronzen.</p>	

Datasets

Files	Compact description	Full description	Data Files
<p>Files</p> <ul style="list-style-type: none"> download rapporten 	<p>Pafk, H.; Kloosterman, B.P.J.; Niemeijer, R.A.J. (2004-10), Alphen aan de Rijn - Albanië 2007-2002</p> <p>Naar aanleiding van de herstructurering van het centrum van Alphen aan den Rijn rond in de jaren 2001 en 2002 archeologisch onderzoek plaats op de plek waar tussen 40-275 na Chr het centrum Albanië(s) heeft gelegen.</p>		

Grote datasets





KONINKLIJKE NEDERLANDSE
AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN