

Op naar een 3D-Kadaster? ¹⁾

De toenemende druk op de ruimte in Nederland leidt tot een groeiende interesse voor multifunctioneel ruimtegebruik, dat wil zeggen verschillende typen landgebruik boven elkaar. Het huidige kadastrale systeem is gebaseerd op het concept van 2D-percelen. Volgens het Burgerlijk Wetboek omvat het recht van eigendom van de grond onder andere de bovengrond en de zich daaronder bevindende aardlagen. Het gebruik van de ruimte boven en onder de oppervlakte is wel aan anderen toegestaan indien dit zo hoog boven of diep onder de oppervlakte plaatsvindt, dat de eigenaar geen belang heeft zich daartegen te verzetten (Burgerlijk Wetboek, 1995). De vraag is nu of en hoe complexe 3D-situaties bij het Kadaster kunnen worden geregistreerd. Dit artikel is geschreven in het kader van een promotieonderzoek dat in samenwerking met het Kadaster op de afdeling Geodesie van de TU Delft wordt uitgevoerd.

Nationale Nederlanden in fig. 1; zoals te zien is op de bijbehorende kadastrale kaart zijn er drie percelen nodig om het recht van eigendom van het gebouw te registreren. De rechten op de betreffende percelen zijn als volgt: de gemeente heeft het 'blote' eigendom op perceel 1719 en 1720, Nationale Nederlanden bezit het volle eigendom op perceel 1718, het recht van opstal op perceel 1719 en het recht van erfpacht op perceel 1720. Ook konden deze fysische 3D-objecten tot voor kort niet worden aangeduid op de kadastrale kaart (fig. 2).

Dergelijke complexe 3D-situaties komen steeds vaker voor, niet alleen in Nederland maar ook in andere landen. Daarom is zowel de praktijk als de wetenschap op zoek naar oplossingen. Deze onderzoeken omvatten de definitie en representatie van juridische objecten en wereldobjecten in 3D, de re-



Voorbeelden van 3D-situaties zijn:

- constructies boven en onder elkaar (fig. 1);
- infrastructuur boven en onder de grond (bijvoorbeeld de HSL-boortunnel door het Groene Hart);
- het groeiende aantal kabels en leidingen in de ondergrond, evenals het groeiende aantal eigenaren van deze kabels en leidingen ten gevolge van privatiseringsprocessen;
- appartementen.

Deze fysische 3D-objecten (wereldobjecten) corresponderen over het algemeen niet met juridische objecten en ze zijn niet als 3D-kadastrale objecten bij het Kadaster geregistreerd. Zo kun je bijvoorbeeld niet direct bij het Kadaster opvragen wie de eigenaar is van de HSL-tunnel of van het gebouw van

¹⁾ Dit artikel is gebaseerd op de paper 'Towards a 3D-Cadastre', dat gepresenteerd zal worden tijdens het FIG-congres van 19 t/m 26 april 2002 in Washington.

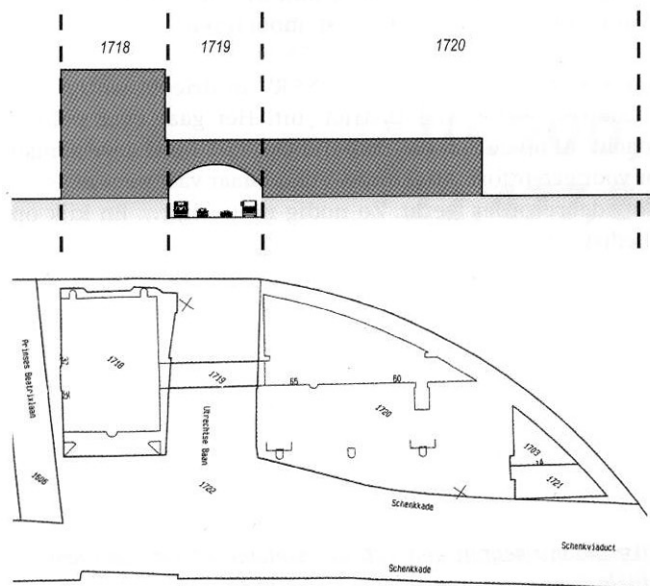


Fig. 1.
Het Nationale Nederlanden-gebouw in Den Haag, een voorbeeld van het bouwen boven eigendom van derden.

gistratie van deze objecten bij kadasters en de vereiste modellering van deze objecten. Juridisch gezien voldoet het huidige Kadaster nog steeds voor wat betreft het registreren van eigendom van 3D-wereldobjecten op basis van de verdeling van heel Nederland in 2D-percelen. Het is echter een aantal keren geconfronteerd met de beperkingen van de huidige registratie. Bovendien wil het Kadaster ook in de toekomst een beheersbaar, uniform en efficiënt registratiesysteem waarborgen. Daarom is het op zoek naar betere manieren om 3D-situaties te registreren. Het doel van het promotieonderzoek, dat wordt uitgevoerd bij de afdeling Geodesie in samenwerking met het Kadaster, is om een prototype van een kadastraal registratiesysteem te bouwen, dat de relevante 3D-informatie kan meenemen bij de registratie.

In november 2001 is een workshop in Delft georganiseerd, die ondersteund werd door de FIG [1]. Een kort verslag van deze workshop is te vinden in [2]. In dit artikel beschrijven we de benadering die in ons onderzoek is gekozen voor de registratie van 3D-situaties. We beginnen met het geven van een korte beschrijving van drie mogelijke oplossingen om 3D-wereldobjecten en 3D-situaties te registreren. Daarna zullen we deze oplossingen bekijken vanuit zowel kadastraal oogpunt als technisch oogpunt. Tenslotte zullen we onze resultaten vergelijken met de bevindingen van andere landen, zoals bleek tijdens de workshop in Delft.

Mogelijke oplossingen

Uitgaand van de bestaande registratie zijn er drie mogelijke oplossingen om 3D-situaties te registreren:

Volledig 3D-kadastraal registratiesysteem

Dit betekent de introductie van het concept van de definitie van het eigendomsrecht in 3D. De gehele 3D-ruimte wordt opgedeeld in volumes (of 3D-percelen), zonder overlap of gaten. De juridische basis, vastgoedtransacties en de kadastrale registratie zullen de vestiging en de overdracht van 3D-rechten moeten ondersteunen. Prak-



*drs. J. E. Stoter, sectie GIS-technologie, afdeling Geodesie TU Delft, en
dr. ir. M. A. Salzmann,
Kadaster Apeldoorn, directie
Vastgoedinformatie en Geodesie.
Co-auteurs:
prof. dr. ir. P. J. M. van Oosterom en
prof. ir. P. van der Molen.*

tisch gezien is het beter om 2D-percelen als standaard te handhaven (met een impliciete derde dimensie, omdat het eigendomsrecht niet expliciet beperkt is in verticale richting) en 3D-percelen alleen te gebruiken in complexe 3D-situaties. Overwogen kan worden of een minder vergaande definitie van 3D-eigendomsrecht voldoende kan zijn (bijvoorbeeld één of meerdere eigendomslagen: onder, boven en op het maaiveld).

Hybride oplossing

Dit betekent het handhaven van het huidige 2D-Kadaster en de registratie van 3D-situaties door het registreren van 3D-wereldobjecten (topografische objecten) binnen het huidige systeem. Dit resulteert in een hybride oplossing van 2D-percelen (juridische registratie)

enerzijds en 3D-wereldobjecten (feitelijke registratie) anderzijds, waarbij de relaties tussen de percelen en de 3D-objecten ook worden onderkend (onderbroken lijn in het conceptuele gegevensmodel in fig. 4b). Impliciete relaties bestaan door de ruimtelijke definitie van de 3D-objecten (die bestaat uit de relevante begrenzing van de objecten) in

*Fig. 2.
De kadastrale kaart
van een deel van de
metro van
Amsterdam.
De ligging van de
metro, die in rood
bovenop de kaart is
getekend, is niet
zichtbaar op de
kaart.*

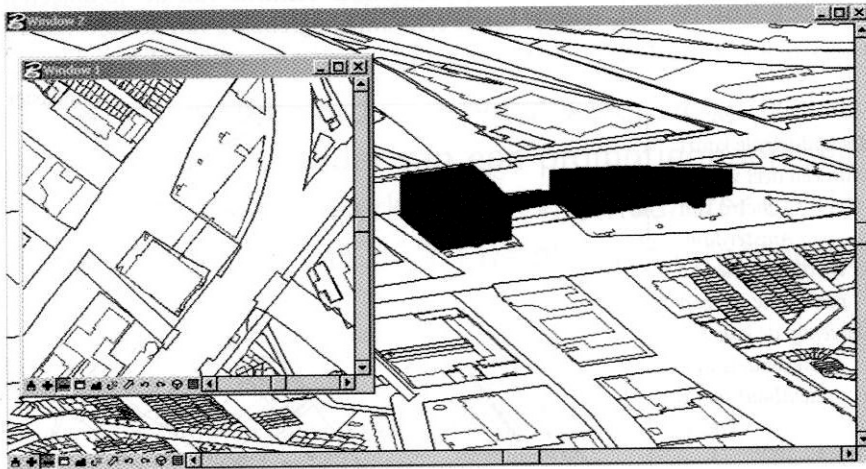


de registratie. Deze impliciete relaties kunnen worden verkregen door middel van geometrische functies. Door een intersectie van bijvoorbeeld een 3D-representatie van gebouwen met de 2D-percelen kan een indicatie worden verkregen van de eigendomssituatie. De exacte juridische situatie kan dan worden verkregen op basis van de akten (of de daarbij ingeschreven stukken). Deze documenten moeten exacte 3D-informatie bezitten. Een illustratie van deze oplossing is te zien in fig. 3.

Markeringen van 3D-situaties in het huidige kadastrale registratiesysteem

Dit betekent handhaving van het huidige Kadaster met verwijzingen naar de externe (digitale) representaties van de 3D-situaties. Complexe 3D-situaties worden geregistreerd door ad hoc-oplossingen. De verwijzingen kunnen worden geïmplementeerd door de 3D-situaties te markeren in de registratie (zowel in de administratieve registratie als op de kadastrale kaart). De (digitale) openbare registers zullen moeten worden geraadpleegd om de gedetailleerde informatie te achterhalen. Een meer geavanceerde optie is om in de registratie een verwijzing toe te voegen naar de 3D-beschrijving. Deze beschrijving kan beschikbaar zijn in analoge of in digitale vorm (bijvoorbeeld een CAD-tekening). In het laatste geval kan de informatie eventueel ook worden toegevoegd in de kadastrale database. De contouren van het 3D-object, geprojecteerd op het maaiveld, zouden ook kunnen worden weergegeven op de kadastrale kaart.

Fig. 3. Voorbeelden van de hybride oplossing: de gezamenlijke opslag van juridische objecten (percelen) en de representatie van wereldobjecten (3D-geo-objecten) in het kadastrale registratiesysteem.



De conceptuele gegevensmodellen die bij de bovenstaande oplossingen horen, zijn weergegeven in fig. 4. Het conceptuele gegevensmodel is de basis voor de modellering van een 3D-Kadaster. De subjecten in fig. 4 zijn natuurlijke of niet-natuurlijke personen. De objecten zijn grondpercelen, deelpercelen en appartementen in de 2D- en de hybride oplossing, en 3D-juridische objecten in de volledige 3D-oplossing.

Een 3D-Kadaster vanuit kadastraal gezichtspunt

Huidige situatie

In de praktijk blijkt dat de meeste 3D-situaties in Nederland zijn geregistreerd door middel van een appartementsrecht of een recht van opstal. In het geval van een appartements-

recht is informatie beschikbaar door de voorgeschreven (analoge) tekeningen. Alhoewel niet helemaal 3D geven deze tekeningen toch een aardig inzicht in de 3D-situatie door middel van een plattegrond van iedere verdieping. In het geval van een recht van opstal zijn er over het algemeen geen tekeningen beschikbaar. Bij een tunnel worden de erboven liggende percelen meestal onteigend, zodat de houder van de tunnel de eigenaar wordt van de betreffende percelen. Soms wordt dan het recht van opstal teruggegeven aan de oorspronkelijke eigenaren.

Voor ondergrondse objecten is enkele jaren geleden een oplossing geïmplementeerd [3]. Deze bestaat uit een markering in de administratieve registratie (AKR) van het bestaan van een ondergronds object (code OB: Ondergronds Bouwwerk). Eventueel kunnen (analoge) tekeningen worden toegevoegd aan de akte die tot de registratie heeft geleid. De contouren van het ondergronds bouwwerk kunnen worden weergegeven op de kadastrale kaart. De toevoeging van een digitale tekening is (nog niet) mogelijk. In de praktijk is deze oplossing (AKR-code 'OB' en de weergave op de kadastrale kaart) slechts in een enkel geval gebruikt. Dit komt deels doordat notarissen niet op de hoogte zijn van de voordelen van deze registratie, deels doordat het juridisch niet vereist is, en deels doordat bij veel ondergrondse situaties de eigenaar van het perceel en het object dezelfde zijn (bijvoorbeeld metro onder percelen van de gemeente). In het laatste geval is er geen enkele indicatie bij het Kadaster aanwezig van het bestaan van het object.

Doelstelling van het Kadaster

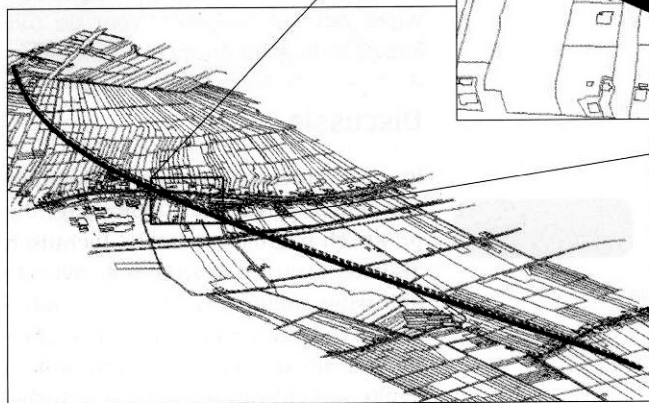
De belangrijkste taak van het Kadaster is om rechtszekerheid bij vastgoed te waarborgen. Dit betekent dat complexe situaties op correcte wijze dienen te worden geregistreerd. De registratie moet inzicht verschaffen in de feitelijke rechtstoestand. Bovendien moet de registratie eenvoudig toegankelijk, inzichtelijk, eenduidig, beheerbaar en beheersbaar zijn. Op het moment is dat maar in beperkte mate het geval voor 3D-situaties. In de huidige praktijk kan het voorkomen dat zelfs de professional (notaris, makelaar, kadastrale werknemer) zich niet direct

Fig. 3a. Het Nationale Nederlanden-gebouw als 3D-geo-object opgeslagen in de database van het Kadaster.

bewust is van een 3D-situatie, laat staan het grote publiek en niet-kadastrale specialisten (planologen en projectontwikkelaars). Vooral uit informatie-oogpunt bestaat er behoefte aan een beter inzicht in 3D-situaties. Hoe beter de toegankelijkheid van de registratie van complexe 3D-registraties, hoe beter de rechtszekerheid is gewaarborgd.

Oplossingen vanuit de kadastrale invalshoek

Een volledige 3D-benadering zou resulteren in een vernieuwing van de kadastrale registratie. Eerst zullen 3D-juridische objecten moeten worden geïntroduceerd. Dit vereist een wijziging in het Burgerlijk Wetboek, wat een langdurig proces is, hoewel er landen zijn die wel bezig zijn met deze ontwikkeling (Noorwegen, Zweden). Bovendien is een 3D-Kadaster alleen nuttig in dichtbevolkte gebieden. Het klassieke 2D-Kadaster, gebaseerd op percelen, is nog steeds doelmatig voor het grootste gedeelte van het land. Daarom zal het Kadaster niet opteren voor een volledig 3D-Kadaster in de nabije toekomst, hoewel het conceptuele gegevensmodel zeer eenvoudig is en tevens de beste basis vormt voor ruimtelijke consistentie in 3D.



De benadering waarbij 3D-wereldobjecten worden opgeslagen in de 2D-kadastrale registratie is veelbelovend voor wat betreft de toegankelijkheid. De 2D- en de 3D-informatie zijn direct beschikbaar en kunnen automatisch met elkaar worden gecombineerd. Op korte termijn is het bestaande gegevensmodel voor de registratie een hinderpaal omdat dit 2D is. Belangrijk punt van aandacht is dat gebruikers zich ervan bewust moeten zijn dat 3D-wereldobjecten niet gelijk zijn aan 3D-juridische objecten.

Fig. 3b.
De HSL-boortunnel in het Groene Hart als 3D-geo-object, gecombineerd met de kadastrale gegevens. De diepteligging van de tunnel is moeilijk te zien; daarom is met een stippellijn de projectie van de tunnel op het maaiveld weergegeven.

Op dit moment is de benadering met een verwijzing naar een externe representatie van de 3D-situatie operationeel. De bestanden of tekeningen voor de beschrijving van de 3D-situatie zijn niet opgeslagen in de database. Het is gebleken dat deze benadering goed werkt voor appartementsrechten. Er is geen reden om aan te nemen dat het niet geschikt zou zijn voor andere 3D-situaties. Gegeven het huidige kadastrale gegevensmodel is deze benadering een goed uitgangspunt. Het is echter geen fundamentele oplossing op de lange termijn, omdat het geen duurzaam, beheersbaar en consistente registratie van 3D-situaties waarborgt.

Een 3D-Kadaster vanuit technisch gezichtspunt

Een technische beschouwing van de voorgestelde oplossingen omvat de discussie over hoe 3D-geo-objecten (representatie van wereldobjecten) kunnen worden geïmplementeerd in de huidige database van het Kadaster. De implementatie van 3D-geo-objecten in de database is complex en is afhankelijk van technische ontwikkelingen. Deze discussie kan niet los worden gezien van de beschikbare en geïmplementeerde gegevensmodellen in 2D [4], waarbij de geïntegreerde oplossing van geometrie en topologie van belang is. Hierna zullen de oplossingen van een 3D-Kadaster worden beschouwd vanuit de technische invalshoek, waarbij zowel de ideale oplossing als de stand van de techniek als uitgangspunt dienen.

2D- en 3D-geo-objecten: de optimale oplossing

De geïntegreerde architectuur, waarbij zowel de geometrische en topologische, als administratieve gegevens van objecten in één database worden opgeslagen en beheerd, zou het uitgangspunt moeten zijn voor een 3D-kadastrale registratie. In het ideale geval zouden alle ruimtelijke gegevens over de objecten die voor het Kadaster relevant zijn (percelen, tunnels, appartementen, kabels en leidingen) in 3D beschikbaar moeten zijn. De beschikbaarheid van 2D- en 3D-geometrische datatypen in de database biedt de mogelijkheid van een geïntegreerde opslag van de ruimtelijke data in de database en ook om ruimtelijke operaties uit te voeren in 2D en 3D op SQL-niveau. De ondersteuning van 2D- en 3D-geometrische datatypen omvat naast geometrische operaties (of geometrische functies) ruimtelijke indexering en clustering van de data. Management van de topologische structuren is ook belangrijk voor het onderhouden van de planaire en volumetrische verdeling van de ruimte. Een voordeel van het ondersteunen van de topologische structuur in het DBMS is dat gezamenlijke lijnen, knooppunten en vlakken (edges, vertices en faces) niet redundant worden opgeslagen bij een volledige opdeling van de ruimte. Bovendien is het DBMS op deze manier in staat om te controleren op inconsistenties in de data (een grens tussen twee objecten wordt maar één keer opgeslagen). Ook is het zo dat edges (grenzen) worden ingemeten en dat het daarom logisch is de grenzen geometrisch op te slaan en niet de percelen (polygonen).

De geometrie van objecten zou moeten worden verkregen door de 'realisatie' van de topologie binnen het DBMS. Dat betekent dat de geometrie wordt gegenereerd uit de topologische relaties die staan opgeslagen en worden beheerd in het DBMS. Er is veel onderzoek gedaan naar topologie in DBMSen op conceptueel niveau. Op dit moment is dit nog niet standaard geïmplementeerd in huidige DBMSen. Op de afdeling Geodesie zijn we momenteel bezig met de implementatie van het management van de topologische structuren in 2D op de dataset van het Kadaster.

2D- en 3D-geo-objecten in een DBMS: stand van zaken

Huidige DBMSen (Oracle, IBM DB2, Informix, Ingres) hebben geometrische datatypen en geometrische functies geïmplementeerd, die min of meer gelijk zijn aan de Simple Features Specifications voor SQL van het Open GIS Consortium (OGC) [5]. Het doel van deze specificaties is het definiëren van een standaard-extensie voor SQL die de opslag, bevraging en update van de geometrie van geometrische objecten ondersteunt. Topologische relaties tussen objecten kunnen worden verkregen door de beschikbare geometrische functies. Voor het beheer van de topologische structuren van objecten bestaan nog geen OGC-implementatiestandaarden en deze zijn ook (nog) niet aanwezig in DBMSen. Hierdoor zijn geometrische updates op DBMS-niveau nog steeds moeilijk door het gevaar voor inconsistenties. De OGC-specificaties zijn tot nog toe 2D, hoewel er pogingen worden ondernomen deze uit te breiden naar 3D in samenhang met ISO TC211-ontwikkelingen op dit gebied.

De implementatie van geometrische datatypen in huidige DBMSen is feitelijk ook 2D. Om dit te illustreren is een aantal experimenten gedaan in Oracle Spatial 9i. De ondersteunde geometrische objecten in Oracle zijn punt, lijn en polygoon (inclusief cirkelbogen en combinaties van deze objecttypen). Om 3D-objecten te representeren kunnen z-waarden worden opgeslagen, waardoor 3D-punten, 3D-lijnen en 3D-polygonen worden ondersteund. Volledige 3D-gegevensmodellen worden echter niet ondersteund: geometrische objecten met een volume (bijvoorbeeld polyhedron) kunnen niet worden gerepresenteerd en gemanipuleerd. Verder wordt de opgeslagen z-waarde niet gebruikt bij de bestaande geometrische functies. Zo wordt bijvoorbeeld bij de oppervlakteberekening van een polygoon die een hoek maakt met het horizontale vlak, de polygoon geprojecteerd op het horizontale vlak. Naast de modelleringsaspecten is natuurlijk ook de beschikbaarheid van data in 3D erg belangrijk. Het wordt steeds eenvoudiger om 3D-data in te winnen, bijvoorbeeld met video, terrestrische laserscanning en GPS. Het zal echter wel een enorme klus zijn om alle data die op dit moment aanwezig zijn bij het Kadaster (perceelsgrenzen), opnieuw in te winnen.

Technische beschouwing van de mogelijke oplossingen

De oplossing van een volledig 3D-Kadaster inclusief 3D-percelen is technisch gezien niet realistisch. Technische im-

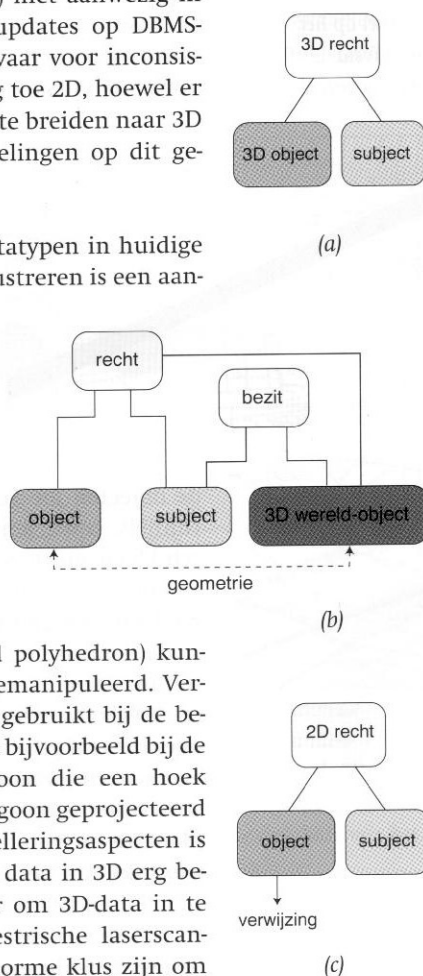
plementatie van volledige 3D-ondersteuning (zowel geometrisch als topologisch) staat nog in de kinderschoenen. Bovendien zal het ook veel moeite kosten de 3D-data die voor deze benadering nodig zijn, te verzamelen. De hybride oplossing met het huidige 2D-Kadaster als uitgangspunt en een uitbreiding met de mogelijkheid om 3D-situaties te registreren is technologisch gezien wel een haalbare oplossing op de middellange termijn. De data die aanwezig zijn in 2D, voldoen nog steeds in een groot aantal gevallen. Bovendien lijkt de uitbreiding met ondersteuning van 3D-geo-objecten in het DBMS mogelijk. Deze implementatie zal worden gebaseerd op beschikbare en soms ook nieuwe technieken om 3D-geo-objecten te representeren. De topologie in 3D zal voorlopig niet worden ondersteund. De hybride oplossing vereist echter ook niet een volledige opdeling van de ruimte in 3D. Daarom is een beperkte ondersteuning van topologie (alleen binnen objecten en niet tussen objecten) voldoende voor deze hybride benadering. Een gedegen ondersteuning van 3D-overlapdetectie is op de middellange termijn wel gewenst. Het klassieke 2D-Kadaster met verwijzingen naar externe representaties van 3D-situaties is de huidige werkwijze van het Kadaster. Voor de toekomst is dit geen duurzame oplossing.

Discussie

In ons onderzoeksproject kijken we momenteel naar een oplossing die praktisch haalbaar is, zowel technisch als kadastraal, en daarom is de hybride oplossing onderwerp van ons onderzoek. We beginnen met de representatie van 3D-wereldobjecten om de toegankelijkheid van informatie te verbeteren in kadastraal complexe situaties. De introductie van een volledig 3D-Kadaster kan een doel zijn op de lange termijn. Wanneer we onze benadering vergelijken met de benaderingen die naar voren zijn gekomen tijdens de workshop die in Delft is gehouden [2], kan het volgende worden geconcludeerd:

- veel landen lopen aan tegen de complexiteit van 3D-situaties. De oplossingsbenadering verschilt van land tot land en is afhankelijk van institutionele aspecten en het aanwezige juridische stelsel;

Fig. 4.
De conceptuele gegevensmodellen die corresponderen met de mogelijke implementaties voor een 3D-Kadaster:
(a) een volledig 3D-Kadaster;
(b) de hybride oplossing;
(c) het 'klassieke' 2D-Kadaster met verwijzingen.



- de definitie van 3D-rechten is complex; 3D-rechten kunnen succesvol worden geïntroduceerd, wanneer men zich beperkt tot een aantal specifieke, goed gedefinieerde gevallen (bijvoorbeeld ondergrondse constructies en appartementen) waar de horizontale splitsing van eigendom is toegestaan. In deze gevallen kan een volledig 3D-vastgoedobject op de middellange termijn worden gerealiseerd. Deze benadering is gekozen in Noorwegen en Zweden;

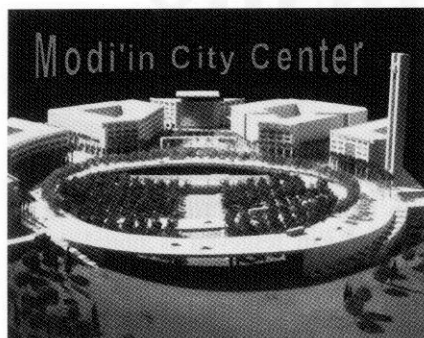


Fig. 5.
Het complex Modi'in City Center in Israël wordt gebruikt om de huidige landregistratie te onderzoeken.

Fig. 5a.
Een model van het Modi'in City Center.

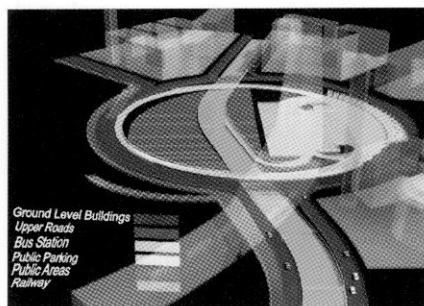


Fig. 5b.
Visualisatie van de verschillende relevante lagen van het Modi'in City Center.

- 3D-juridische objecten kunnen (enigszins) worden geregistreerd wanneer horizontale splitsing van eigendom is toegestaan. Een duidelijke omschrijving van het 3D-recht (bijvoorbeeld met behulp van een tekening) is voldoende om het recht te administreren. Deze situatie bestaat in veel landen voor het appartementsrecht en voor opstalrecht. Voor de toegankelijkheid van de informatie zou het goed zijn als ook de kadastrale registratie (inclusief de kadastrale kaart) 3D-situaties zou ondersteunen;
- technieken om 3D-geo-objecten efficiënt te beheren in een DBMS zullen beschikbaar komen op de middellange termijn. Het beheer van topologische structuren in 3D zal voorlopig nog niet beschikbaar zijn. De Israëlische deelnemers aan de workshop leken voor deze route te hebben gekozen (fig. 5).

Bovenstaande overwegingen laten zien dat onze hybride oplossing praktisch realiseerbaar, maar juridisch niet de meest vooruitstrevende oplossing is. Zij levert in eerste instantie een verbeterde toegankelijkheid bij complexe situaties op. De definitie van 3D-rechten in specifieke gevallen vereist een nadere beschouwing, zoals ook blijkt uit internationale ontwikkelingen [1]. Voor representatiedoel-einden is op middellange termijn de hybride benadering de meest belovende, mede gezien de technische mogelijkheden. In de komende jaren zal deze benadering worden geïmplementeerd in een prototype-omgeving gebaseerd op een DBMS-architectuur. Tegelijkertijd zullen we proberen de mogelijkheden en de bereidheid te vergroten van de betrokken partijen op de markt om in de benodigde 3D-informatie te voorzien. Te denken valt aan het 3D-aspect in documenten en gebruikersinterfaces voor het werken met 3D-informatie. ■

Literatuur

- [1] Oosterom, P. J. M. van, J. E. Stoter en E. M. Fendel (eds.), *Proceedings of the international workshop on 3D-Cadastral registration of properties in strata*. Delft, 28-30 november 2001, FIG, Frederiksberg, Denemarken. ISBN 87-90907-15-9.
- [2] Stoter, J. E., *Internationale workshop over 3D-Kadasters*. Geodesia 2002 no.1, p. 32-33.
- [3] Klaasse, Z., *Ondergronds bouwen – consequenties voor het Kadaster*. Geodesia 1998 no.11, p. 489-492.
- [4] Lemmen, C. H. J., P. J. M. van Oosterom en M. v.d. Lustgraaf, *Ruimtelijk informatiebeheer bij het Kadaster. Het LKI-hoofdbestand is overgegaan van een netwerk- naar een relationele structuur*. Geodesia 1998 no. 6, p. 255-260.
- [5] OGC, *OpenGIS specifications*, 2001, www.opengis.org/techno/specs.htm.

Summary

Towards a 3D-Cadastre

Experiencing the increasing occurrences of complex 3D-situations we have set out to look for practical solutions to improve the cadastral registration. In this article we described three possible solutions to register 3D-objects and 3D-situations. These solutions were considered both from a cadastral and a technical point of view. Next we looked at the issue from both a cadastral perspective and a technical perspective. We are currently pursuing the hybrid solution where we register 3D-physical objects in relation with 2D-rights. We compared our approach with the findings of the workshop on 3D-cadastrals.

KEYWORDS

GIS-technology, cadastre, background

TREFWOORDEN

GIS-technologie, kadaster, achtergronden