

Kartografische hoogtevoorstelling TOP10vector

Ir. E. Verbree

Samenvatting:

Het vastleggen van hoogten, diepten en reliëf in het 'platte' TOP10vector landschapsmodel en de weergave van het hieruit afgeleide topografische visualisatiemodel in de vorm van een papieren kaart is niet eenvoudig. In de huidige productiewijze zijn veel elementen met een hoogtecomponent in de TOP10vector bewust vastgelegd als kartografisch element, dus in hun verschijningsvorm in de kaart. Andere kartografische elementen, zoals hoogtelijnen en hoogtepunten, worden wel in de bestanden van de productieomgeving opgenomen, maar niet standaard uitgeleverd met de TOP10vector.

Er is dus aanleiding om een meer integrale vorm van vastlegging en visualisatie van elementen met een hoogtecomponent na te streven. Deze hoogtevoorstelling moet echter wel voor zover mogelijk aansluiten bij de huidige weergave van de TOP-producten en passen in de ontwikkeling op het gebied van de 2^e generatie TOPvector bestanden (TOP10NL). Daarnaast bestaat het idee dat het AHN de mogelijkheid biedt het productieproces van de TOPvector bestanden van de TDN met betrekking tot de hoogtevoorstelling te verbeteren en te versnellen.

In het projectvoorstel 'Kartografische hoogtevoorstelling op basis van TIN/TEN modellering' is voorgesteld dit doel te bereiken met een drie-dimensionale terreinmodellering op basis van zogenaamde Triangulated en Tetrahedronised Irregular Networks. Deze TIN/TEN modellen maken het mogelijk zowel het terrein zelf, als de terreinelementen binnen één 2½D/3D landschapsmodel te representeren. Vervolgens kan dan uit dit landschapsmodel een visualisatiemodel en daarmee een kartografische hoogtevoorstelling worden afgeleid.

Dit rapport behandelt de volgende hoofdvraag:

Wat is de huidige wijze van de kartografische hoogtevoorstelling binnen de TOPvector producten en welke conclusies en aanbevelingen kunnen hieruit worden getrokken ten aanzien van de beoogde TIN/TEN terreinmodellering.

Het opbouwende tekstuele en inhoudelijke commentaar, met name de aanwijzingen van Nico Bakker (TDN), Elfriede Fendel (TUD) en Peter van Oosterom (TUD), op conceptversies van dit rapport is door de auteur zeer op prijs gesteld.

ISSN: 1569-0245

ISBN:

© 2003 Sectie GIS-technologie
TU Delft, Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen
Thijssseweg 11, 2629 JA Delft
Tel.: (0)15 278 4548; Fax (0)15-278 2745;
E-mail: gist@TUDelft.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/ of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de sectie GIS technologie

De sectie GIS technologie aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van adviezen.

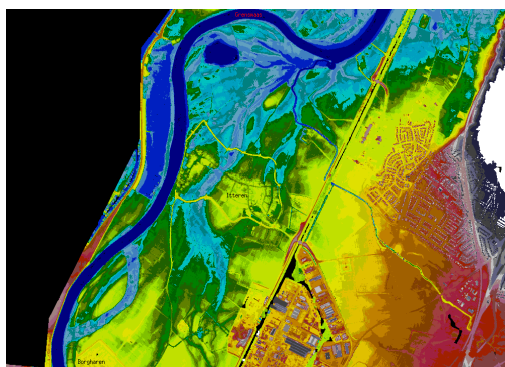
INHOUD

1.	INLEIDING	4
1.1	Aanleiding onderzoek	5
1.2	Kader onderzoek	5
1.3	Rapportage onderzoek	6
2.	DOELSTELLING EN ONDERZOEKSMETHODIEK	8
2.1	Doelstelling	8
2.2	Onderzoeksmethodiek	8
3.	KARTOGRAFISCHE HOOGTEVOORSTELLING TOP10VECTOR	10
3.1	Het hoogtemodel van het terrein	10
3.2	De kartografische presentatie van het terrein	11
3.3	Terreinelementen: verkenningsvoorschriften en inwinning	14
3.4	Terreinelementen: kartering	16
4.	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	21
4.1	Conclusies	21
4.2	Aanbevelingen	21
5.	LITERATUUR EN REFERENTIES	23
BIJLAGEN		
	SPECIFICATIES TOP10VECTOR T.A.V. HOOGTEKARTERING	24
	VERKENNINGSVOORSCHRIFTEN T.A.V. KARTOGRAFISCHE HOOGTEVOORSTELLING	25

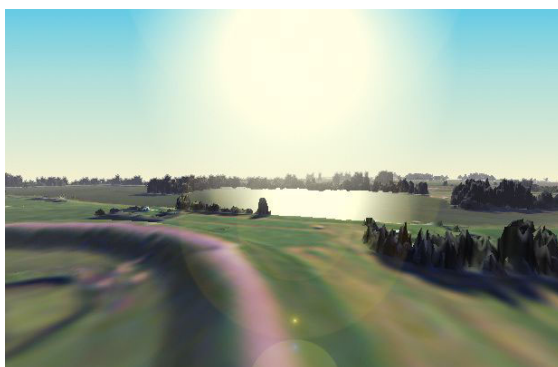
1. INLEIDING

Nederland wordt door veel buitenlanders als vlak ervaren. Met een bereik van 6.74 meter onder NAP in de Zuidplaspolder [1.1] tot aan de top van de Vaalserberg met 322.20 m boven NAP [1.2] stelt de hoogte in hun ogen niet zo veel voor. Het gaat daarbij ook om het zogenaamde reliëf, de van plaats tot plaats aanwezige hoogteverschillen, én de steilheid en richting van hellingen. Ook al is in ons land het reliëf gering, zeker in vergelijking met de middel- en hooggebergten, toch is het van grote betekenis voor het grondgebruik en de waterhuishouding [1.3]. Een deel van dit reliëf is kunstmatig, zoals dijken en kaden, een ander deel is meer natuurlijk van vorm.

Met het gereedkomen van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) [1.4] is het mogelijk geworden aansprekende reliëfkaarten te produceren. Op de website van het Geoloket van de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat zijn indrukwekkende voorbeelden te vinden. In figuur 1.1 is een deel van het AHN bij Borgharen in 'false color' afgebeeld, waarbij de regenboogkleuren zijn gebruikt om het hoogteverloop aan te duiden. Een andere indruk van het terrein wordt gegeven in figuur 1.2, waarbij het AHN van de IJssel perspectivisch is afgebeeld met een luchtfoto als visuele overlay (drape).



1.1: 'False Color' afbeelding van het Actueel Hoogtemodel Nederland (AHN)



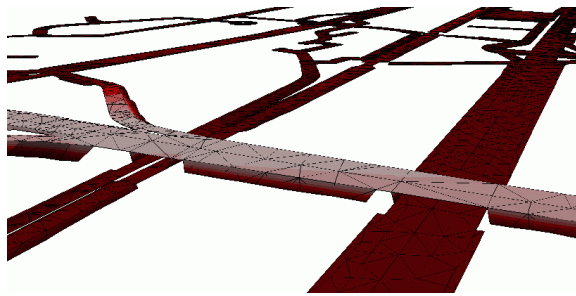
1.2: Perspectief van het AHN met gedrapeerde luchtfoto

Een groot nadeel van deze visualisaties is het ontbreken van een directe modelmatige koppeling van de hoogte uit het AHN met de topografie, zoals beschikbaar in de TOP10vector en andere producten van de TDN. Veelal is dit een visuele koppeling, waarbij het lijkt alsof de twee beschrijvingen van het landschap (het AHN voor de hoogte, de TOP10vector voor de topografie) met elkaar zijn geïntegreerd. Het voorbeeld in figuur 1.3 is zo'n product, waarbij de TOP10vector in rastervorm is gedrapeerd over het AHN [1.4].

Een betere aanpak is de daadwerkelijke integratie van de terreinbeschrijving zoals gegeven in de TOP10vector met de hoogteinformatie uit het AHN. Figuur 1.4 toont een voorbeeld van deze aanpak uit het afstudeerwerk van Merlijn Simonse [1.5]. Hierbij zijn topografische objecten opgenomen in een Triangulated Irregular Network (TIN) en is de hoogte afkomstig uit het AHN.



1.3: AHN gedrapeerd met rasterafbeelding van TOP10vector



1.4: Afbeelding van TOP10vector TIN met AHN-hoogte geïntegreerd (zie [1.5])

1.1 Aanleiding onderzoek

Het vastleggen van hoogten, diepten en reliëf in het 'platte' TOP10vector landschapsmodel en de weergave van het hieruit afgeleide topografische visualisatie model in de vorm van een papieren kaart is niet eenvoudig. Door de beperkte fysieke ruimte in de kaart moet er een keuze tussen de af te beelden objecten gemaakt worden en andere generalisaties worden toegepast om te voorkomen dat objecten elkaar gaan overlappen in de '2D' weergave. In de huidige productiewijze zijn veel elementen met een hoogtecomponent in de TOP10vector bewust vastgelegd als kartografisch element, dus in hun verschijningsvorm in de kaart. Denk daarbij aan viaducten en de pattering voor taluds. Andere kartografische elementen zoals hoogtelijnen en hoogtepunten worden wel in de bestanden van de productieomgeving opgenomen, maar niet standaard uitgeleverd met de TOP10vector.

Er is dus aanleiding om een meer integrale vorm van vastlegging en visualisatie van elementen met een hoogtecomponent na te streven. Deze hoogtevoorstelling moet echter wel voor zover mogelijk aansluiten bij de huidige weergave van de TOP-producten en passen in de ontwikkeling op het gebied van de 2^e generatie TOPvector bestanden (TOP10NL). Eén van de doelstellingen van de vernieuwde TOP10vector is immers de scheiding van het Digitale Landschapsmodel (DLM) en het Digitale Kartografisch Model (DKM) [1.6]. Bovendien wordt met de TOP10NL het uitwisselingsprobleem aangepakt door gebruik te maken van OpenGIS standaarden [zie 1.7]. Daarnaast bestaat bij de TDN al langer het idee dat het AHN de mogelijkheid biedt het productieproces van de TOPvector bestanden met betrekking tot de hoogtevoorstelling te verbeteren en te versnellen.

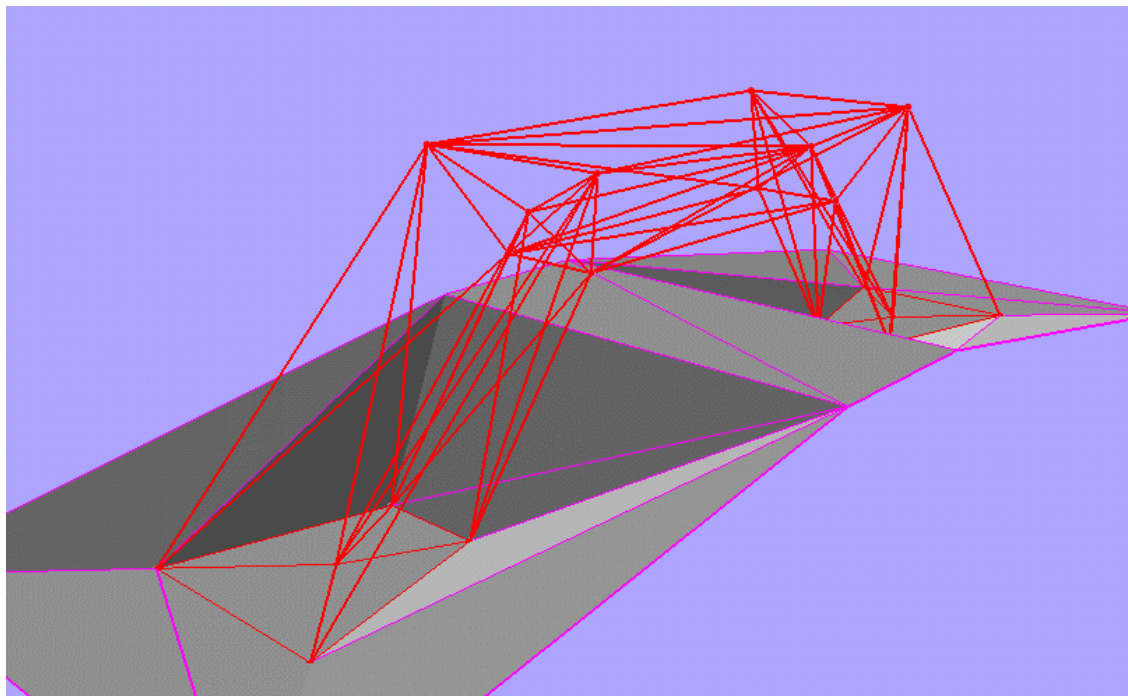
1.2 Kader onderzoek

In het projectvoorstel 'Kartografische hoogtevoorstelling op basis van TIN/TEN modellering' [1.8] is voorgesteld dit doel te bereiken met een driedimensionale terreinmodellering op basis van zogenaamde Triangulated en Tetrahedronised Irregular Networks. Deze TIN/TEN modellen maken het mogelijk zowel het reliëf van het terrein, als de driedimensionale terreinelementen binnen één landschapsmodel te representeren. Vervolgens kan dan uit dit landschapsmodel een visualisatiemodel en daarmee een kartografische hoogtevoorstelling worden afgeleid.

Het terrein zelf (maaiveld) wordt daarbij gemodelleerd als een TIN. In dit TIN zijn alle hoogtepunten en de 'platte' representatie van de terreinobjecten (het grondvlak als polygoon) opgenomen als een verzameling aanliggende, elkaar niet

overlappende, driehoeken. Dit is de welbekende 2.5D terreinmodellering, waarbij voor elke positie één kenmerkende hoogte is toegestaan. De eerste vraag is daarbij of de veelvuldig toegepaste Delaunay triangulatie in dit opzicht de 'beste' 2.5D terreinmodellering afdwingt. Ten tweede is het van belang dat er een relatie blijft bestaan tussen objecten zoals die worden aangeleverd als terreinpolygonen en de representatie van deze binnen het TIN. Dit maakt het mogelijk om vanuit het TIN attribuutinformatie over deze terreinobjecten op te vragen en het TIN dynamisch aan te passen als de geometrie van de terreinobjecten verandert, geheel vervalt of nieuw ontstaat. Ten derde is het de vraag of het TIN wel in zijn geheel expliciet moet worden berekend en opgeslagen of dat dit pas bij de presentatie en bevraging moet worden uitgevoerd (expliciet versus impliciet). Ten vierde is het dan nog de vraag of voor de opslag en bevraging van het TIN een geschikte Geo-DBMS omgeving beschikbaar is of ontwikkeld moet worden en daarbij of de gehele constructie van het TIN ook al binnen deze Geo-DBMS omgeving kan plaatsvinden.

De relevante terreinobjecten zelf worden als volumes gemodelleerd. Dat gebeurt door deze objecten op te bouwen als een verzameling aanliggende, elkaar niet overlappende, tetraëders. De abstracte 'platte' representatie van het Tetrahedron Network, of het 'grondvlak' van het terreinobject, is deel van het maaiveld en dus onderdeel van het TIN. Op deze wijze is het mogelijk binnen een Geo-DBMS een complete planaire partitie op te bouwen, waarin alle terreinelementen binnen het TIN voorkomen en de 3D-objecten als een TEN 'op' dit TIN worden gepositioneerd, zie figuur 1.5.



1.5: Het maaiveld als TIN gemodelleerd, met 'daarop' een viaduct als TEN gemodelleerd

1.3 Rapportage onderzoek

Door middel van interviews, werkplekgesprekken en beschikbare documentatie is onderzocht welke elementen in de TOP10vector een duidelijke hoogtecomponent in zich herbergen en op welke wijze deze elementen worden verkend, ingewonnen, gerepresenteerd en gekarteerd. De relevante delen van de documentatie zijn in de

bijlagen opgenomen. Het gaat daarbij om de specificaties van de verkenningsoorschriften van de terreinelementen met een hoogtecomponent.

Dit rapport is de eerste in een serie van vier. Uitgangspunt is dat de lezer een zekere basiskennis heeft van de huidige specificaties en productie van de TOP10vector. In dit eerste rapport worden de conclusies ten aanzien van de huidige kartografische hoogtevoorstelling binnen de TOP10vector gegeven en voorzien van aanbevelingen voor het vervolg van het onderzoek.

De resultaten daarvan worden beschreven in het tweede rapport met een inventarisatie van de wensen en mogelijkheden van de kartografische hoogtevoorstelling binnen de TOP10NL. Het derde rapport geeft vervolgens een overzicht van de beschikbare en toepasbare datastructuren voor 3D-representatie en visualisatie, waarbij met name wordt gekeken naar de mogelijkheden van TIN/TEN modellering. Als deze vorm van modellering naar verwachting voldoet dan biedt het laatste rapport een uitwerking van de TIN/TEN modellering voor kartografische hoogtevoorstelling.

2. DOELSTELLING EN ONDERZOEKSMETHODIEK

2.1 Doelstelling

Dit onderzoek heeft de volgende hoofdvraag:

Wat is de huidige wijze van de kartografische hoogtevoorstelling binnen de TOPvector producten en welke conclusies en aanbevelingen kunnen hieruit worden getrokken ten aanzien van de beoogde TIN/TEN terreinmodellering.

De hoogtevoorstelling kan worden onderscheiden in de beschrijving van het reliëf van het terrein (het 2½D hoogtemodel) en de kartografische presentatie daarvan enerzijds en anderzijds de voorstelling van de topografische elementen met een hoogtecomponent. De hoogte van het reliëf wordt gegeven t.o.v. van het NAP. De hoogte van de elementen met een hoogtecomponent is niet metrisch, maar wordt veelal meer beschrijvend ten opzichte van het overige terrein aangeduid. Door het ontbreken van een metrische hoogteaanwijzing van deze elementen kunnen we niet spreken van 3D-objecten.

Deze scheiding komt ook terug in de volgende deelvragen:

- a) *Op welke wijze wordt het hoogtemodel ingewonnen?*
- b) *Op welke wijze wordt dit hoogtemodel opgeslagen?*
- c) *Op welke wijze wordt dit hoogtemodel kartografisch gepresenteerd?*
- d) *Op welke wijze worden de terreinelementen met een hoogtecomponent gedefinieerd, wat zijn de verkenningvoorschriften en hoe worden ze verkend, ingewonnen en verwerkt?*
- e) *Op welke wijze worden deze terreinelementen opgeslagen?*
- f) *Op welke wijze worden deze terreinelementen kartografisch gepresenteerd?*

Hierbij zijn de ontwikkelingen op het gebied van de TOP10NL van belang, reden om de huidige productiewijze en hoogtevoorstelling van de TOP10vector primair te stellen.

2.2 Onderzoeksmethodiek

Dit onderzoek is hoofdzakelijk uitgevoerd door middel van interviews en werkplek-gesprekken. Daarnaast zijn ook de diverse productbeschrijvingen en handleidingen - zoals de verkenningvoorschriften - geraadpleegd (zie hiervoor de bijlagen van dit rapport).

Maar vooral de kennis en ervaring van de secties op de werkvloer is in dit onderzoekskader van groot belang. Zeker daar waar inbreng van de verschillende secties aan het eindproduct niet helemaal los van elkaar staat, is dit inzicht noodzakelijk. Daarnaast is de documentatie logischerwijze gericht op de huidige productieomgeving van de TOP10vector. Als 'zoekingang' wordt daarin veelal de TDN-code gehanteerd. Met de interviews en de werkprocessen is gepoogd boven dit objectniveau uit te stijgen.

In de periode februari 2003 – mei 2003 zijn de volgende interviews en gesprekken bij de TDN gehouden.

- 1) 7 februari
Waar en wie: Onderzoek en Ontwikkeling – Bert Kolk en Nico Bakker
Inhoud:
 - overleg doelstelling onderzoek
 - indeling rapportages
 - eerste inventarisatie probleemgebieden

- 2) 17 februari
Waar en wie: Geodesie – Bert van den Hof
Inhoud:
 - inzicht inwinning TOP10vector, specifiek hoogtecomponent

- 3) 17 februari
Waar en wie: Topografie – Bob Bakker
Inhoud:
 - inzicht verkenning, verwerking en kartering TOP10vector

- 4) 17 maart
Waar en wie: Onderzoek en Ontwikkeling – Bert Kolk en Nico Bakker
Inhoud:
 - bespreking verslaglegging 17 februari
 - ideevorming gebruik AHN voor hoogtevoorstelling

- 5) 4 april
Waar en wie: Geodesie – Bert van den Hof
Inhoud:
 - inzicht gebruik software hoogtelijnen

- 6) 9 mei
Waar en wie: Onderzoek en Ontwikkeling – Nico Bakker
Inhoud:
 - bespreking conceptrapportage

- 7) 1 juli
Waar en wie: Onderzoek en Ontwikkeling – Nico Bakker
Inhoud:
 - afronding rapportage

3. KARTOGRAFISCHE HOOGTEVOORSTELLING TOP10VECTOR

Bij de beschrijving van de hoogtevoorstelling binnen de TOP10vector moet een onderscheid worden gemaakt tussen de beschrijving van het reliëf van het terrein (het hoogtemodel) en de beschrijving van de terreinelementen met een duidelijke hoogtecomponent. De sectie Geodesie van de TDN is verantwoordelijk voor het hoogtemodel en de toepassing hiervan bij de vervaardiging van orthofoto's. De sectie Topografie inventariseert op basis van deze orthofoto's en terreinverkenning de topografische elementen, waarvan sommige met een duidelijke hoogtecomponent.

Dit hoofdstuk gaat allereerst (par. 3.1) in op de inwinning van het hoogtemodel van het terrein en de kartografische presentatie van het terrein. Vervolgens behandelt par. 3.2 per topografische categorie de betreffende topografische elementen. Daarbij zal zowel gekeken worden naar de verkenningvoorschriften als naar inwinning van de topografische elementen (par. 3.3). Tot slot volgt in par. 3.4 een overzicht van de huidige kartografische presentatie.

3.1 Het hoogtemodel van het terrein

De TOP10vector wordt vervaardigd aan de hand van luchtfoto's. Vanwege de vertekening door de stand van opname en terreinhoogtes is het voor de kartering noodzakelijk te werken vanuit een stereomodel of met orthofoto's. De TDN heeft ervoor gekozen orthofoto's te vervaardigen. Hiervoor worden de luchtfoto's gescand (in uitbesteding) en op basis van een hoogtemodel softwarematig orthometrisch gecorrigeerd.

De basis voor het hoogtemodel is de TOP10MD, een puntbestand met gemiddeld per hectare één kenmerkend hoogtepunt. De TOP10MD is een gezamenlijk initiatief van de TDN en de Meetkundige Dienst van de RWS [3.1]. De actualiteit van de TOP10MD is niet al te hoog, want de data zijn samengesteld uit een scala van metingen tussen de jaren 1950 en 1980. De TDN heeft daarnaast in duingebieden d.m.v. profielmeting met een raai breedte van 50 meter om de 12,5 meter stereometrisch een hoogtepunt ingemeten. Deze zijn later vervangen door een stelsel van vormlijnen, zoals breuklijnen, ridges en drains. In Limburg waren er ook hoogtelijnen beschikbaar en voor de andere kant van de Nederlandse grens is het geheel aangevuld met hoogtelijnen, gecorrigeerd t.o.v. NAP, uit België (-2,34 Oostende Peil) en Duitsland. Deze databronnen worden in een Microstation Designfile beheerd.

De TOP10MD is landsdekkend gecontroleerd door de berekende hoogtelijnen te vergelijken met de in het verleden stereoscopisch ingemeten hoogtelijnen. Hiervoor wordt met behulp van de software MGE Terrain Analyst (MGA) [3.2] allereerst een TIN berekend en vervolgens op basis van dit TIN de hoogtelijnen. Zo nodig wordt de TIN berekening, dus de vorming van de TIN-edges, bijgestuurd door het handmatig toevoegen van extra vormlijnen en het marginaal aanpassen van de hoogtepunten. Dit probleem manifesteert zich vooral bij hoogtepunten met een waarde die dicht in de buurt ligt van een hoogtelijn. Uit een verdere inventarisatie van de gebruikte software blijkt dat deze verbetering ook te behalen is door het toevoegen van zogenaamde 'inferred breaklines'. Een TIN gevormd vanuit alleen hoogtelijnen representeert door het ontbreken van kenmerkende ruggetjes (*ridges*) en afwateringen (*drains*) het terrein slecht. De automatisch berekende 'inferred breaklines' zorgen voor een nauwkeurigere beschrijving van het terreinoppervlak.

Het TIN kan vervolgens dienen als basis voor de berekening van een hoogteraster met een celgrootte van 25 meter. Dit hoogtemodel is dan weer vervolgens de basis voor de vervaardiging van de orthofoto's. Tot voor kort (medio 2002) was dit ook de productiewijze. Voor een betrouwbaar hoogtemodel van het maaiveld is het noodzakelijk dat in de TOP10MD de hoogtepunten op man-made of kunstmatige objecten onderscheiden worden. De TDN hanteert hiervoor een andere classificatie dan de Meetkundige Dienst. Een grondige controle van alle hoogtepunten is daarvoor noodzakelijk geweest. Man-made wil bij de TDN zeggen dat deze hoogtepunten niet representatief zijn in een hoogteraster met een spatiëring van 25 meter. Zo kan een enkel hoogtepunt op een dijk onmogelijk de hele dijk beschrijven en is de gekozen spatiëring van 25 meter eigenlijk weer te grof om de dijk goed voor te stellen.

Vanwege deze problematiek en door de introductie van nieuwe software wordt momenteel niet het hoogteraster maar het TIN zelf als basis genomen voor de vervaardiging van de orthofoto's. Het is nu veel eenvoudiger om met weinig datapunten het terrein gedetailleerder te beschrijven. Het systeem van vormlijnen om de duinen te beschrijven is ook toepasbaar voor dijken, bruggen en viaducten. Vroeger werden deze objecten via een omweg in de TOP10vector nauwkeurig ingebracht. Nu is de nauwkeurigheid direct beschikbaar in de orthofoto. De introductie van deze '2½D' objecten is een eenmalig uit te voeren actie.

Het hoogtemodel voor de orthofoto's kan ook op een andere wijze worden verkregen, namelijk door grijswaardematching van een stereopaar. Hoewel de gebruikte software deze optie biedt, wordt dit nog maar spaarzaam toegepast. De noodzaak ontbreekt meestal hiervoor.

Het onderhoud van TOP10MD beperkt zich tot relatieve veranderingen tot aan drie meter in de hoogte. Op globaal niveau wordt geen onderhoud gepleegd. De hoogtewaarden voor Groningen (gaswinningsgebied) zijn daardoor niet recent. Maar aangezien er aldaar geen grote abrupte hoogteverschillen voorkomen is dat voor de vervaardiging van orthofoto's geen groot probleem. Hoogtepunten binnen stedelijke uitbreidingswijken (Vinex-locaties) worden verwijderd en vervangen door vormlijnen of op grijswaarde gematchte punten mits de hoogteverandering meer dan drie meter betreft. Al met al zijn de hoogtepunten zoals deze in de bij de TDN opgeschoonde en gecontroleerde versie van de TOP10MD voorkomen door de sectie Geodesie betrouwbaar genoeg verondersteld voor de berekening van de orthofoto's.

3.2 De kartografische presentatie van het terrein

Vanuit de TOP10MD worden de volgende kartografische hoogtevoorstellingen afgeleid:

- Hoogtelijnen

De topograaf beperkt zich tot relatieve hoogteverschillen t.o.v. het maaiveld in het terrein. Alle 'absolute' (t.o.v. NAP) hoogteaanduidingen, zoals de hoogtepunten en hoogtelijnen worden door de sectie Geodesie aangeleverd. De topograaf maakt wel een selectie van welke hoogtepunten er in de kaart worden afgebeeld. Het streven is twee à drie hoogtepunten per kilometervak.

Zowel de hoogtepunten als de hoogtelijnen worden wél opgenomen in de productieomgeving (dgn-files), maar worden niet uitgeleverd in de TOP10vector.

Het is voor anderen dan de TDN dus niet mogelijk een kaart te produceren met daarin deze hoogteinformatie.

Hoogtelijnen worden weergegeven in duingebieden met een interval van 5 meter en in de heuvels van Limburg met een interval van 2,5 meter. Het 5-meter interval in de duinen is bewust gekozen vanwege de overlap met de beschikbare duinschaduwing (zie verder). De sectie Geodesie genereert vanuit het TOP10MD-TIN hoogtemodel door het instellen van de juiste parameters de hoogtelijnen met een bepaalde 'smoothing'. De hoogtelijnen hebben daardoor een mooi en glad verloop, maar er moet wel voor onderlinge doorsnijding worden gewaakt.

- Hoogtecijfers / hoogtepunten

De hoogtecijfers worden wél opgenomen in de productieomgeving (dgn-file txt), maar worden niet uitgeleverd in de TOP10vector. In de kaart zijn de hoogtecijfers dus af te lezen, waarbij de decimale punt van het getal als de locatie van het punt moet worden gezien. Vanuit de TOP10MD wordt een aantal (2 à 3 per kilometervak) kenmerkende hoogtecijfers geselecteerd. De plaatsing ervan is afhankelijk van de beperkte ruimte op de kaart.

Anders dan verwacht hebben de volgende hoogtevoorstellingen geen directe relatie met het TOP10MD TIN-hoogtemodel.

- Dieptelijnen (code 622)

De TOP10MD is een hoogtemodel. Hoewel er ideeën zijn om ook de diepte van de meren, rivieren en de kust in het model op te nemen is dat nu nog niet het geval. De dieptelijnen zoals deze nu voorkomen in de TOP10vector worden overgenomen van lodingskaarten van RWS. De hoogwaterlijn (6200) wordt geïnterpreteerd door de topograaf.

- Duinschaduwing

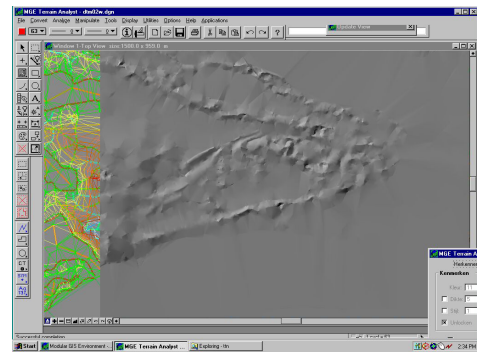
De duinschaduwing zoals afgebeeld in o.a. kaartblad 25A (Haarlem) is ooit (omstreeks 1975) door een kartograaf van de TDN vervaardigd. Een schaduwering geeft een 'fictief' beeld van de schaduwwerking van de zon die voor dit doel in het noord-westen is geplaatst. Tot aan de jaren tachtig was het maken van een schaduwering ambachtelijk werk, aangezien de kartograaf de vorm van het terrein uit de beschikbare hoogtelijnen moest interpreteren en met een air-brush in kaart bracht.

Bij elke 'vernieuwing' van dit kaartblad wordt telkens deze duinschaduwing als een aparte laag op de kaart afgedrukt. De duinschaduwing en de hoogtelijnen in het duingebied hebben anno 2003 dus geen relatie met elkaar en dat is ook zichtbaar. Zie hiervoor figuur 3.1 met een uitsnede van het kaartblad 25A. Dat deze opdruk nog steeds wordt gebruikt is zeker geen technische beperking, maar is meer organisatorisch van aard. In figuur 3.2 is aangegeven dat MGE Terrain Analyst (MTA) zeer goed in staat is om uit het TOP10MD-TIN bestand een keurige schaduwering te berekenen. Als evenwel een hoogtemodel beschikbaar is met een nog hogere ruimtelijke resolutie dan de TOP10MD is er nog een verdere verbetering mogelijk. In figuur 3.3 is een voorbeeld gegeven van een duidelijk

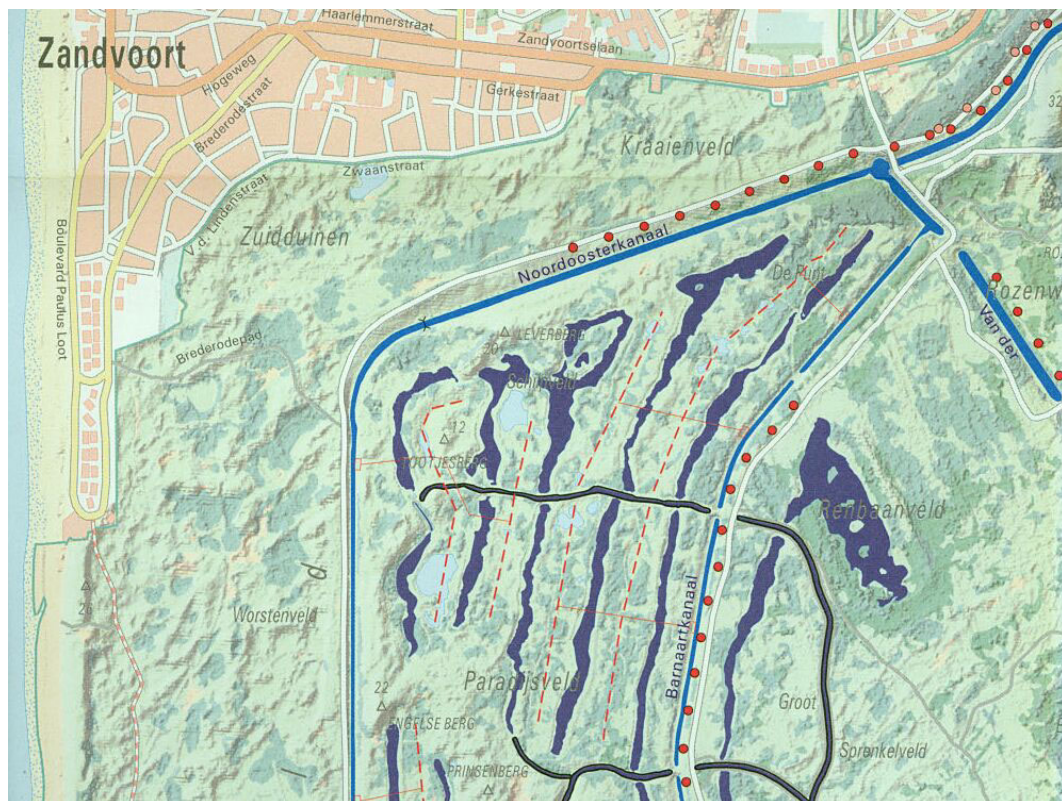
betere weergave van duinschaduwering. Deze kaart is in 1997 uitgegeven door de Gemeentewaterleidingen Amsterdam. De basis hiervoor is één van de eerste laseraltimetrievluchten uit 1994.



3.1: Voorbeeld schaduwering TOP10



3.2: MGE Terrain Analyst



3.3: Voorbeeld schaduwering op basis van laseraltimetrie

Het TOP10MD hoogtemodel is zeer geschikt voor visualisatietoepassingen als 'draping' van de TOP10raster of orthofoto's. De TOP10MD heeft immers als basis gediend voor de vervaardiging van de orthofoto en de daaruit afgeleide TOP10. Er zal echter altijd een zekere vertekening waarneembaar zijn. Dat is afhankelijk van het detailniveau wat wordt verlangd. Als het detailniveau hetzelfde is als bij de TDN, denk aan de hoogteverschillen van drie meter, dan is er geen vertekening. Onder de drie meter kan men nog allerlei vormen van vertekening zien, zoals sloten die geen diepte hebben. Daarnaast zullen bij het draperen van orthofoto's de bossen en bebouwing ook 'plat' worden afgebeeld.

3.3 Terreinelementen: verkenningsvoorschriften en inwinning

De verkenning geschiedt in twee slagen. Allereerst wordt de nieuwe luchtfoto vergeleken met een plot van de meest recente TOP10vector. Op kantoor worden alle elementen die zijn vervallen in de plot in rood gemarkeerd. Alle nieuwe elementen worden in de afdruk van de luchtfoto aangetekend. Voor zover de elementen niet geheel zichtbaar zijn, bijvoorbeeld door afdekking door bomen is een naverkenning in het veld noodzakelijk. Hiervoor stapt de topograaf in de zomerperiode op de fiets om in het terrein zelf alle veranderingen (vervallen en nieuwe elementen) in de luchtfoto aan te tekenen. Daarnaast worden de terreinelementen waarvan het type niet te bepalen was vanuit de luchtfoto alsnog geclassificeerd.

De foto wordt met alle aantekeningen door de sectie Geodesie in uitbesteding gescand. Met behulp van de TOP10MD wordt er vervolgens een orthofoto van gemaakt. Met deze orthofoto op de achtergrond wordt binnen Microstation de TOP10vector vernieuwd. Binnen deze software zijn extra tools gebouwd om een topologisch correct bestand af te dwingen. Zo moeten de diverse vlakvormige terreinelementen rondom sluitend zijn en direct naast de buurelementen liggen. Deze huidige werkwijze van verkenning en kartering zal door de inzet van veldcomputers een andere opzet krijgen. Hoewel er vanaf 2003 reeds 50% per veldcomputer wordt ingewonnen, beperkt dit rapport zich tot het vertrouwde werkproces.

Een basisprincipe van de TOP10vector is dat het visualisatiemodel in principe onafhankelijk is van het landschapsmodel, zodat de kaart door middel van afbeeldingsregels geproduceerd kan worden vanuit het bestand. Deze afbeeldingsregels zijn niet al te ingewikkeld. Een puntobject wordt aan de hand van de codering afgebeeld als een puntsymbool met een bepaalde kleur. De codering van lijnobjecten bepaalt de lijnarcering, dikte en kleur van de lijnen in de kaart. En dit geldt evenzo voor de codering van de vlakobjecten, die de kleur en eventueel een vlakarcering in de kaart bepaald.

Zie voor de relevante verkenningsvoorschriften, dus de elementen met een bepaalde hoogtecomponent in zich, bijlage 'Verkenningsvoorschriften' [3.3].

In het kader van dit onderzoek naar de kartografische hoogtevoorstelling zijn de volgende terreinelementen in de huidige TOP10vector van belang:

- Hoogteverschillen

Hoogteverschillen worden met schrabjes (arcering) gekarteerd. In de TOP10vector worden ze aangegeven met zowel een lijncodering (7220) als met kartografische symbolen. De codering hoogteverschil kan ook als bijcode voorkomen bij een lijnelement met een andere hoofdcode. De punt van het schrabje is gericht naar het laagste punt in het terrein. De bijcode geeft de richting van het hoogteverschil aan, zo is 7228 recht omlaag.

- Dijken

Dijken bestaan in drie klassen:

- wal (7150), hoogteverschil met maaiveld: 0,5 – 1,0 meter, aangeduid met een enkele rij schuin geplaatste schrabjes
- lage dijk (7110), hoogteverschil met maaiveld: 1,0 – 2,5 meter, aangeduid met een dubbele schuine driehoekige arcering

- hoge dijk (7100), hoogteverschil met maaiveld: hoger dan 2,5 meter, aangeduid met dubbele rechte (= haaks op de kruinlijn) driehoekige arcering

De lengte van het schrabje is gestandaardiseerd op 6 meter (0,6 mm) als de taludbreedte kleiner is dan 20 meter. Anders wordt met de lengte van het schrabje de echte breedte van het talud aangegeven (> 20 meter, dus een schrabje groter dan 2 mm). Als er in het kaartbeeld onvoldoende ruimte voor een hoge dijk is, dan kan er gekozen worden voor een walteken.

Het hoogteverschil met het maaiveld is het grootste hoogteverschil van de voor- en achterkant van de dijk.

Kernmerkende abrupte hoogteverschillen, zoals aardrand/steile kant, krijgen een andere codering en worden ook dusdanig gekarteerd.

De indeling in drie klassen heeft een militaire achtergrond (wal biedt liggende bescherming, lage dijk biedt bescherming en een hoge dijk ook voor zwaar materieel).

- Hoogbouw

Hoogbouw (1030) bestaat uit bebouwing van meer dan 10 verdiepingen of hoger dan 35 meter. Hoogbouw wordt intern TDN aangeduid met een kleurcode (rood-bruin). In de huidige kaartserie van de TOP10vector wordt hoogbouw evenwel gekarteerd in volzwart. Uit deze verwarring blijkt dat het onderscheid tussen het landschapsmodel en het kartografisch model ook al bij de specificatie van de verkenningvoorschriften moeilijk is te maken.

De hoogte wordt geschat in het terrein. Een deel van de hoogbouw is echter afkomstig (met een Z-component meting) van de sectie Geodesie. Het gaat daarbij om hoogbouw met een zodanig grote omvalling in de foto, dat de fout in de planimetrische ligging groter zou zijn dan de relatieve nauwkeurigheid van 5 meter. Mocht de ligging van deze hoogbouw echter niet zijn in te passen t.o.v. van de bestaande bebouwingsobjecten, dan kan de topograaf besluiten de ligging ervan in de TOP10vector op te schuiven. De hoogtewaarde van de hoogbouw is na deze Z-component meting bekend, maar deze waarde maakt geen onderdeel uit van de attribootgegevens bij de TOP10vector.

- Symbolen

Dit zijn torens (1800), kerken met toren (1810), watertorens (1820), vuurtorens (1850), windmolens (1540), windturbines (1500), oliepompinstallaties (1310), seinmasten (1460), zendmasten, etc. Deze elementen met een kernmerkende hoogte krijgen een aparte code en worden vandaar uit gekarteerd met een symbool.

- Topstakels

Dit zijn elementen welke minimaal 15 meter boven de omgeving uitsteken én binnen een straal van 250 meter vrij liggen. Deze elementen komen deels terug in de TOP10vector, zoals de hoogspanningsmasten (4800), maar zijn als geheel leverbaar in een apart bestand. De hoogte van de elementen wordt in eerste instantie door de topograaf in het veld geschat (met een eenvoudige hoekmeting) en later indien mogelijk door de sectie Geodesie stereoscopisch exact (tot op de cm) ingemeten. Zeer dunne obstakels zoals bijv. een vlaggenmast zijn in het fotobeeld soms niet zichtbaar en dus ook niet stereoscopisch in te meten. Hier volstaat men met de schatting door de

topograaf. Bij de Topstakels in de TOP10vector wordt de hoogtewaarde niet als attribuutwaarde meegeleverd.

- Bruggen en viaducten
Bruggen en viaducten zijn feitelijk een over- en onderdoorgang van twee andere elementen. (Weg boven + water onder = brug; weg onder + water boven = aquaduct; weg boven + weg onder = viaduct). In de TOP10vector wordt dit aangegeven met aparte bijcoderingen; 3 = boven, 2 = onder. Deze codering is beperkt tot 2 niveaus. Dit geeft bijvoorbeeld in Den Haag problemen met 'overkluizingen' bij het Prins Clausplein (meerdere rijbanen boven en onder elkaar) en het Ministerie van VROM (met een tram door het gebouw). In de kaart worden viaducten en aquaducten met een lijnsymbool (code 1371) aangegeven.
- Muren en heggen
Muren en heggen (5110) hoger dan 2 meter worden gekarteerd. In bepaalde gevallen kan van een bepaald verkenningvoorschrift worden afgeweken. Zo worden in Zuid-Limburg ook lagere heggen meegenomen, omdat deze kenmerkend voor het terrein zijn.
- Overige
Naast voorgaande elementen zijn van belang: ingravingen / holle weg (1720), bomenrijen (1512) en lossen bomen (1500).

3.4 Terreinelementen: kartering

In niet alle gevallen is de codering afdoende om de juiste kartografische voorstelling te bepalen. Het gaat daarbij vooral om lijnsymbolen, denk daarbij aan de symbolen voor bruggen, viaducten, dijken en kades. Juist deze symbolen geven in de kaart een bepaald hoogteverschil aan, zonder dat dit hoogteverschil expliciet benoemd wordt in het landschapsmodel. In combinatie met de vlakvormige wegelementen helpen ze evenwel bij de interpretatie van complexe terreinobjecten als viaducten, aquaducten en verkeerspleinen. Daarnaast kan alleen door de richting van de hoogteschrabjes (patterningcellen) in ogenschouw te nemen bepaald worden of een weg nu op een dijk ligt of juist in het terrein is ingegraven.

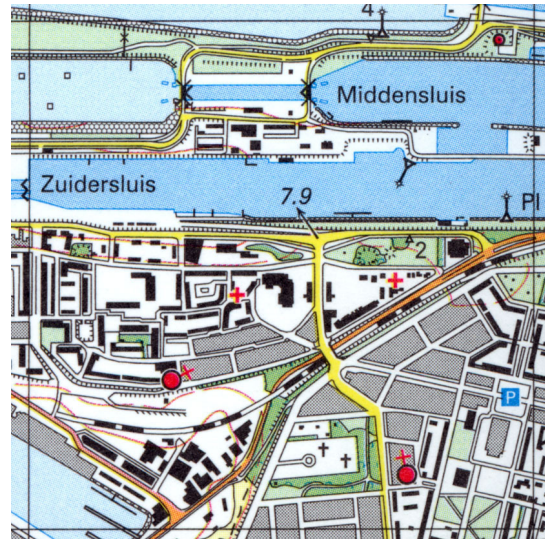
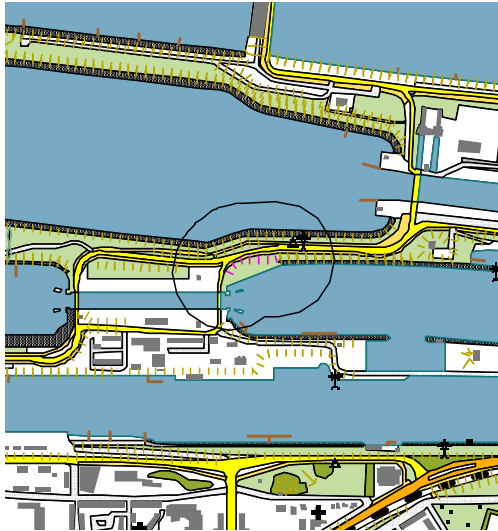
In de huidige kartografische weergave van de TOP10vector worden de desbetreffende elementen aangegeven volgens de legenda van figuur 3.4.

De TOP10vector bestaat dus uit een groot aantal losse terreinelementen, waarvan de natuurlijke en kunstmatige reliëfverschillen alleen door kaartinterpretatie getraceerd kunnen worden. In deze paragraaf wordt met een aantal kaartfragmenten van het kaartblad 25A (Haarlem) een aantal van deze terreinelementen met een hoogtecomponent geïllustreerd.

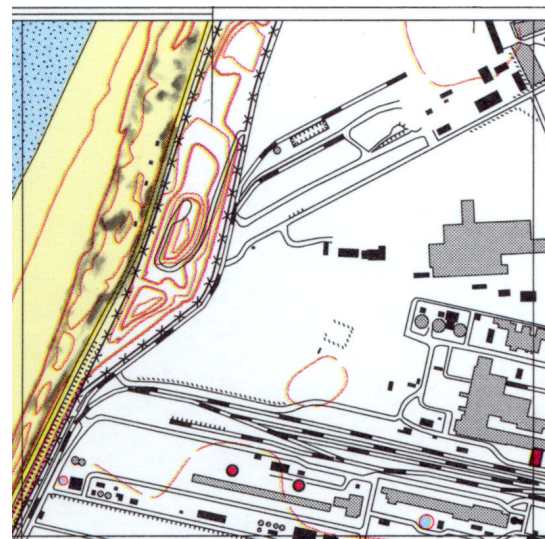
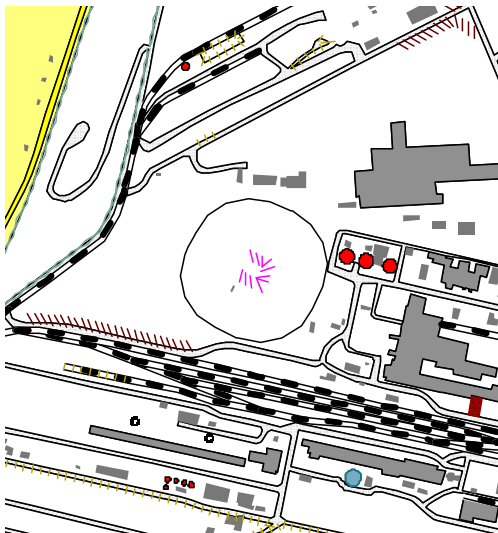
Telkens is een vergelijking gemaakt met een kaartfragment en een visualisatie van de TOP10vector in het GIS-pakket ArcView 3.2a, met een zo getrouw mogelijke legenda. Aangezien in de TOP10vector geen patterning informatie wordt meegeleverd is deze ook niet zichtbaar in de afbeeldingen. Deze informatie is dus wel beschikbaar binnen de productieomgeving van de TDN en wordt ook op verzoek meegeleverd, maar is niet beschikbaar binnen de standaard levering van de TOP10vector.

Legenda	Legend	getrianguleerde punten	triangulation points
bebouwd gebied	built-up area	a GPS Kernnetpunt	GPS point
a huizenblok	residential block	b toren, hoge koepel	tower, high dome
b huizen	houses	c kerk, moskee met toren	church, mosque w. tower
c straat/overige weg	street/other road	d markant object	landmark
d wandelgebied	walk territory	e watertoren	water tower
e muur	wall	f vuurtoren	lighthouse
f hoogbouw	high-rise building		
g kassen	greenhouses		
wegen	roads	overige symbolen	other symbols
autosnelweg	motorway	a kerk, moskee	church, mosque
hoofdweg met gescheiden rijbanen	main road: dual carriageway	b toren, hoge koepel	tower, high dome
hoofdweg	main road	c kerk, moskee met toren	church, mosque w. tower
regionale weg met gescheiden rijbanen	regional road: dual carriageway	d markant object	landmark
regionale weg	regional road	e watertoren	water tower
lokale weg	local road	f vuurtoren	lighthouse
weg met losse of slechte verharding	loose or light surface road	a gemeentehuis	town hall
onverharde weg	unmetalled road	b postkantoor	post office
fietspad	cycle-track	c politiebureau	police station
pad, voetpad	path, footpath	d wegwijzer	signpost
weg in aanleg	rd under construction	a kapel	chapel
weg in ontwerp	planned road	b kruis	cross
viaduct	viaduct	c vlampijp	flare pipe
tunnel	tunnel	d telescoop	telescope
vaste brug	fixed bridge	a windmolen	windmill
bewegbare brug	movable bridge	b watermolen	watermill
brug op pijlers	bridge on piers	c windmolen	windmill
spoorwegen	railways	d windturbine	wind turbine
spoorweg: enkelspoor	railway: single track	a oliepompijnstallatie	oil-pumping unit
spoorweg: dubbelspoor	railway: double track	b seinmast	signalpost
spoorweg: driesporig	railway: three tracks	c zendmast	wireless mast
spoorweg: viersporig	railway: four tracks	a hunebed	cairn
a station b laadperron	a station b loading-bay	b monument	monument
tram	tramway	c poldergemaal	pumping station
metro a station	underground a station	a begraafplaats	cemetery
hydrografie	hydrography	b boom c paal	tree pole
waterloop:	watercourse:	d opslagtank	tank
smaller dan 3 m	less than 3 m wide	a kampeerterrein	camp-site
3-6 m breed	3-6 m wide	b sportcomplex	sports ground or hall
breder dan 6 m	6 m wide or over	c ziekenhuis	hospital
kanaal met schutsluis	canal with lock	a schietbaan	firing range
a brug	bridge	b afsterfing	wire fence
b vonder	foot-bridge	c hoogspanningsleiding	high tension line
c koedam	dam	d geluidswering	sound-proof barrier
a culvertduiker	culvert siphon	wegen-informatie	road-information
b duiker	culvert	wegnummering	road numbering
c stuw	weir	a parkeerplaats	parking
a pontveer	ferry	b tankstation	filling station
b voetveer	ferry for pedestrians	c afritnummer	number of exit
c peilschaal	water-level gauge	a aantal rijstroken	lane-information
d kilometerraibord	kilometre sign	b kilometerpaal	kilometre post
e stroomrichting	direction of flow	c wegafsluiting	road closing
f baak	beacon	grenzen	boundaries
g dok	dock	rijks grens	national boundary
h lichtopstand	light beacon	provinciegrens	provincial boundary
i aanlegsteigers	landing-stages	gemeentegrens	municipal boundary
j versterkt talud	reinforced slope	reliëf	relief
k eb/vloed aanduiding	indication of tides	dijk: 2.5 m of hoger	dike: 2.5 m high or over
l dieptegetal	sounding	dijk: 1 - 2.5 m hoog	dike: 1 - 2.5 m high
m hoogwaterlijn	high water mark	kade, wal: 0.5 - 1 m hoog	earth bank: 0.5 - 1 m high
n laagwaterlijn	low water mark	berijdbare dijk; ingraving	dike with road; cutting
o dieptelijnen	bathymetric contours	hoogtelijnen	contours
p droogvallende grond	tidal flat	hoogtepunt	spot height
q krib, golfbreker	jetty, breakwater	a steile rand	escarpment
		b helling	slope
		bodemgebruik	vegetation
		a weide met sloten	meadow with ditches
		b bouwland met greppels	arable land with trenches
		c boomgaard	orchard
		d fruitkwekerij	orchard (low)
		e boomkwekerij	tree nursery
		f weide met populieren	meadow with poplar
		g loofbos	deciduous forest
		h naaldbos	coniferous forest
		i gemengd bos	mixed forest
		j griend	osier
		k heide	heath
		l zand	sand
		m dras en riet	marsh and reed
		n heg en houtwal	hedge and hedge-bank

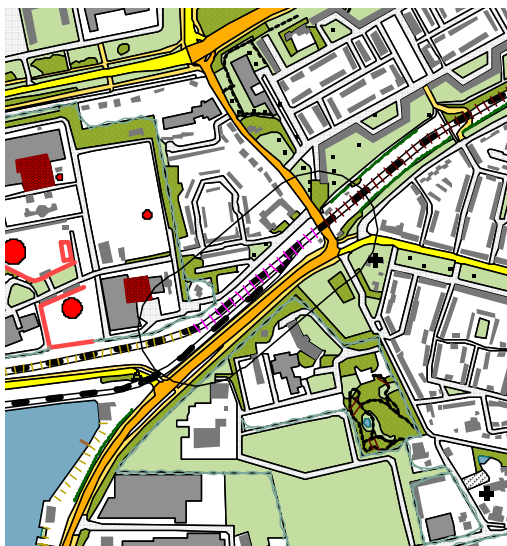
3.4: Legenda Topografische kaart - schaal 1:25.000



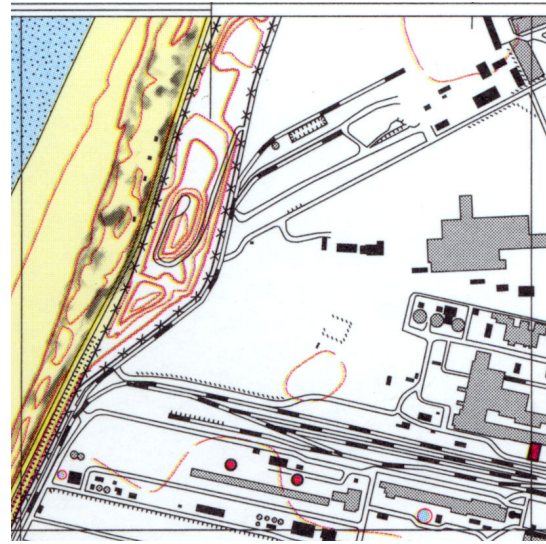
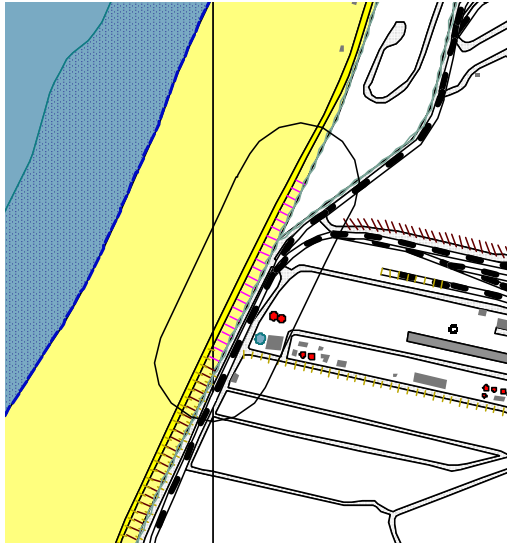
Afbeelding ArcView – Hoogteverschil Rechtoomlaag 7220/2728 – Afbeelding Kaart (1:25.000)



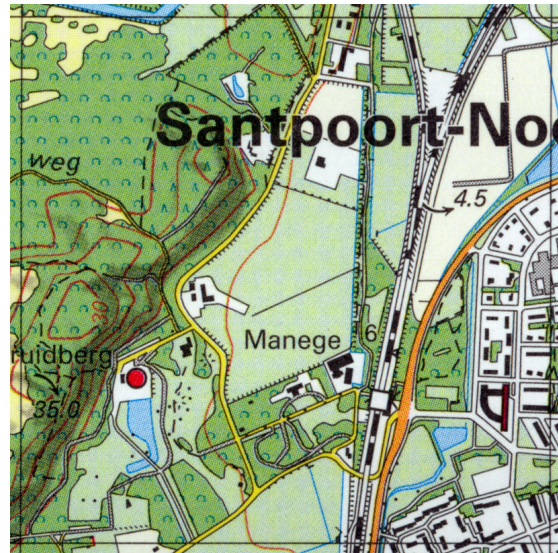
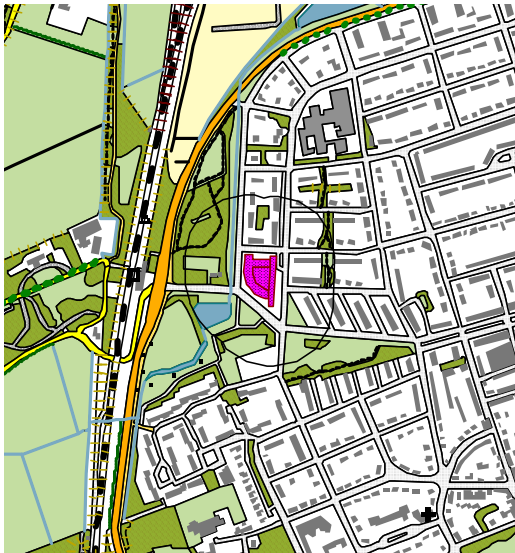
Afbeelding ArcView – Wal: 7150 – Afbeelding Kaart (1:25.000)



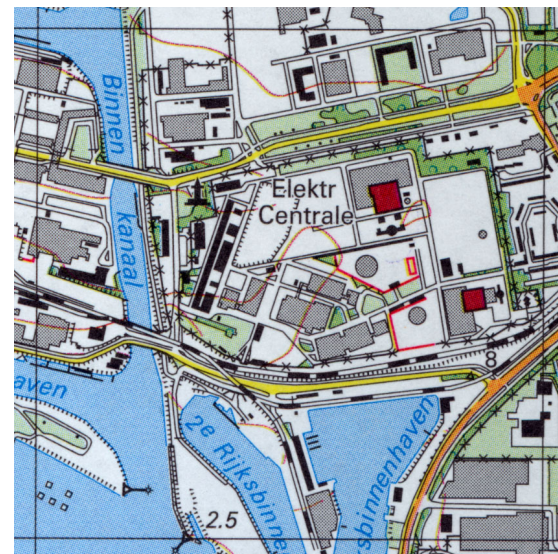
Afbeelding ArcView – Lage dijk: 7110 – Afbeelding Kaart (1:25.000)



Afbeelding ArcView – Hoge dijk: 7100 – Afbeelding Kaart (1:25.000)



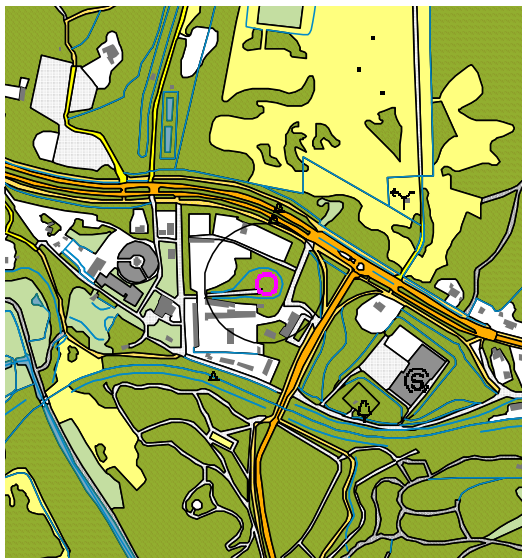
Afbeelding ArcView – Hoogbouw: 1030 – Afbeelding Kaart (1:25.000)



Afbeelding ArcView – Brug: 3710 – Afbeelding Kaart (1:25.000)



Afbeelding ArcView – Toren: 1800 – Afbeelding Kaart (1:25.000)



Afbeelding ArcView – Watertoren: 1820 – Afbeelding Kaart (1:25.000)

4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Dit rapport behandelt de volgende hoofdvraag:

Wat is de huidige wijze van de kartografische hoogtevoorstelling binnen de TOPvector producten en welke conclusies en aanbevelingen kunnen hieruit worden getrokken ten aanzien van de beoogde TIN/TEN terreinmodellering.

4.1 Conclusies

Ten aanzien van de huidige productiewijze van de TOP10vector kan het volgende worden geconcludeerd:

1. In de huidige TOP10vector is de hoogtecomponent onderbelicht. Dit geldt zowel voor het hoogtemodel van het terrein zelf als voor de terreinelementen en het komt tot uiting in zowel het 2½D landschapsmodel als in het kartografisch model, welke erop gericht is om in een papieren kaart de hoogtecomponent te visualiseren.
2. Het hoogtemodel van het terrein is zeer beperkt en bestaat slechts uit een 2 à 3 hoogtepunten per km² en hoogtelijnen in de meest reliëfrijke delen van Nederland. Deze informatie wordt wel gebruikt voor de productie van de kaart 1:25.000, maar wordt niet meegeleverd aan de eindgebruikers van de TOP10vector. Binnen de TDN is echter wél een redelijk betrouwbaar en up-to-date hoogtemodel beschikbaar, dat wordt gebruikt bij de productie van de orthofoto's en voor de berekening van de hoogtelijnen. Dit hoogtemodel, gebaseerd op de aloude TOP10MD, is zeer geschikt voor een eerste vorm van een TIN terreinmodellering en wordt al zodanig in het productieproces toegepast.
3. De hoogte van de diverse terreinelementen met reliëf is veelal relatief t.o.v. de overige terreinelementen. Pas na het visueel relateren van nabije en overlappende elementen is de onderlinge hoogteverhouding duidelijk. De kartografische symbolen (schrabjes, viaductsymbolen, etc.) zijn daarbij onontbeerlijk. Het huidige productieproces staat in sommige gevallen (zoals bij hoogbouw) toe één kenmerkende hoogte aan de terreinelementen te koppelen, maar dat heeft alleen zijn toepassing voor een correcte planimetrische ligging van deze terreinelementen. In geen geval wordt de hoogte als een attribuut meegeleverd binnen de TOP10vector of is vanuit de kartografische voorstelling een absolute hoogte of hoogteverschil te bepalen.

4.2 Aanbevelingen

Ten aanzien van de huidige productiewijze van de TOP10vector kunnen de volgende aanbevelingen worden gedaan:

1. Gebruik het interne terreinhoogtemodel, gebaseerd op de TOP10NL, voor de vervaardiging van duinschaduwingen van de kartografische hoogtevoorstelling van de TOP10vector. De huidige productieomgeving van de TDN staat dit toe en het model is zeer geschikt voor de weergave doeleinden van 1:10.000 tot 1:25.000. De discrepantie tussen de huidige

verouderde weergave (anno 1975) en de nieuw berekende hoogtelijnen wordt zo vermeden.

2. De marketingafdeling van de TDN zal kunnen besluiten om het interne terreinhoogtemodel van de TDN beschikbaar te stellen aan de eindgebruikers als onderdeel van de TOP10vector. Dit hoogtemodel is door het interne productieproces voldoende verbeterd en up-to-date gebracht om te kunnen dienen voor de berekening van hoogtelijnen en het vervaardigen van eenvoudige 3D-visualisaties.

Ten aanzien van de beoogde TIN/TEN modellering van de toekomstige TOP10NL gelden de volgende aanbevelingen:

1. De TIN/TEN terreinmodellering maakt het mogelijk binnen één datamodel alle punt-, lijn-, vlak-, en volumeobjecten te representeren en daarbij geometrische bewerkingen en topologische relaties te implementeren. Voorwaarde is dat zowel het terrein zelf als alle terreinelementen een zekere hoogtecomponent bezitten. Deze hoogtecomponent kan per object worden gegeven d.m.v. één attribuutwaarde of in de geometrie zelf worden vastgelegd.
2. Stel een objectmodel op om aan de hand van de gegeven TOP10vector elementen of de toekomstige TOP10NL objecten complexe 3D-terreinelementen, zoals viaducten en verkeerspleinen, te kunnen samenstellen. De gegeven elementen moeten al voldoende hoogteinformatie in zich herbergen om deze complexe terreinobjecten te kunnen creëren.
3. Om de hoogtewaarde van de diverse terreinelementen te kunnen bepalen is het noodzakelijk een koppeling met andere bestanden te leggen of het productieproces van de TOP10vector, of in de nabije toekomst de TOP10NL, aan te passen. De koppeling zou kunnen bestaan uit het Actueel Hoogtemodel Nederland (AHN), maar de hoogte van de meest kenmerkende terreinelementen kan ook tijdens het productieproces bij de TDN bepaald worden. Onderzoek moet uitwijzen wat de voor- en nadelen van beide methoden zijn.

5. LITERATUUR EN REFERENTIES

- [1.1] <http://www.laagste.nl/>
- [1.2] <http://www.tdn.nl/inhoud/informatie/index.cfm?fuseaction=faq>
- [1.3] Nederland in drie dimensies, dr. J.J.C. Piket, Falk Geografische Reeks, 1972
- [1.4] <http://www.minvenw.nl/rws/mdi/geoloket/ahn.html>
- [1.5] Merlijn Simonse, 3DTOP10, Integratie van TOP10vector met het AHN, afstudeerscriptie afdeling Geodesie, 2000
- [1.6] Objectgerichtheid TOP10vector: Achtergrond en commentaar op de gebruikersspecificaties en het conceptuele gegevensmodel, Rapport aan Topografische Dienst Nederland, E.M. Fendel (eds.), TU Delft, Delft 2000, 18 p.p.
- [1.7] GIST Report No. 9, Vries, M.E. de, T.P.M. Tijssen, J.E. Stoter, C.W. Quak and P.J.M. van Oosterom, The GML prototype of the new TOP10vector object model, Report for the Topographic Service, Delft University of Technology, Delft 2001, 132 p.
- [1.8] Verbree, E., Driedimensionale Topografische Terreinmodellering op basis van Tetraëder Netwerken: Top10-3D, Rapport aan Topografische Dienst Nederland, GIST Report No. 16, Delft 2002, 15 p.
- [3.1] <http://www.minvenw.nl/rws/mdi/geoloket/tophoogtemd.html>
- [3.2] MGE Terrain Analyst (MTA) User's Guide.
- [3.3] Productbeschrijving TOP10vector, TDN, versie september 1998.

BIJLAGE: SPECIFICATIES TOP10VECTOR T.A.V. HOOGTEKARTERING

Code	Omschrijving	Leveringsbestand				
		BAS	VLK	HZN	SYM	PAT
01030	Hoogbouw			HZN		
01800	Toren				SYM	
01820	Watertoren				SYM	
01850	Vuurtoren				SYM	
04730	Zend/Ontvangstmast				SYM	
04800	Hoogspanningsmast				SYM	
04810	Hoogspanningsleiding	BAS				
06200	Hoogwaterlijn	BAS				
06210	Laagwaterlijn	BAS				
06220	Dieptelijn	BAS				
06223	Dieptelijn 10/20	BAS				
06230	Dieptepunt				SYM	
07090	Patterninglijn	BAS				
07100	Dijk > 2.5 m.	BAS				
07104	Patterningcel dijk > 2.5 m.					PAT
07110	Dijk1-2,5m	BAS				
07114	Patterningcellcel dijk 1-2,5m					PAT
07140	Boezemkade Omlaag(ExBk)	BAS				
07150	Wal/Kade	BAS				
07154	Patterningcel Wal/Kade					PAT
07160	Geluidswering	BAS				
07220	Hoogteverschil	BAS				
07250	Aardrand	BAS				
07260	Recht omhoog(Extra Bijcode)	BAS				
07264	Patterningcel recht_omhoog					PAT
07270	Recht omlaag(Extra Bijcode)	BAS				
07274	Patterningcel recht_omlaag					PAT
07290	Schuin omlaag(Extra Bijcode)	BAS				
07294	Patterningcel schuin_omlaag					PAT

BIJLAGE:**VERKENNINGSVOORSCHRIFTEN T.A.V KARTOGRAFISCHE HOOGTEVOORSTELLING**

Deze bijlage is een uittreksel van de complete verkenningvoorschriften van de Topografische Dienst, versie 2002. In deze bijlage zijn de elementen overgenomen met een zekere hoogtecomponent. Daar waar verwezen wordt naar andere elementen geldt dat deze een zelfde soort hoogtecomponent in zich herbergen. Per element is aangegeven of de hoogtecomponent absoluut is (t.o.v. NAP) dan wel beschrijven (relatief t.o.v. van overige terreinelementen)

Aardrand = Steile rand*Relatief*

Plotselinge terreinverheffing of inzinking.

Wordt, indien hiervoor ruimte is, aangegeven met een symbool, waarbij de rand van het hoogst gelegen maaiveld wordt aangegeven met een zwarte lijn.

Opname-criteria:

- minimum lengte voor opname : 100m.
 - hoogteverschil tussen twee maaivelden: minimaal 1 meter.
 - hoogteverschil tussen maaiveld en water: minimaal 3 meter.
-

Hoogbouw*Relatief*

Als zelfstandige eenheid of onderdeel van andere **BEBOUWING**

Hoger dan 35 meter of bestaande uit 10 of meer woonlagen.

Wordt apart aangegeven als **BEBOUWING/...**, opgevuld met een zwart kruisraster, en geannoteerd.

Dieptegetal*Absoluut*

Getal, aangevende de waterdiepte ter plekke in meters t.o.v. NAP.

Gegevens worden ingewonnen door sectie Geodesie.

Bron: RWS.

Dieptelijn*Absoluut*

Lijn gevormd door punten met gelijke waterdiepte.

Gegevens worden ingewonnen door sectie Geodesie.

Bron: Lodingskaarten RWS.

Dieptelijngetal

Absoluut

Beschrijving van de **DIEPTELIJN**.

Gegevens worden ingewonnen door sectie Geodesie.

Bron: Lodingskaarten RWS.

Vastlegging: Digitaal bestand, in de Z-range van de **DIEPTELIJN**.

Dijk

Relatief

Opgeworpen aarden wal die dienst doet (of deed) als waterkering langs of om water.

Zie ook **CALAMITEITENKERING**, **GELUIDSWERING**, **DIJKVERSTEVIGING**.

Een dijk wordt aangegeven met een symbool over de gehele lengte van het talud (tussengelegen terrassen worden niet aangegeven).

Minimum lengte voor opname: 100 m.

Onderscheiden worden:

- Dijk hoger dan 2.50 meter ("dijk recht"). Hierbij wordt "hoog" aangegeven met "+" en "laag" met "-".

- Dijk met een hoogte tussen 1.00 en 2.50 meter ("dijk schuin").

- Dijk met een hoogte tussen 0.50 en 1.00 meter ("wal"). Dit teken wordt geplaatst over de volle breedte van de wal (eventueel begrensd door contouren).

Dijken lager dan 0.50 meter worden niet aangegeven.

De hoogte van de dijk wordt bepaald t.o.v. het laagste aangrenzende maaiveld.

Bomenrij op talud : zie **BOMENRIJ**.

Heg op talud of wal : zie **HEG**.

POPULIERENOPSTAND op talud : worden aangegeven als **BOMENRIJ**.

Overige vegetatie : wordt normaal geannoteerd.

Bebouwing op talud : wordt aangegeven als **BEBOUWING/...**, taludsymbool vervalt.

Muur op dijk: zie **MUUR**.

Weg op wal: wal wordt niet aangegeven.

Wal om een **WATERBAK** : wal wordt niet aangegeven.

Wordt beschreven.

Geluidswal

Relatief

GELUIDSWERING in de vorm van een langwerpige, opgeworpen hoogte.

Wordt aangegeven als **DIJK** en geannoteerd.

Bij ruimtegebrek aangeven als **DIJK/WAL** of **GELUIDSWERING**.

Opname-criteria: minimum lengte: 100 meter, minimum hoogte: 2 meter.

Geluidswering

Constructie ten behoeve van het terugdringen van geluidsoverlast.

Een geluidswering in de berm van een weg wordt aangegeven als annotatie aan het wegcontour, mits deze gelegen is binnen 6 meter van het wegcontour.

Overige geluidsweringen worden aangegeven met een zwarte lijn plus annotatie.

Opname-criteria: minimum lengte: 100 meter, minimum hoogte: 2 meter.

Zie ook **MUUR**.

Hoogteverschil

Relatief

Plaatselijk glooiende terreinverheffing of -inzinking (i.t.t. grotere terreinglooiing: deze wordt voorgesteld met hoogtelijnen).

Zie ook **BERM**, **FORT**, **STEILE RAND**.

Wordt, indien hiervoor ruimte is, aangegeven met een symbool, waarbij de rand van het hoogst gelegen maaiveld op de juiste plaats door de "plus"-zijde van het symbool wordt gemarkeerd.

De lengte van het talud wordt in principe aangegeven met de lengte van het symbool.

Algemeen:

Wordt aangegeven indien er sprake is van een minimaal hoogteverschil van 1 meter.

Hoogteverschil tussen maaiveld en lager gelegen water: wordt aangegeven bij een minimaal hoogteverschil van 3 meter en indien daarvoor voldoende ruimte aanwezig is.

Hoogteverschillen in bossen: hierbij wordt generaliserend tewerk gegaan.

In duingebied worden geen hoogteverschillen aangegeven.

Hoogteverschil / Hoog gelegen water

Relatief

Ophoging van het terrein om water op te kunnen stuwen tot een hoogte, hoger dan die van het omringende terrein.

Wordt aangegeven met een arcering indien er sprake is van een minimaal hoogteverschil van 1 meter.

Deze arcering wordt vrij van de grenslijn WATER/land (oeverlijn) of de SLOOT geplaatst.

Hoogwaterlijn

Absoluut

Lijn die de grens van het water aangeeft op het moment dat de vloed op zijn hoogst is.

Wordt aangegeven met een zwarte lijn plus annotatie.

Hoogwaterlijnen van (zand)platen, waar geen fotobeeld van is, worden ingewonnen en digitaal vastgelegd door Geodesie.

Uitzonderingen:

Op een **DIJK** of een **DIJK/STEENGLOOIING** wordt geen hoogwaterlijn aangegeven.

Laagwaterlijn

Absoluut

Lijn die de grens van het water aangeeft als de eb op zijn laagst is.

Gegevens worden ingewonnen door sectie Geodesie.

Bron: RWS.

Vastlegging: digitaal bestand.

Toren

Relatief

Bouwwerk van grote hoogte in verhouding tot de doorsnede, hetzij vrijstaand, hetzij als onderdeel van een groter stuk aaneengesloten **BEBOUWING**.

Zie ook **KOELTOREN**.

Zie ook **BEBOUWING/BIJZONDERE FUNCTIE**.

Bij de vastlegging op de luchtfoto worden de verschillende soorten torens als volgt behandeld:

- Vrijstaande torens.
Worden aangegeven als **BEBOUWING/GEBOUW**, meestal geannoteerd en/of beschreven (zie **TOREN/...**)
- Torens als onderdeel van een **GEBOUW** of **BEBOUWD OPPERVLAK** (geïntegreerde toren).
Worden aangegeven met een zwarte stip op de plaats van de toren en geannoteerd en/of beschreven (zie **TOREN/...**).
- Een dakruiter wordt niet aangegeven.

Toren /Vuurtoren

Relatief

Toren als drager van een ter oriëntatie dienend licht, met name langs de kust. Het lichtpatroon van de **VUURTOREN** is uniek t.o.v. elke andere **VUURTOREN** of **LICHTTOREN**.

Zie ook **LICHTTOREN**.

Alleen de torens, voorkomend op de Vuurtorenlst (samengesteld door sectie Geodesie) worden als **VUURTOREN** aangegeven.

Wordt aangegeven als **TOREN**.

Wordt beschreven.

Toren /Watertoren

Relatief

TOREN (oorspronkelijk) bedoeld voor de opslag van drinkwater (voorkomen telt, niet functie).

Wordt aangegeven als **TOREN** plus annotatie.

Attentie: De oorspronkelijke bestemming van het bouwwerk is doorslaggevend!! (daarom de annotatie zonodig aanvullen met ("Voorm").

Zend- en/of ontvangstmast

Relatief

Hoge, open, markante constructie t.b.v. het uitzenden en/of ontvangen van beeld- en/of geluidssignalen.

Wordt aangegeven met een symbool.

De voet van de stok geeft de juiste plaats aan.

Alleen de echt hoge opvallende masten geven, bv. CAI.

NB. BB-antennes, GSM-masten, (particuliere) antennes en mobilofoon-masten van Politie en Brandweer **alleen** aangeven voor het **Obstakel-archief** als ze voldoen aan de criteria.

Eerder verschenen rapporten in deze reeks:

- GIST Report No. 1, Oosterom, P.J. van, Research issues in integrated querying of geometric and thematic cadastral information (1), Delft University of Technology, Rapport aan Concernstaf Kadaster, Delft 2000, 29 p.p.
- GIST Report No. 2, Stoter, J.E., Considerations for a 3D Cadastre, Delft University of Technology, Rapport aan Concernstaf Kadaster, Delft 2000, 30.p.
- GIST Report No. 3, Fendel, E.M. en A.B. Smits (eds.), Java GIS Seminar, Opening GDMC, Delft, 15 November 2000, Delft University of Technology, GIST. No. 3, 25 p.p.
- GIST Report No. 4, Oosterom, P.J.M. van, Research issues in integrated querying of geometric and thematic cadastral information (2), Delft University of Technology, Rapport aan Concernstaf Kadaster, Delft 2000, 29 p.p.
- GIST Report No. 5, Oosterom, P.J.M. van, C.W. Quak, J.E. Stoter, T.P.M. Tijssen en M.E. de Vries, Objectgerichtheid TOP10vector: Achtergrond en commentaar op de gebruikersspecificaties en het conceptuele gegevensmodel, Rapport aan Topografische Dienst Nederland, E.M. Fendel (eds.), Delft University of Technology, Delft 2000, 18 p.p.
- GIST Report No. 6, Quak, C.W., An implementation of a classification algorithm for houses, Rapport aan Concernstaf Kadaster, Delft 2001, 13.p.
- GIST Report No. 7, Tijssen, T.P.M., C.W. Quak and P.J.M. van Oosterom, Spatial DBMS testing with data from the Cadastre and TNO NITG, Delft 2001, 119 p.
- GIST Report No. 8, Vries, M.E. de en E. Verbree, Internet GIS met ArcIMS, Delft 2001, 38 p.
- GIST Report No. 9, Vries, M.E. de, T.P.M. Tijssen, J.E. Stoter, C.W. Quak and P.J.M. van Oosterom, The GML prototype of the new TOP10vector object model, Report for the Topographic Service, Delft 2001, 132 p.
- GIST Report No. 10, Stoter, J.E., Nauwkeurig bepalen van grondverzet op basis van CAD ontgravingsprofielen en GIS, een haalbaarheidsstudie, Rapport aan de Bouwdienst van Rijkswaterstaat, Delft, 2001, 23 p.
- GIST Report No. 11, Geo DBMS, De basis van GIS-toepassingen, KvAG/AGGN Themamiddag, 14 november 2001, J. Flim (eds.), Delft 2001, 37 p.
- GIST Report No. 12, Vries, M.E. de, T.P.M. Tijssen, J.E. Stoter, C.W. Quak and P.J.M. van Oosterom, The second GML prototype of the new TOP10vector object model, Report for the Topographic Service, Delft, 2002, Part 1, Main text, 63 p. and Part 2, Appendices B and C, 85 p.
- GIST Report No. 13, Vries, M.E. de, T.P.M. Tijssen en P.J.M. van Oosterom, Comparing the storage of Shell data in Oracle spatial and in Oracle/ArcSDE compressed binary format, Delft, 2002, .72 p. (Confidential)
- GIST Report No. 14, Stoter, J.E., 3D Cadastre, Progress Report, Report to Concernstaf Kadaster, Delft 2002, 16 p.
- GIST Report No. 15, Zlatanova, S., Research Project on the Usability of Oracle Spatial within the RWS Organisation, Detailed Project Plan (MD-NR. 3215), Report to Meetkundige Dienst – Rijkswaterstaat, Delft 2002, 13 p.
- GIST Report No. 16, Verbree, E., Driedimensionale Topografische Terreinmodellering op basis van Tetraëder Netwerken: Top10-3D, Report aan Topografische Dienst Nederland, Delft 2002, 15 p.
- GIST Report No. 17, Zlatanova, S. Augmented Reality Technology, Report to SURFnet bv, Delft 2002, 72 p
- GIST Report No. 18, Vries, M.E. de, Ontsluiting van Geo-informatie via netwerken, Plan van aanpak, Delft, 2002, 17 p.
- GIST Report No. 19, Tijssen, T.P.M., Testing Informix DBMS with spatial data from the cadastre, Delft 2002, 62 p.
- GIST Report No. 20, Oosterom, P.J.M. van, Vision for the next decade of GIS technology, A research agenda for the TU Delft, the Netherlands, Delft 2003, 55 p.
- GIST Report No. 21, Zlatanova, S., T.P.M. Tijssen, P.J.M. van Oosterom and C.W. Quak, Research on usability of Oracle Spatial within the RWS organisation, (AGI-GAG-2003-21), Report to Meetkundige Dienst – Rijkswaterstaat, Delft 2003, 74 p.