

De zichtbaarheid van de Belle van Zuylen-toren

Han Lörzing

Arjan Harbers

Marnix Breedijk

Ruimtelijk Planbureau, Den Haag

2007

Inhoud

Inleiding 3

De toren

De ligging 5

De hoogte 5

Het ruimtebeslag 5

De zichtbaarheid

Vanaf waar is de Belle van Zuylen zichtbaar? 8

Hoe vaak is de Belle van Zuylen zichtbaar? 8

Hoe is de Belle van Zuylen zichtbaar? 19

Conclusies 23

Literatuur 24

Over de auteurs 24

De zichtbaarheid van de Belle van Zuylen-toren

Inleiding

De laatste tijd mag het Nederlandse landschap zich verheugen in een toenemende belangstelling. Zo heeft het kabinet recentelijk het begrip ‘verromming’ op de agenda gezet, dat onder andere betrekking heeft op het groeiende aantal bedrijfs- en andere gebouwen dat het landschapsbeeld is gaan bepalen. In deze korte studie bekijken we welke impact zeer hoge gebouwen kunnen hebben op het landschap. Daarvoor onderzoeken we vanaf welke afstand een specifieke te bouwen toren zichtbaar zal zijn: de Belle van Zuylen in Utrecht.

De Belle van Zuylen-toren (genoemd naar de Utrechtse schrijfster Belle van Zuylen, die leefde van 1740 tot 1805) moet met zijn beoogde 262 meter de blikvanger gaan worden van Nederlands grootste Vinex-wijk, Leidsche Rijn in Utrecht. Het gebouw moet ruimte bieden aan kantoren, appartementen, winkels en parkeerplaatsen. Verder zijn een conferentiecentrum, een hotel en een museum voorzien en op de bovenste verdieping moet een uitzichtplatform komen. Als de Utrechtse gemeenteraad akkoord gaat met het ontwerp van de ArchitectenCie, kan de bouw beginnen in 2009 en de Belle van Zuylen kan dan in 2014 in gebruik worden genomen.

De Belle van Zuylen is om twee redenen geschikt materiaal voor een onderzoek naar de invloed van (zeer) hoge gebouwen op het omliggende landschap. In de eerste plaats is de toren voor Nederlandse begrippen uitzonderlijk hoog, waardoor de toren in theorie zichtbaar zal zijn vanaf een ongekeerde afstand. In de tweede plaats zal de Belle van Zuylen dicht bij de beleidsmatige begrenzing van het Groene Hart komen te staan (op nog geen 4 kilometer), waardoor de toren ten minste vanuit een deel van dit nationale landschap te zien zal zijn. Die zichtbaarheid kan van invloed zijn op de openheid en de kwaliteit van het landschap van het Groene Hart.

Voorstanders van de toren roemen de gedurfde hoogte van het gebouw, zijn functie als landmark voor de stad Utrecht en de ruimte die door deze compacte vorm van stedenbouw elders gespaard wordt.

– In theorie zal de te bouwen Belle van Zuylen-toren (262 meter hoog) over een afstand van 62 kilometer te zien zijn.

– Bij goede weersomstandigheden zal hij daarmee te zien zijn in een zeer groot deel van het Groene Hart.

– Ook zal de toren, onder goede weersomstandigheden, vanaf de snelwegen richting Utrecht te zien zijn vanaf bijvoorbeeld Gouda en de zuidrand van Amsterdam. Vanaf de weg zal de toren dus zeker zijn functie als ‘landmark’ voor Utrecht vervullen.

– Vergeleken met andere hoge torens in Nederland heeft de Belle van Zuylen-toren bij gelijke afstand duidelijk de grootste impact aan de horizon.

– Doordat de Nederlandse weersomstandigheden vaak minder goed zijn, zal de zichtbaarheid op grote afstanden (30 kilometer en meer) beperkt zijn tot minder dan tien procent van de tijd.

De methodiek: Viewshed (GIS)

Met behulp van GIS kunnen we uitrekenen welke gebieden vanaf een bepaalde locatie zichtbaar zijn. Het GIS-programma (tool viewshed) kan daarbij rekening houden met de aardkromming en met fysieke barrières in het landschap, zoals glooiingen, bebouwing, bossen en andere occupatie. Omgekeerd kunnen we stellen dat als gebieden vanaf een hoog object zichtbaar zijn, dit object ook zichtbaar is vanuit deze gebieden. Die theoretisch maximale afstand vanaf waar een gebouw zichtbaar is, noemen we het zichtbereik van het gebouw.

Daarbij gaan we ervan uit dat een gebouw niet zichtbaar is als de waarnemer tussen bebouwing en vegetatie loopt. Daarom zijn de zichtbare gebieden gecorrigeerd voor de locaties waar zich fysieke barrières bevinden. Ook gaan we uit van een waarnemer op het niveau van het maaiveld; er wordt dus niet gekeken of een hoog object zichtbaar is vanaf een hogere verdieping. Verder is rekening gehouden met de ooghoogte van de waarnemer: deze is gesteld op 1,60 meter.

Om met GIS een 'driedimensionaal' landschap te kunnen creëren, hebben we drie bronnen gebruikt. Uit het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN; Rijkswaterstaat AGI) hebben we de maaiveldhoogten geïnventariseerd. De barrières die het zicht kunnen belemmeren, zoals bebouwing en vegetatie, hebben we afgeleid uit de topografische kaart 1:10.000 (Topografische Dienst Kadaster 2005). Verder

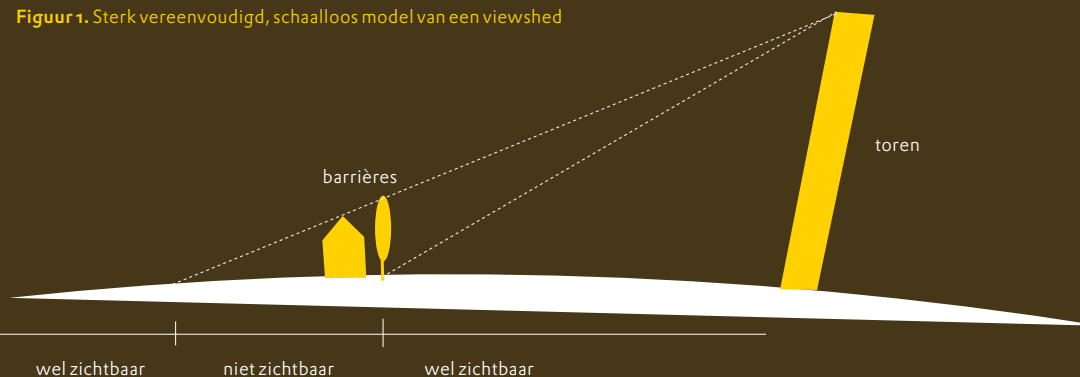
hebben we als barrière geluidsschermen toegevoegd (Adviesdienst Verkeer en Vervoer 2005). Daar is per type barrière een hoogte aan toegekend (zie tabel 1) en die zijn vervolgens bij de maaiveldhoogte volgens het AHN opgeteld.

Bij het interpreteren van de meetresultaten moet de nodige zorgvuldigheid worden betracht. Bij de berekening van de zichtbaarheid hebben we namelijk verschillende aannamen moeten doen over de hoogtegegevens van de barrières. Zo hebben we aangenomen dat hoogbouw overal 30 meter hoog is, laagbouw 7 meter, en bos 15 meter. Deze waarden zijn redelijke gemiddelden; ze kunnen op lokaal niveau de ene keer te hoog en de andere keer te laag uitpakken.

Naarmate de afstand van een barrière tot een toren groter wordt, worden de gevolgen van een foute aanname groter. Bijvoorbeeld, iemand staat op 30 kilometer afstand van een toren van 262 meter hoog. Tussen hem en de toren bevindt zich een gebouw van 6 meter hoog. Als hij op de toren afloopt, passeert hij een zone van ongeveer 950 meter lang dat hij geen zicht heeft op de toren (zie figuur 1). Is de barrière 18 meter hoog, dan is deze zone 3.110 meter. Bij lagere torens wordt dit effect nog groter.

Gezien het indicatieve karakter van de kaarten en de schaal waarop de kaarten zijn afgebeeld, is deze foutmarge acceptabel. Bovendien overlappen deze zones elkaar sowieso vaak en zijn solitaire gebouwen hooguit tientallen meters breed, een grootteorde die op de gebruikte schaal nauwelijks te zien is.

Figuur 1. Sterk vereenvoudigd, schaalloos model van een viewshed



De toren

De ligging

De Belle van Zuylen-toren is bedoeld als belangrijk onderdeel van het centrum van de Utrechtse Vinex-wijk Leidsche Rijn. De locatie is een, in stedenbouwkundig en verkeerstechnisch opzicht, zeer strategische plek bij het geplande NS-station van Leidsche Rijn en in de directe nabijheid van een (bestaande) aansluiting op de rijksweg A2.

De hoogte

Met zijn 262 meter zal de Belle van Zuylen-toren veruit het hoogste gebouw van Nederland zijn. Op dit ogenblik (2007) is er zelfs in Europa geen hoger gebouw te vinden, met uitzondering van het Triomfpaleis in Moskou (264 meter). In Nederland zijn er wel enkele objecten hoger dan de Belle van Zuylen-toren, met als hoogste de Gerbrandytoren, een zendmast bij IJsselstein van 375 meter hoog. In vergelijking met gebouwen buiten Europa blijkt de Belle van Zuylen-toren nog tamelijk bescheiden. Wereldwijd zijn er op dit ogenblik 74 gebouwen die hoger zijn, volgens de top 200 van internationale wolkenkrabbers van Emporis (2007). In steden als Dubai en Taipei worden zelfs gebouwen gerealiseerd die hoger zijn dan 500 meter.

Het ruimtebeslag

De Belle van Zuylen-toren zal 151.700 vierkante meter bruto vloeroppervlak (bvo) bevatten en daarvoor een kavel in beslag nemen van 1,27 hectare (Architecten Cie 2006 en Burgfonds 2006). Een in het buitenland algemene, en in Nederland steeds meer gebruikelijke maat voor de dichtheid van gebouwen is de zogenoemde *Floor Space Index*. Deze FSI is het bruto vloeroppervlak gedeeld door de kavelgrootte. Een eenvoudige rekensom leert dat de FSI voor de Belle van Zuylen-toren 11,9 bedraagt (151.700 vierkante meter gedeeld door een oppervlak van 1,27 hectare). Kijken we naar de stedenbouwkundige dichtheid,

Tegenstanders wijzen op de luchtvervuiling als gevolg van de verkeersaanzuigende werking van de toren en stellen vragen bij de horizonvervuiling ten gevolge van de zichtbaarheid van de toren vanuit met name het Groene Hart. Hoe het ook zij: de visuele effecten spelen bij zowel voor- als tegenstanders een rol.¹

In deze studie onderzoeken we de impact van de Belle van Zuylen-toren buiten de bebouwde kom. Daarbij besteden we aandacht aan:

- de ruimtelijke invloed van de toren, oftewel: hoe zal de Belle van Zuylen zichtbaar zijn vanaf verschillende afstanden;
- reeds bestaande hoge gebouwen en bouwwerken in en rond het Groene Hart, zodat we de invloed van de Belle van Zuylen in perspectief kunnen plaatsen;
- het ruimtebeslag van de Belle van Zuylen, in vergelijking tot het grondgebruik van gebouwen die minder hoog zijn.

Deze studie laat zich niet uit over de invloed van het gebouw op het verkeer, op de lokale stedenbouwkundige inpassing en ook niet over de vormgeving van het gebouw.

Bij de ruimtelijke impact van de toren houden we niet alleen rekening met de theoretisch maximale zichtbaarheid, maar ook met verschillende weersomstandigheden; bij helder weer zal het gebouw immers beter te zien zijn dan bij mistig weer. We hebben niet onderzocht of een bepaald waarnemingspunt ook werkelijk voor waarnemers bereikbaar is; dat speelt een rol voor de zichtbaarheid vanuit het Groene Hart, waarvan sommige delen nauwelijks ontsloten zijn. Hierdoor zou het gebied van waaruit de toren daadwerkelijk waargenomen kan worden, wel eens kleiner kunnen zijn dan deze studie suggereert.

Noten

1. Zie bijvoorbeeld het artikel in *NRC Handelsblad* (18 april 2007) en kamervragen van CDA Tweede Kamerleden Vietsch en Van Heugten (Tweede Kamer 26 april 2007).

Het driedimensionale landschap met barrières dat op deze manier ontstaat, is opgedeeld in gridcellen van 5 bij 5 meter. In de viewshed-methode wordt aan iedere gridcel een waarde 0 of 1 toegekend afhankelijk van de zichtbaarheid van het betreffende punt vanaf de toren.

Er zijn meer redenen om bij het interpreteren van de meetresultaten de nodige zorgvuldigheid te betrachten. Allereerst is een gemeten zichtbaarheid niet automatisch gelijk aan de werkelijke zichtbaarheid. Deze laatste is onder meer afhankelijk van de weersomstandigheden, het gezichtsvermogen van de waarnemer en van het seizoen (bladeren aan de bomen). Ook spelen de omvang van het silhouet van de toren en het contrast dat de toren vormt tegen zijn achtergrond een belangrijke rol. Voor de weersomstandigheden zijn gegevens van het KNMI (De Bilt) gebruikt (figuur 3) (zie pagina 10-11). In de overige zichtbaarheidskaarten (figuren 4 tot en met 9) wordt het zichtbare gebied radiaal en lineair vervaagd naar de horizon, omdat de zichtbaarheid richting de horizon ook afneemt tot 0.

Verder is het mogelijk dat er sinds het verschijnen van de data waarop de metingen zijn gebaseerd,

barrières bij zijn gekomen of weggenomen. Tot slot moet worden vermeld dat in het Actueel Hoogtebestand Nederland een paar kleine locaties voorkomen waarvan geen data aanwezig zijn. Doorgaans betreft dit water dat op ruime afstand van de Belle van Zuylen-toren ligt. Voor deze locaties kan niet worden bekeken of er sprake is van zicht en ze zijn ook niet in de berekening meegenomen.

De resultaten van de viewshed-methode zijn dus geen absolute waarheden, maar geven een indicatie van de zichtbaarheid van de Belle van Zuylen. Om de betrouwbaarheid van die indicatie te verhogen, is het onderzoek uitgebreid:

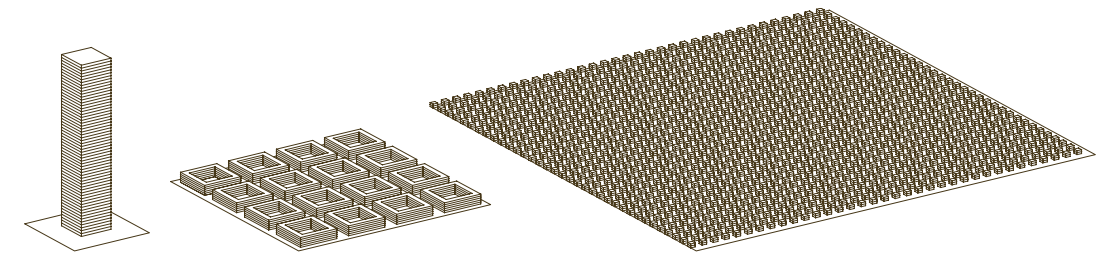
- ter vergelijking zijn er als referentie ook viewsheds berekend voor enkele bestaande hoge objecten in en rond het Groene Hart;

- de uitkomsten van deze viewsheds zijn ‘in het veld’ steekproefsgewijs gecontroleerd. Het theoretische model bleek het zicht in de meeste gevallen goed te voorspellen. Waar het reële zicht niet overeenkwam met het berekende zicht, waren nieuwe, nog niet gekarteerde bouwprojecten of de weersomstandigheden de oorzaak.

Tabel 1. Hoogte van de verschillende soorten barrières

Bestand	Hoogte (m)	Omschrijving
TOP 10 Vlakken (TDK)	15	Naaldbos, loofbos, gemengd bos, populierenopstand
	55	Griend
	3	Boomgaard, boomkwekerij, fruitkwekerij
	7	Bebouwing
	30	Hoogbouw
	10	Kassen
TOP 10 Lijnen (TDK)	15	Bomenrij enkel/dubbel
	2	Muur/hek/heg
	5	Dijk > 2,5m
	2	Dijk 1m-2,5m
TOP 10 Huizen (TDK)	7	Gebouw/huis
	5	Tank
	30	Hoogbouw
Geluidsbeperkingen (AVV)	5	Geluidsscherm, geluidswal met daarop of -in een scherm, geluidswal met luifelconstructie, geluidswand, niet-doorzichtig geluidsscherm

Figuur 2. 151.700 vierkante meter bvo in verschillende dichtheden



Toren 262 m (FSI=10)
151.700 m² bvo
op een kavel van 1,5 ha

Leidsche Rijn Centrum dichtheid (FSI=1,4)
151.700 m² bvo
op een terrein van 10,6 ha

Voorstedelijke dichtheid (FSI=0,3)
151.700 m² bvo
op een terrein van 46,0 ha

dan moeten we niet alleen met de kavel rekenen, maar ook met de ruimte voor de ontsluiting en andere openbare voorzieningen. Hiervoor rekenen we 20 procent extra oppervlakte (de bovenwijkse voorzieningen, zoals snelweg, spoorlijn en leidingenstroken, laten we buiten beschouwing). De FSI voor de stedenbouwkundige dichtheid komt dan uit op grofweg 10. Dat is een dichtheid die voor Nederland ongekend hoog is, en die voornamelijk in steden als Hong Kong wordt gevonden.

Voor een goed begrip van het ruimtebeslag vergelijken we de FSI van de Belle van Zuylen met de in Nederland gangbaardere manier van bouwen.

Zou de geplande 150.000 vierkante meter bvo bijvoorbeeld worden ontwikkeld met dezelfde stedenbouwkundige kenmerken als het omliggende deel van het centrum van Leidsche Rijn (in gesloten bouwblokken), dan zou de FSI maximaal 1,4² worden. Het ruimtebeslag zou dan 10,6 hectare zijn. Dat is bijna zeven keer zoveel als de bruto kavel die voor de Belle van Zuylen-toren is gereserveerd.

Mocht een zelfde aantal vierkante meters worden aangelegd met een dichtheid van 30 woningen per hectare, zoals gebruikelijk in Nederlandse buitenwijken, dan zou de FSI 0,3 zijn (uitgaande van 100 vierkante meter per woning). Het ruimtebeslag zou dan ruim 46 hectare zijn.

Met de keuze voor een zeer hoog gebouw wordt dus circa 9 hectare open ruimte bespaard in vergelij-

king met de stedenbouw in het centrum van Leidsche Rijn, en bijna 45 hectare ten opzichte van de gangbare voorstedelijke stedenbouw (zie figuur 2).

Door zo hoog te bouwen is het directe ruimtebeslag van de Belle van Zuylen relatief dus (zeer) gering. Een dergelijke sterk geconcentreerde ontwikkeling biedt kansen om elders minder ruimte te gebruiken en daarmee het fysieke ruimtebeslag op het open landschap te beperken. Het indirecte (visuele) ‘ruimtebeslag’ daarentegen wordt relatief groot.

Noten

2. In het centrum van Leidsche Rijn is maximaal 749.000 vierkante meter bvo voorzien op 53 hectare. Dit leidt tot een FSI van 749.000/530.000 vierkante meter = 1,4 (bron cijfers Projectbureau Leidsche Rijn).

De zichtbaarheid

Het is niet eenvoudig te simuleren of en hoe hoogbouw zichtbaar is vanuit de (verre) omgeving. Niet alleen de hoogte, maar ook het volume van het gebouw, het weer, en 'barrières' in het landschap beïnvloeden hoe goed het gebouw te zien is. Voor deze studie onderzoeken we daarom niet alleen vanaf waar de toren te zien zal zijn, maar ook hoe goed de toren te zien zal zijn en hoe vaak. Daarbij laten we het effect van het materiaal, de kleur en verlichting van de toren op het zicht buiten beschouwing, omdat het ontwerp momenteel nog niet ver genoeg is uitgewerkt. We nemen wel aan dat die kenmerken van invloed zijn.

Onbetwist de beste manier om de visuele effecten van een bouwwerk te bepalen, is het maken van een model 1:1 in de beoogde situatie. Dit is in Nederland onder meer gedaan in het kader van de discussie over de herbouw van de donjon van de Valkhofburcht in Nijmegen (2005/2006). In Duitsland was een bekend voorbeeld de maquette op ware grootte van het ooit gesloopte (en nu te herbouwen) Stadtschloss in Berlijn. In Zwitserland is het zelfs verplicht om de contouren van nieuwbouwplannen eerst met masten te markeren. Met dit zogenaamde *Bauvisier* worden omwonenden geïnformeerd over het volume van het op handen zijnde bouwproject.

Het zal duidelijk zijn dat dergelijke methoden voor de Belle van Zuylentoren weinig realistisch zijn. Wat wel mogelijk zou zijn, is gedurende een bepaalde periode een luchtballon of een zeppelin op 262 meter te laten hangen op de beoogde locatie. Voor dit onderzoek roepen we echter de hulp in van GIS-analyses (zie 'De methodiek: Viewshed (GIS)').

Vanaf waar is de Belle van Zuylentoren zichtbaar?

Met behulp van de viewshed-methode is de maximale zichtbaarheid van de Belle van Zuylentoren in kaart gebracht. We noemen dit het 'zichtbereik'. Met 'maximaal' bedoelen we de uiterste plekken vanaf waar de toren in theorie (onder ideale omstandigheden) zichtbaar zou zijn. Voor de goede orde: indien er in het geheel geen bebouwing of begroeiing rond

de toren zou zijn (ofwel: als de Randstad en het Groene Hart één grote vlakke zouden zijn). De maximale zichtafstand rondom de toren zou, onder invloed van de aardkromming, een cirkel met een straal van ongeveer 62 kilometer zijn. Op nog grotere afstand verdwijnt de Belle van Zuylentoren achter de horizon.

In werkelijkheid is een dergelijke zichtbaarheid een illusie, gezien de bestaande bebouwing en begroeiing binnen die straal rond de toren. Slechts over groot open water bestaat de mogelijkheid dat de toren te zien is over een afstand van 62 kilometer. De Belle van Zuylentoren zal dan ook vanaf het Markermeer zichtbaar zijn (figuur 3).

De toren mag dan slechts bij hoge uitzondering te zien zijn vanaf de theoretisch maximale afstand, er zijn wel heel wat plekken van waaruit de toren zichtbaar zal kunnen zijn die op tientallen kilometers afstand liggen. Tot in de verre omstreken van de stad Utrecht, en meer in het bijzonder vanuit grote delen van het Groene Hart, zal de Belle van Zuylentoren zichtbaar zijn. Vanuit het zuidoosten en oosten is de toren beduidend minder goed zichtbaar dan vanuit het Groene Hart: de beboste Utrechtse Heuvelrug en de vele dijken in het rivierengebied beletten het zicht in de richting van Utrecht.

Onder gunstige weersomstandigheden zal de toren vanaf de uitvalswegen vanuit Amsterdam, Bodegraven en Gorinchem af en toe te zien zijn. Zeker voor iemand die vanaf Amsterdam over de A2 naar Utrecht rijdt, zal de toren zich als landmark presenteren. Daarentegen is dit effect vanuit het zuiden (A2 uit het rivierengebied) en het oosten (A12 uit Arnhem) zeer gering. Vanaf de A12 uit het westen (Groene Hart) zal de Belle van Zuylentoren afwisselend wel en niet te zien zijn, vanwege de talrijke korte zichtbarrières. Ook vanaf diverse treintrajecten door het Groene Hart zal er zicht op de toren zijn.

Hoe vaak is de Belle van Zuylentoren zichtbaar?

In Nederland zijn de weersomstandigheden niet zodanig dat de toren dagelijks zichtbaar is vanaf de theoretisch berekende afstanden. Integendeel, een vrij uitzicht over 62 kilometer (de maximale afstand waarover de Belle van Zuylentoren in theorie te zien zou kunnen zijn) is zeer uitzonderlijk.

In figuur 3 is daarom de invloed van de weersomstandigheden op de zichtbaarheid verwerkt. Daartoe zijn vier cirkels aangebracht rondom de Belle van Zuylentoren op afstanden van 5, 10, 20 en 30 kilometer. Voor elke cirkel is het bijbehorende percentage zicht aangeduid, respectievelijk 77,6 procent (5 kilometer), 56,7 procent (10 kilometer), 30,8 procent (20 kilometer) en 9,4 procent (30 kilometer).

We hebben ons daarbij gebaseerd op gegevens van het KNMI, dat op het meetstation in De Bilt tussen 1981 en 2000 elk uur van het etmaal de weersomstandigheden heeft gemeten (de zogenoemde uurlijkse metingen; na 2000 is op een andere meetmethode overgegaan). Het lijkt misschien vreemd om ook 's nachts te meten, maar zeker in het geval van een bewoonde toren als de Belle van Zuylentoren is dit niet onlogisch: een (gedeeltelijk) verlichte toren kan een baken in de nacht zijn.

Wees ervan bewust dat die cijfers niet aangeven hoeveel procent van de tijd de Belle van Zuylentoren zichtbaar zal zijn, maar hoeveel procent van de tijd (tussen 1981 en 2000 in De Bilt) het zicht goed was over het betreffende aantal kilometers. Bovendien gaat het om gemiddelden, die per locatie ook nog extreem kunnen verschillen.

Deze gegevens laten wel duidelijk zien dat de zichtbaarheid van hoge objecten zoals de Belle van Zuylentoren, gerelativeerd kan worden. Tussen 1981 en 2000 was het bijvoorbeeld nog geen 10 procent van de tijd mogelijk om 30 kilometer ver te kijken.

De referentieobjecten

Om de impact van de Belle van Zuylentoren te kunnen beoordelen, zijn ter vergelijking dezelfde metingen verricht voor vijf referentieobjecten. Het gaat om bestaande gebouwen of bouwwerken, die in of op korte afstand van de grens van het Groene Hart staan. De Belle van Zuylentoren zou op ongeveer 5 kilometer van de dichtstbijzijnde contour van het Groene Hart komen te staan.

Er is gekozen voor de volgende objecten.

– De Delftse Poort (kantoorgebouw Nationale Nederlanden) in Rotterdam (151 meter hoog); op dit moment het hoogste gebouw van Nederland. Het staat op ongeveer 8 kilometer van de grens van het Groene Hart.

– De Domtoren in Utrecht (112 meter hoog); op dit moment het hoogste gebouw van de stad Utrecht en de belangrijkste identiteitsdrager van de stad.

– De straalverbindingstoren aan de noordrand van Alphen aan den Rijn (135 meter); het hoogste gebouw in het Groene Hart.

– De watertoren van Meije, bijgenaamd 'Het Potlood', aan de rand van de Nieuwkoopse Plassen (58 meter hoog); een markant hoog gebouw midden in het Groene Hart. Hoewel niet het hoogste gebouw in het Groene Hart, is de invloed op de omgeving relatief groot door het geheel ontbreken van stedelijke bebouwing in de wijde omgeving.

– De Gerbrandytoren bij IJsselstein (375 meter); de hoogste constructie van Nederland. Deze zendmast ligt aan de rand van het Groene Hart niet ver van de stad Utrecht, en is vooral bekend door de belichting als 'kerstboom' in de winter.³

De referentiemetingen

De impact van de *Delftse Poort in Rotterdam* is beperkter dan die van de Belle van Zuylentoren (figuur 4). Dit komt ten eerste doordat de toren ruim 100 meter minder hoog is en ten tweede omdat de regio Rijnmond veel meer verstedelijkt is. De Rotterdamse haven en het Westland ontnemen het zicht op de toren vanuit een groot deel van het omliggende gebied. Desalniettemin is de toren vanuit een groot deel van de Hoeksche Waard en in het Groene Hart tot voorbij Zoetermeer te zien.

Hoewel niet berekend, kunnen we ervan uitgaan dat de impact van de hoogste woon- en kantoorstoren in Den Haag en Amsterdam van een vergelijkbare orde is.

De zichtbaarheid van de *Utrechtse Domtoren* reikt tot ver in het Groene Hart (figuur 5), het Markermeer en in het rivierengebied tot aan de Waal. Wel moet worden opgemerkt dat de Domtoren vanuit het Groene Hart minder goed te zien is dan de schoorsteen van de Nuoncentrale in Utrecht-West, die 111 meter hoog is, maar dichterbij het Groene Hart staat.

In het Groene Hart hebben we de zichtbaarheid van twee torens gemeten. De *straalverbindingstoren in Alphen aan den Rijn* (figuur 6) blijkt tot aan Leidsche Rijn en Schoonhoven zichtbaar te zijn. De zichtbaarheid van de *watertoren van Meije* (figuur 7) is relatief

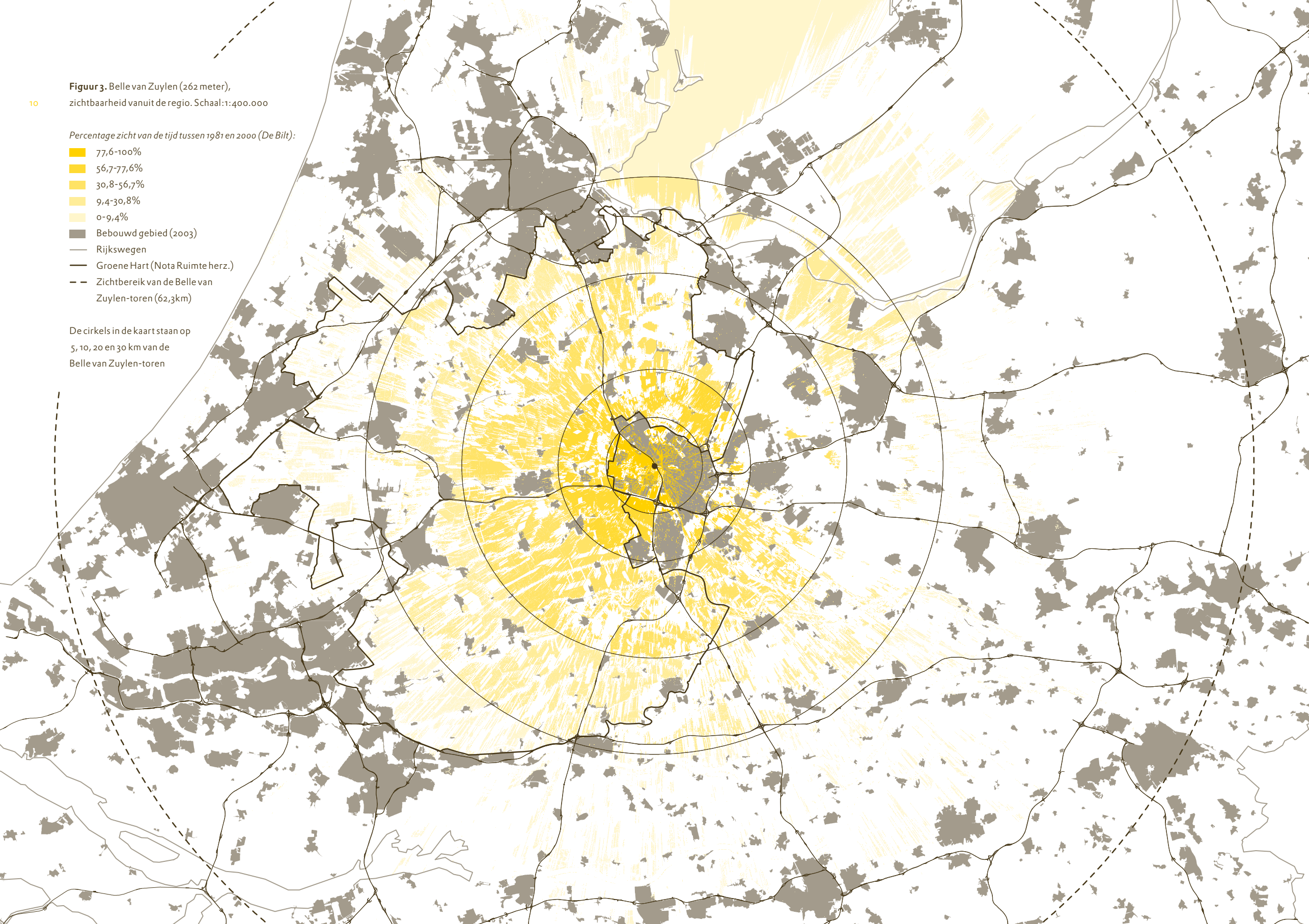
Figuur 3. Belle van Zuylen (262 meter),
zichtbaarheid vanuit de regio. Schaal:1:400.000

Percentage zicht van de tijd tussen 1981 en 2000 (De Bilt):

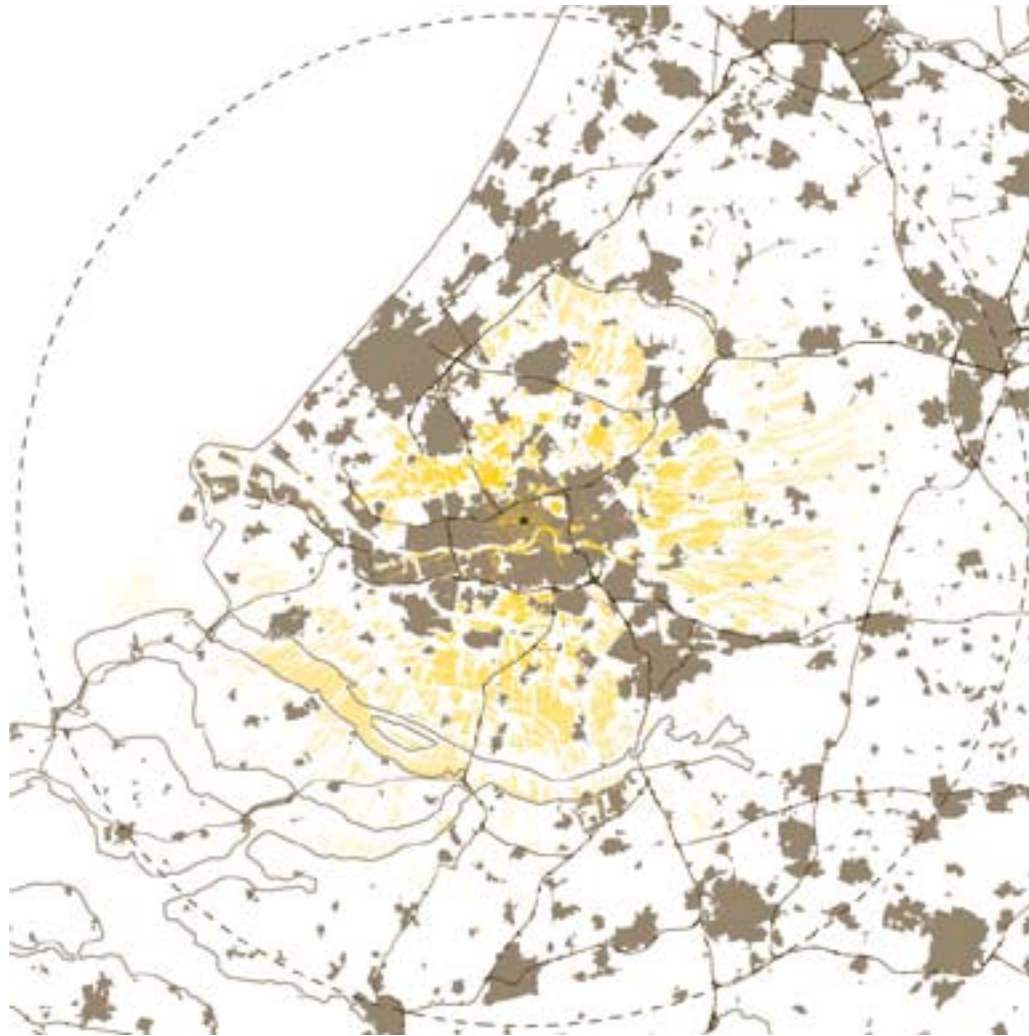
- 77,6-100%
- 56,7-77,6%
- 30,8-56,7%
- 9,4-30,8%
- 0-9,4%

- Bebouwd gebied (2003)
- Rijkswegen
- Groene Hart (Nota Ruimte herz.)
- Zichtbereik van de Belle van Zuylen-toren (62,3km)

De cirkels in de kaart staan op
5, 10, 20 en 30 km van de
Belle van Zuylen-toren



Figuur 4. Delftse Poort (151 meter), zichtbaarheid vanuit de regio. Schaal: 1:725.000



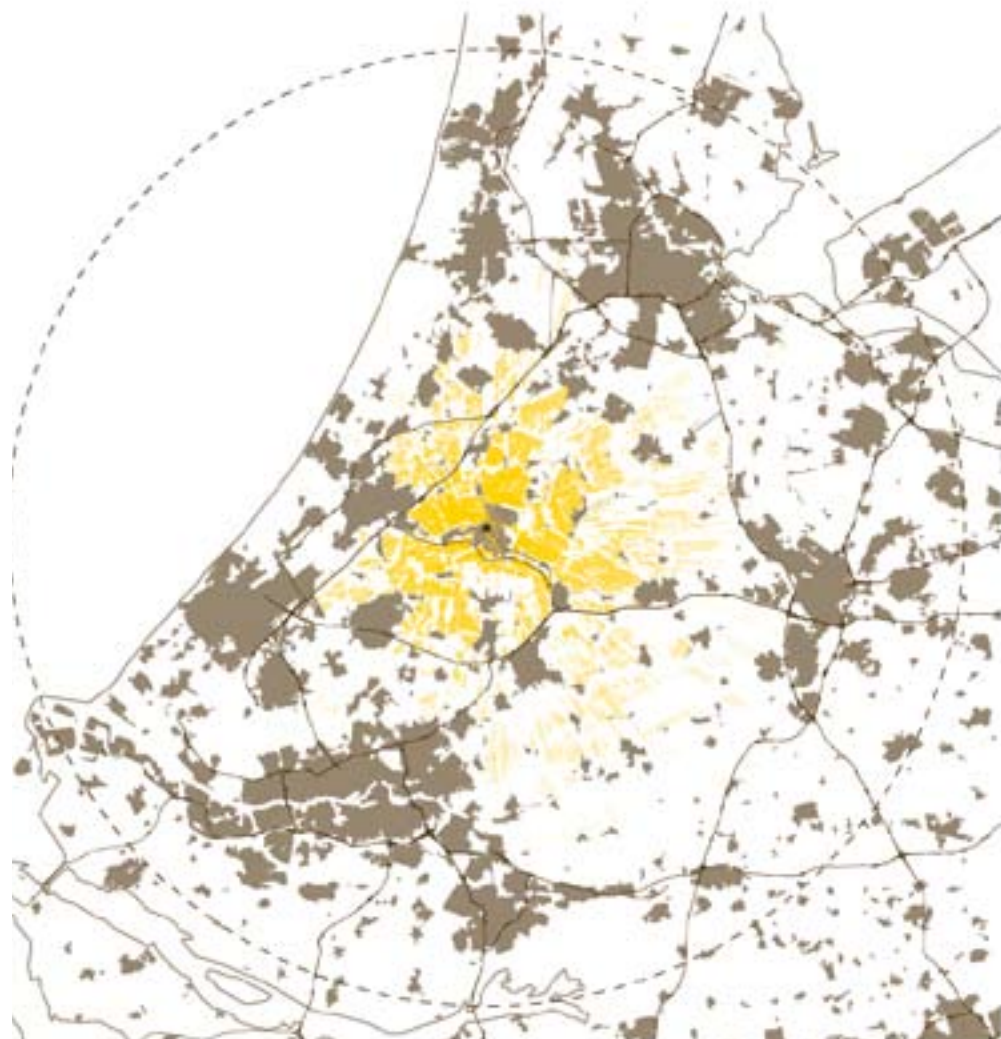
- Zicht op Delftse Poort
- Bebouwd gebied (2003)
- Rijkswegen
- Zichtbereik van Delftse Poort (48,4 km)

Figuur 5. Domtoren (112 meter), zichtbaarheid vanuit de regio. Schaal: 1:725.000



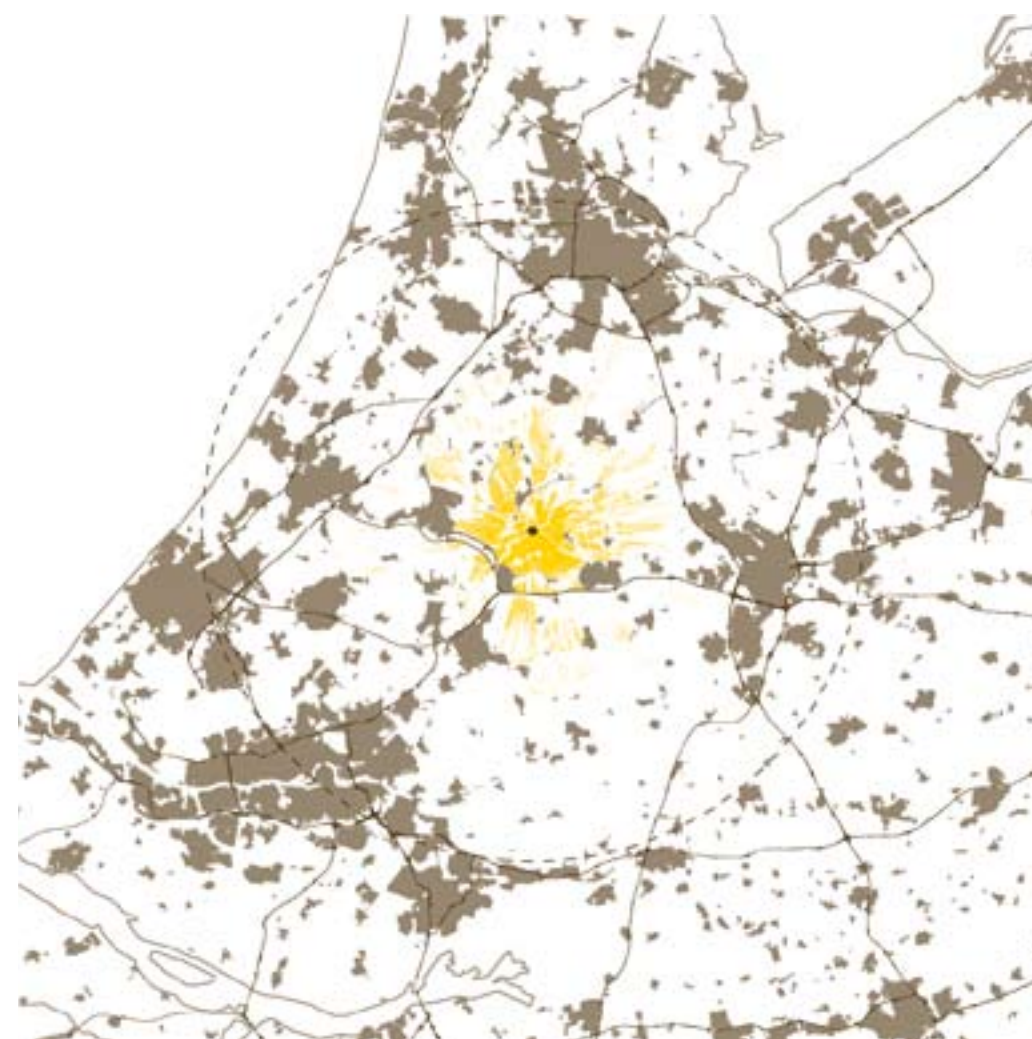
- Zicht op Domtoren
- Bebouwd gebied (2003)
- Rijkswegen
- Zichtbereik van Domtoren (42,3 km)

Figuur 6. Straalverbindingstoren Alphen aan den Rijn (135 meter), zichtbaarheid vanuit de regio. Schaal: 1:725.000



- Zicht op Straalverbindingstoren
- Bebouwd gebied (2003)
- Rijkswegen
- Zichtbereik van de Straalverbindingstoren (45,8 km)

Figuur 7. Watertoren van Meije (58 meter), zichtbaarheid vanuit de regio. Schaal: 1:725.000



- Zicht op Watertoren Meije
- Bebouwd gebied (2003)
- Rijkswegen
- Zichtbereik van Watertoren Meije (62,3 km)

Figuur 8. Gerbrandytoren IJsselstein (275 meter), zichtbaarheid vanuit de regio. Schaal: 1:725.000



- Zicht op Gerbrandytoren
- Bebouwd gebied (2003)
- Rijkswegen
- Zichtbereik van de Gerbrandytoren (73,3 km, valt buiten de kaart)

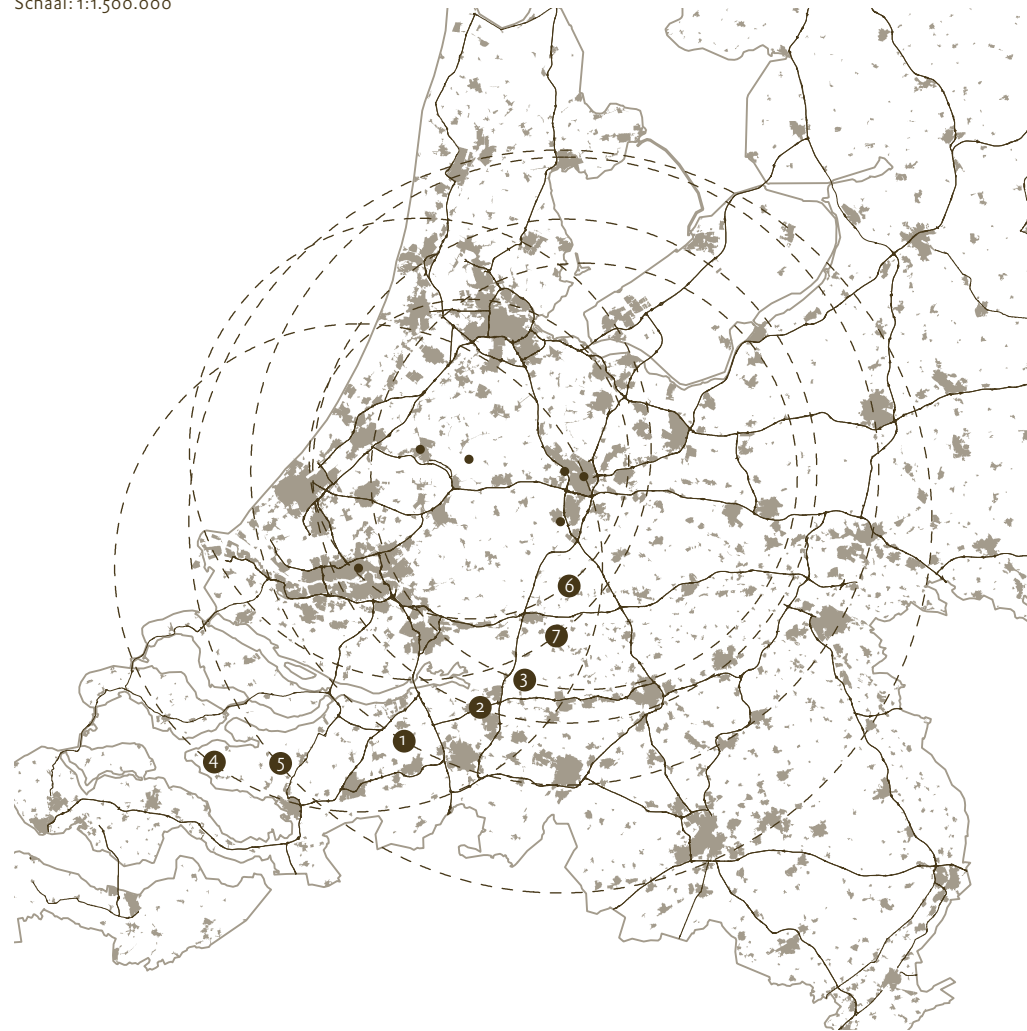
Figuur 9. Belle van Zuylen (162 meter), zichtbaarheid vanuit de regio. Schaal: 1:725.000



- Zicht op Belle van Zuylen (162 m)
- Bebouwd gebied (2003)
- Rijkswegen
- Zichtbereik van de Belle van Zuylen (162 m) (50,0 km)

Figuur 10. Theoretisch maximale zichtbaarheid ('zichtbereik') van de Belle van Zuylen-toren en van de referentieobjecten.

Schaal: 1:1.500.000



- 1 Belle van Zuylen (62,3 km)
- 2 Belle van Zuylen 162 m (50,0 km)
- 3 Domtoren (42,3 km)
- 4 Delftse Poort (48,4 km)
- 5 Gerbrandytoren IJsselstein (73,3 km)
- 6 Watertoren Meije (62,3 km)
- 7 Straalverbindingstoren Alphen aan den Rijn (62,3 km)
- Bebouwd gebied (2003)
- Rijkswegen

gering, maar gezien zijn centrale ligging in het Groene Hart beïnvloedt de toren toch de beleving van het centrale deel van het Groene Hart.

Het zichtbereik van de zendmast van IJsselstein, de *Gerbrandytoren* (figuur 8) ligt verder weg dan die van de Belle van Zuylen, wat louter komt door de grotere hoogte van deze toren. Het zichtbereik valt zelfs buiten het bereik van de kaart. Hierbij moet worden aangetekend dat het profiel van de zendmast zeer ijl is, waardoor hij van grote afstand nauwelijks te zien is. In de perioden waarin de mast als kerstboom wordt verlicht, is de herkenbaarheid van het ranke profiel echter veel groter. Volgens de organisatoren⁴ is de verlichting van de Gerbrandytoren bij goede weersomstandigheden tot in Vinkeveen, Capelle aan de IJssel, Tiel en Papendrecht goed te zien.

Ten slotte is nog nagegaan wat de impact van een *lagere Belle van Zuylen-toren* zou zijn. Een lagere toren, van 162 meter, is voor sommige critici wellicht beter te aanvaarden dan een van 262 meter. Uit figuur 9 blijkt dat een 162 meter hoge toren nog steeds in een groot deel van het Groene Hart te zien zou zijn. Verrassend of niet, maar een afname van de hoogte met 100 meter maakt niet bijzonder veel uit voor de (theoretische) zichtbaarheid van de toren. Pas aan de overzijde van het Groene Hart zullen barrières het zicht op de Belle van Zuylen beïnvloeden; in de Bollenstreek zal een 'ingekorte Belle van Zuylen' bijvoorbeeld niet te zien zijn. Vanaf het Markermeer zal de 162 meter hoge variant echter net als 'haar grote zus' zichtbaar zijn, zij het van minder ver (vergelijk figuren 3 en 9).

Als we het zichtbereik van de onderzochte torens op één kaart samenbrengen (figuur 10) zien we dat de Gerbrandytoren het verst reikt. Toch is de impact van de Belle van Zuylen, door zijn bredere profiel, groter. In de volgende paragraaf gaan we hier op in.

Hoe is de Belle van Zuylen zichtbaar?

Tot nu toe zijn we alleen uitgegaan van de hoogte van het gebouw, bij het meten van de (theoretische) afstand dat een object aan de horizon zichtbaar is. Louter en alleen naar de hoogte kijken, geeft echter een vertekend beeld; de vorm en de breedte van een

object hebben ook invloed op de zichtbaarheid. Een kantoorgebouw, met zijn brede profiel, is vanaf eenzelfde afstand (veel) sterker aan de horizon aanwezig dan een even hoge smalle zendmast.

Om die andere dimensies van hoge objecten te kunnen betrekken bij de beoordeling van de zichtbaarheid, introduceren we hier de term 'zichtbaarheidspromillage'. Dit zichtbaarheidspromillage geeft het aandeel aan, dat een object aan de horizon inneemt (zie figuur 11). We hebben het zichtbaarheidspromillage berekend door:

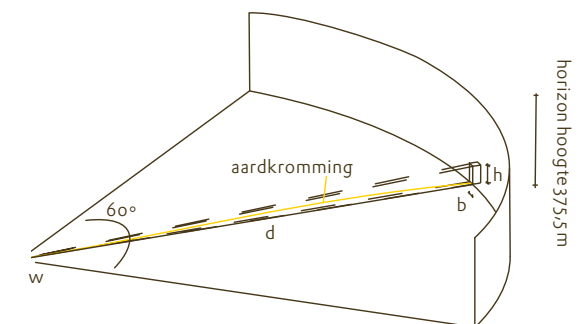
- het 'geveoppervlak' van een object te bepalen. We nemen hierbij aan dat we de toren frontaal bekijken en niet overhoeks.
- een maat in te voeren voor de 'oppervlakte van de kijkhorizon', waarbij is uitgegaan van een gangbare kijkhoek van 60 graden, en een horizonhoogte (h) die gelijk is gesteld aan de hoogte van het hoogste object dat in deze studie wordt bekeken (de Gerbrandytoren). Bij een aangenomen kijkafstand (d) komt de kijkhorizonoppervlakte in formulevorm neer op:

$$\frac{2\pi dh}{6}$$

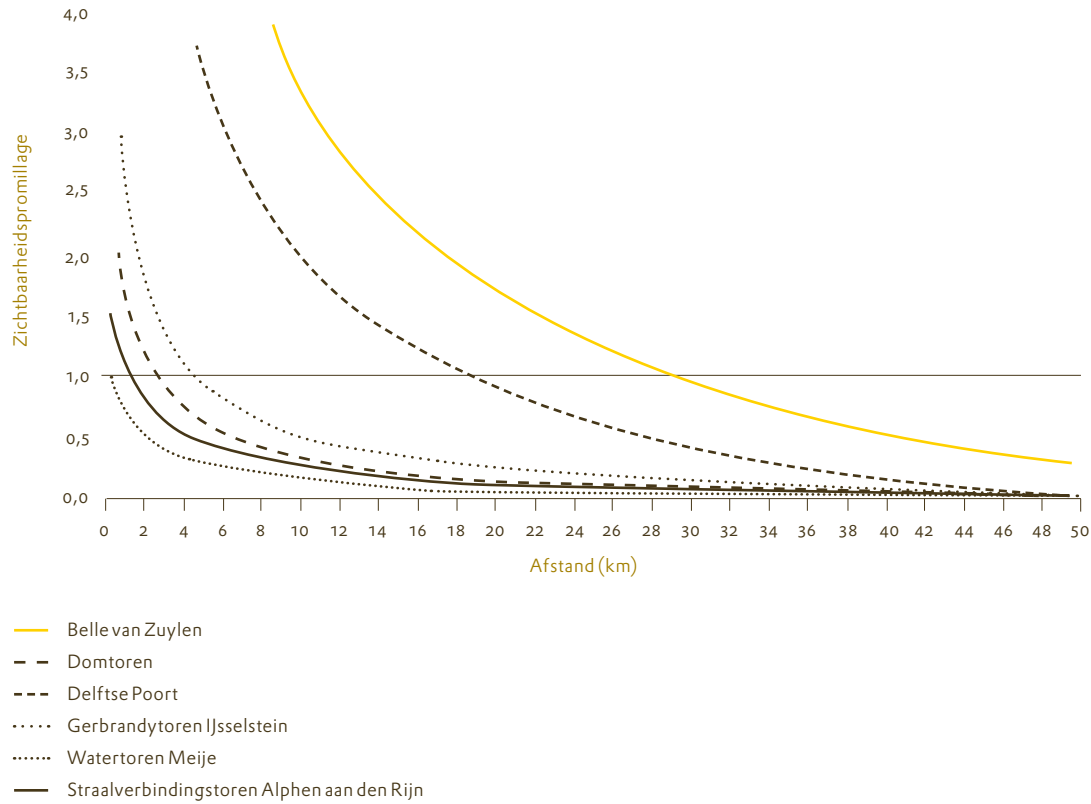
Dit is het gebogen vlak in figuur 11. Daarin verwijst de deling door 6 naar de zichthoek van 60 graden (1/6 van 360) en is h gelijk aan de maximale objecthoogte (hier 375,5 meter).

- het verlies van zicht door de aardkromming te bepalen. Vlak voor de horizon is alleen nog maar het topje van de horizon zichtbaar. Zie ook de tekst 'Aardkromming'.

Figuur 11. Model zichtbaarheidspromillage



Figuur 12. De zichtbaarheidspromillages naar objecten en afstand



Door nu het geveoppervlak, gecorrigeerd voor de aardkromming, van elk object te delen op de oppervlakte van de kijkhorizon, ontstaat een maat voor het zichtbaarheidpromillage van het object.

Zo neemt Belle van Zuylen op een afstand van bijvoorbeeld 10 kilometer 3,8 promille van de kijkhorizon in en op 40 kilometer slechts 0,57 promille. Dit is extreem weinig, zeker in vergelijking met andere objecten in het blikveld die dichterbij staan.

Omdat de methode in absolute zin enigszins theoretische resultaten oplevert, zijn vooral de relatieve waarden van belang.

In figuur 12 zijn de zichtbaarheidspromillages weergegeven van de Belle van Zuylen en de vijf andere onderzochte torens. Figuur 13 toont met cirkels de afstanden waarop het zelfde zichtbaarheidpromillage (1,0 promille) geldt. Het blijkt dat de Belle van Zuylen-

toren bij gelijke afstand duidelijk de grootste impact aan de horizon zal hebben van alle beschouwde objecten.

Zo kunnen we eveneens berekenen dat een gebouw van 150 meter hoog, theoretisch op 20 kilometer even goed te zien is als een even breed gebouw van 200 meter hoog op 25 kilometer afstand en een 250 meter hoog gebouw op 30 kilometer.

Noten

3. In de zomer van 2007 is de Gerbrandytoren, na het plaatsen van een nieuwe antenne, met 9 meter ingekort. In deze studie is deze verandering niet meegenomen.

4. www.degrootstekerstboom.nl/ juni 2007

Figuur 13. Cirkels met gelijke zichtbaarheidspromillages van de onderzochte torens. Schaal 1:725.000



- 1 Belle van Zuylen (262 m) – bij 1,0 promille – 30,0 km
- 2 Domtoren – bij 1,0 promille – 4,0 km
- 3 Delftse Poort – bij 1,0 promille – 17,9 km
- 4 Gerbrandytoren IJsselstein – bij 1,0 promille – 5,9 km
- 5 Watertoren Meije – bij 1,0 promille – 1,9 km
- 6 Straalverbindingstoren Alphen aan den Rijn – bij 1,0 promille – 3,0 km
- Bebouwd gebied (2003)
- Rijkswegen

Aardkromming

Figuur 14 toont een doorsnede van de aarde, met daarop, buitenproportioneel, een waarnemer 'w' en een toren. Als we vanuit de waarnemer een raaklijn langs de aarde trekken (de gestippelde lijn), kunnen we berekenen welk deel van de toren buiten het gezichtsveld blijft als gevolg van de kromming van de aarde. Dit deel noemen we x.

Vanuit het raakpunt met de aarde gaat een straal r naar het middelpunt der aarde. Omdat deze straal haaks op de raaklijn staat kunnen we, met behulp van de stelling van Pythagoras, x berekenen:

$$\sin\beta = \frac{r}{r+x} \quad \text{hieruit volgt:} \quad x = \frac{r}{\sin\beta} - r$$

waarin :

$$\beta = 180^\circ - \alpha - \sigma$$

$$\alpha = \frac{d * 360^\circ}{2\pi r}$$

$$\sigma = \arcsin\left(\frac{r}{r+w}\right)$$

waarbij:

d = kijkafstand (m)

r = straal van de aarde (6.378.000 m)

w = ooghoogte waarnemer (1,60 m)

We kunnen tevens de afstand 'z', van de waarnemer tot het raakpunt, berekenen. Binnen deze afstand blijft elk willekeurig object geheel zichtbaar en verdwijnt dus niet achter de horizon:

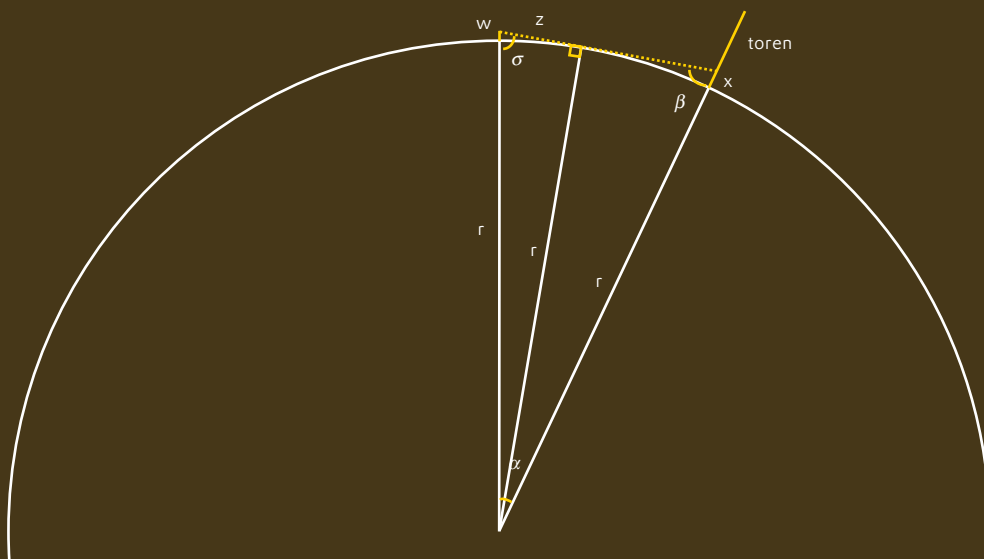
$$z = \sqrt{((r+w)^2 - r^2)} = 4518\text{m}$$

waarbij:

r = straal van de aarde (6.378.000 m)

w = ooghoogte waarnemer (1,60 m)

Figuur 14. Berekening aardkromming



Conclusies

De belangrijkste uitkomsten van deze studie naar de impact van de Belle van Zuylen zijn:

- Door het voorgestelde programma (kantoren, appartementen, enzovoort) onder te brengen in één toren, wordt veel ruimte bespaard. In vergelijking met de dichtheid van het overige centrumgebied van Leidsche Rijn is de besparing circa 9 hectare, en ten opzichte van een (gangbare) voorstedelijke dichtheid van 30 woningen per hectare is de besparing zelfs circa 45 hectare.
- De Belle van Zuylen zal theoretisch vanaf een zeer grote afstand zichtbaar zijn: vanaf ongeveer 62 kilometer. In de praktijk zal dit zichtbereik echter zo goed als nooit voorkomen; alleen vanaf het Markermeer blijkt de theoretische zichtafstand mogelijk te zijn.
- De maximale zichtafstand zal in de praktijk, zelfs in het relatief open landschap van het Groene Hart, nooit groter zijn dan 30 tot 35 kilometer. Door de aanwezigheid van 'zichtbarrières', zoals stedelijke bebouwing en andere concentraties van hoge elementen, is de toren plaatselijk soms geheel onzichtbaar.
- Het zicht is niet alleen afhankelijk van de afstand tot het gebouw, maar ook van de weersomstandigheden. Bij neerslag, bewolkt of heilig weer is de praktische zichtbaarheid nog geringer dan het vorige punt suggereert. De toren zal op 5 kilometer afstand 78 procent van de tijd zichtbaar zijn en op 30 kilometer slechts 9 procent van de tijd.
- In vergelijking met vijf bestaande hoge tot zeer hoge objecten in en rond het Groene Hart (de referentieobjecten), is de theoretische zichtbaarheidsafstand van de Belle van Zuylen het grootst, met uitzondering van de hogere Gerbrandytoren.
- Naast de hoogte is de breedte van een gebouw van invloed op de manier waarop het opdoemt aan de horizon. Om de 'horizonimpact' na te gaan, zijn de zichtbaarheidspromillages vanaf verschillende afstanden berekend. De horizonimpact van de Belle van Zuilen is vergeleken met de vijf andere onderzochte torens veruit het grootst.

Uit controle 'in het veld' blijkt dat deze studie een redelijk goede indruk geeft van de te verwachten visuele impact van de Belle van Zuylen-toren. Zo zal de toren bij goede weersomstandigheden in een zeer groot deel van het (open gebied van) het Groene Hart te zien zijn. Daarbij is van belang te weten dat op grote afstanden (30 kilometer en meer) de weersomstandigheden ervoor zullen zorgen dat de zichtbaarheid tot minder dan de 10 procent van de tijd beperkt blijft. Vanaf het wegennet zal de Belle van Zuylen zeker een functie gaan vervullen van landmark voor Utrecht; onder goede weersomstandigheden zal de toren vrijwel direct na het verlaten van Amsterdam en Gouda te zien zijn.

Literatuur

ArchitectenCie (2006) Belle van Zuylen feasibility study, Amsterdam
 Burgfonds (2006) De Belle van Zuylen, Zaltbommel
 Emporis (2007), www.emporis.com, mei 2007

Data

Actueel Hoogtebestand Nederland; Rijkswaterstaat AGI
 Adviesdienst Verkeer en Vervoer
 KNMI
 Topografische Dienst Kadaster

Over de auteurs

Han Lörzing is landschapsarchitect. Hij schreef boeken en artikelen over planning en ontwerp, waaronder *The Nature of Landscape, a Personal Quest* (2001). Sinds 2001 werkt hij als sectordirecteur bij het Ruimtelijk Planbureau. Daarnaast geeft hij les aan de Technische Universiteit Eindhoven. Hij is co-auteur van *Tussenland* (2004) en *Vinex! Een morfologische verkenning* (2006).

Arjan Harbers is stedenbouwkundige. Tussen 1998 en 2006 werkte hij voor verschillende architectenbureaus in Nederland, België en Zwitserland. Sinds 2006 werkt hij als onderzoeker bij het RPB. Hij is medeauteur van de *Atlas Europa. Planet, people, profit, politics* (2006), *De toekomst van Schiphol* (2007) en *Grensoverschrijdende projecten in Nederland en Vlaanderen* (2007).

Marnix Breedijk studeerde geo-informatica aan de Hogeschool van Utrecht. Sinds december 2003 is hij als onderzoeksassistent GIS werkzaam bij het RPB. Hij leverde bijdragen op het gebied van GIS voor verschillende projecten, en is co-auteur van de RPB-publicaties *Ruimte in Cijfers* (2004 en 2006) en *Snelwegpanorama's in Nederland* (2007).