

3D omgevingsmodel Nederland

Er is een nieuwe dataset voor heel Nederland met 3D omgevingsinformatie. In dit artikel wordt de achtergrond van de dataset beschreven.

Door: Rob van Loon

Over de auteur:

Dr. Ir. Rob V.A. van Loon is werkzaam bij het Expertisecentrum Geluid van het RIVM.

INLEIDING

Wie geluidberekening aan leken gaat uitleggen, zal vaak een opsplitsing maken in drie onderdelen: bron, overdracht en ontvanger. De geometrische informatie van de bron en ontvanger zijn vaak al redelijk afgedekt. Dat is niet het geval voor de overdracht. Er is nu een dataset met een omgevingsmodel voor heel Nederland beschikbaar waarmee een geluidmodel voor de overdracht opgezet kan worden.

Het opzetten van een goed geluidmodel is vakwerk, waarbij relevante details zijn opgenomen en allerlei niet-significante details worden genegeerd. Het kan lastig zijn om hier een goede balans in te vinden en daarna zijn er nog veel subjectieve afwegingen te maken over het model. Met het vrij en eenvoudig beschikbaar komen van het Algemene Hoogtebestand Nederland (AHN) en de basisregistraties zoals de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) en andere topografische bestanden is (een flinke tijd geleden) al een eerste slag geslagen om geluidmodellen meer uniform op te stellen.

Met de doorontwikkeling van de basisregistraties en de verdere detaillering van het AHN naar het AHN3 is in 2017 in een eerste fase een samenwerking opgestart tussen RWS, RIVM, IPO, het Kadaster en de 3D Geoinformation onderzoeksgroep van de TU Delft voor de opzet van een 3D omgevingsmodel voor geluidberekeningen. Daarna is het concept omgevingsmodel uit de eerste fase doorontwikkeld en opgeschaald door een samenwerking van de TU Delft, het Kadaster en het RIVM. Het doel van de samenwerking is om algoritmen te ontwikkelen om op basis van de basisregistraties automatisch een dataset te genereren als omgevingsmodel voor geluidberekeningen voor heel Nederland. Deze dataset is recent gepubliceerd¹. Een voorbeeld van een 3D gebouw is te zien in figuur 1: dit is het raadhuis van Hilversum waarin duidelijk de verschillende blokken met hoogten te zien zijn.

AUTOMATISEREN OMGEVINGSMODEL

Het automatisch genereren van een omgevingsmodel voor geluidberekeningen uit beschikbare brondata is een prachtige use-case voor een 3D datavoorziening die dieper gaat dan esthetische plaatjes, volumeberekeningen van panden of bekijken of daken geschikt zijn voor zonnepanelen. Verschillende adviesbureaus hebben gereedschappen ontwikkeld die hun eigen werk vergemakkelijken om geluidmodellen op te stellen en sommigen bieden deze ook commercieel aan. De nieuwe dataset onderscheidt zich van de bestaande modellen onder andere omdat deze goed



FIGUUR 1: HET RAADHUIS VAN HILVERSUM UIT HET 3D OMGEVINGSMODEL (LINKS) EN OP FOTO (RECHTS). DE VERSCHILLENDE HOOGTESPRONGEN BINNEN HET GEBOUW ZIJN GOED OVERGENOMEN.

aansluit bij de 3D basisregistratie van het Kadaster en de data is aangevuld met recente hoogte-informatie. Met de publicatie van het 3D omgevingsmodel wordt een dataset geboden die gebruikt kan worden voor geluidberekeningen en waarbij de uitgangspunten voor het opzetten van de dataset gelijk zijn voor heel Nederland. Hiermee kunnen geluidmodellen op een meer uniforme wijze opgezet worden en zal het opzetten van een geluidmodel vereenvoudigd worden en minder werk opleveren.

Het opzetten van het omgevingsmodel splitst zich uit in verschillende onderdelen: bodemfactor, hoogtemodel, gebouwen, schermen en objecten. De eerste drie onderdelen zijn een onderdeel van de dataset en deze lichten we hieronder toe.

BODEMFACTOR

De ondergrond absorbeert een deel van het geluid en reflecteert de rest. In geluidmodellen is dat gemodelleerd met behulp van de bodemfactor: deze is 0 voor een compleet reflecterende bodem en 1 voor een compleet absorberende bodem. Harde akoestische ondergronden die reflecteren zijn typisch bestrating en water. Absorberende ondergronden zijn bijvoorbeeld bermen, begroeiing en onverharde wegen. Deze ondergrondinformatie is opgenomen in de Basisregistratie Groot-schalige Topografie (BGT) die door bronhouders zoals gemeenten, ProRail, Rijkswaterstaat, waterschappen en provincies wordt bijgehouden. Door de verschillende typen ondergrondinformatie zoals beschikbaar in de BGT om

te zetten naar een bodemfactor, zijn vlakken gemaakt die de bodemfactor aangeven.

HOOGTEMODEL

Vanuit de AHN3 dataset is een landelijke, complete set aan hoogte-informatie beschikbaar. De resolutie van de dataset is erg hoog (6 tot 10 punten per m²) en dat maakt het lastig om het direct in te lezen en te gebruiken voor geluidberekeningen. De AHN data is daarom uitgedund en omgezet naar een 'triangular irregular network' (TIN) waarin driehoeken de hoogtevariëaties in het terrein weergegeven. Grote variaties leiden tot kleine driehoeken, kleine variaties tot grote driehoeken: de zijden van de driehoeken variëren in ordegrrootte van 1 tot 100 m. De hoekpunten en de zijden van de driehoeken zijn gebaseerd op het AHN, waarbij een uitdunning is uitgevoerd. De TIN-bestanden zijn voor heel Nederland opgeknipt in tegels op dezelfde manier als de downloadbare AHN kaartbladen en daarna is, om het aantal driehoeken in een enkel bestand werkbaar te houden, elke tegel nog onderverdeeld in negen subtegels. Er is voor gezorgd dat de tegels op de grenzen op elkaar aansluiten.

Geluidsoftware kan een TIN helaas niet direct inlezen: de terreinhoogte wordt daar afgeleid uit voornamelijk hoogtelijnen en breeklijnen². Het genereren van een TIN is echter een robuuster proces, waarbij tevens het eindresultaat een hogere kwaliteit heeft dan wanneer breeklijnen automatisch worden gegenereerd. Gebruikers zullen dus nog steeds specifiek voor hun eigen model een goed hoogtemodel moeten opbouwen, maar de generieke TIN-bestanden kunnen hier als halffabricaat goed bij ondersteunen.

GEBOUWEN

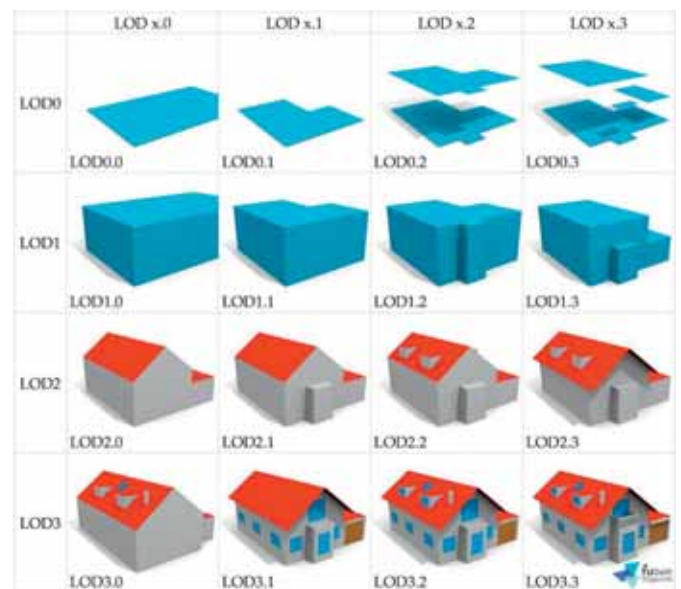
De locaties en geometrie van de gebouwen zijn afkomstig uit de BAG. De BAG is daarmee ook de officiële bron die verblijfsobjecten met adressen koppelt aan panden, en is daarmee al een belangrijk onderdeel om geluidbelastingen op bepaalde adressen te rapporteren of om bepaalde adressen op een speciale manier te behandelen (sanering).

Voor het bepalen van de hoogte van een gebouw is wederom het AHN3 gebruikt. Hiermee sluit de gebouwhoogte goed aan op de maaiveldhoogte uit het hoogtemodel en ontstaan er geen rare gaten of sprongen in de hoogte. Een nadeel van de AHN3 dataset is dat de inwinning van de hoogte-informatie over zes jaar verspreid is: de dataset is ingevlogen tussen 2014 en 2019. Hierbij is in het westen begonnen en is het oostelijke deel van Nederland als laatste afgerond [3]. In die tussentijd zijn er flink wat gebouwen bijgebouwd en aangepast. De veranderingen zijn daarmee wel verwerkt in de BAG data, maar niet in de hoogte-informatie uit het AHN. Het BAG beschikt over informatie van bouwjaar/aanpassing van het gebouw en bij de dataverwerking is bekeken of er geen bouw of aanpassing is nádat de hoogte is ingewonnen. Als het gebouw "te nieuw" is, dan kan het AHN niet gebruikt worden voor de gebouwhoogte en moet er uitgeweken worden naar een alternatief.

Wanneer aan een gebouw geen hoogte toegekend kan worden vanuit het AHN, wordt een andere dataset ingezet. Het Kadaster beschikt over een puntenwolk met hoogte-informatie die opgesteld is met stereofotogrammetrie vanuit luchtfoto's [4]. De kwaliteit en resolutie van deze dataset is helaas lager dan AHN, maar het is nog steeds voldoende om gebouwhoogten uit af te leiden.

In het vakgebied van 3D geografische informatie wordt vaak gewerkt met het 'Level Of Detail' (LOD). Dit begrip geeft een indicatie van de detailniveaus die een dataset heeft en daarmee

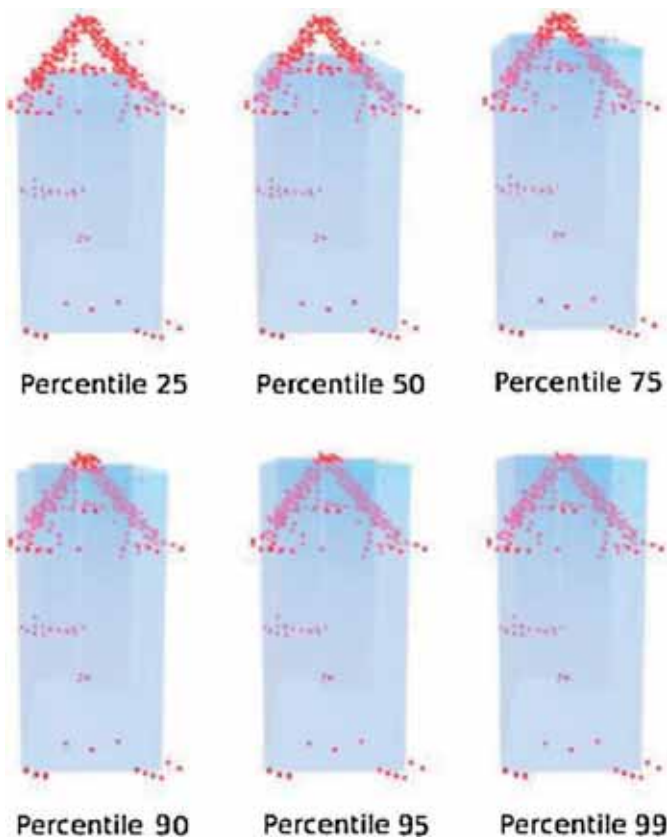
ook waar de dataset voor gebruikt kan worden: voor een grove kaart is het voldoende om de voetafdruk van een gebouw te hebben (LOD 0), maar voor een constructeur of architect is het van belang om alle details te weten over de vorm van het pand en locaties van schoorstenen, dakkapellen, ramen en deuren (LOD 3). In figuur 2 is een overzicht gegeven van de verschillende detailniveaus². Grof gezegd gaat het in LOD 0 om de voetprint van een gebouw, in LOD 1 is geëxtraheerde hoogte toegevoegd, in LOD 2 is het dak verder gemodelleerd en in LOD 3 zijn details als schoorstenen en dakkapellen ook opgenomen. Binnen de verschillende LOD-families is het mogelijk om verdere detaillering aan te brengen door de gebouwvorm nauwkeuriger te beschrijven (LOD x.1 en LOD x.2) en het gebouw op te knippen in verschillende onderdelen (LOD x.3). Geluidmodellen zijn ingesteld op de LOD 1-familie. Als een enkele hoogte bij een pand is aangehouden is dat LOD 1.2; als een gebouw is opgeknipt in delen met verschillende hoogten, dan is dat LOD 1.3.



FIGUUR 2: EEN OVERZICHT VAN DE VERSCHILLENDE LEVELS OF DETAIL (LOD): VAN SIMPEL VOETPRINT (LOD 0.0) TOT AAN EEN COMPLEET MODEL (LOD 3.3)²

In de dataset van het omgevingsmodel zijn de meeste gebouwen aangemaakt op LOD 1.3 niveau. Per gebouw is een analyse gemaakt met alle AHN-punten binnen de contour van het gebouw. Hiermee is het daktype bepaald: heeft het een plat, of een schuin dak. Vervolgens zijn hoogtesprongen binnen het gebouw opgespoord. Daarbij is het gebouw opgeknipt op de hoogtesprongen. Elk gebouwdeel krijgt daarna een hoogte toegekend uit de AHN-punten. Hierbij is niet een enkele hoogte aangehouden, maar zijn de minimale en maximale hoogte en de 50- en 70-percentielen opgegeven, zodat de gebruiker van de dataset zelf kan kiezen welke hoogte zijn voorkeur heeft. Figuur 3 laat zien hoe de hoogtepunten het profiel van een dak opbouwen en hoe de percentielen zich verhouden tot het profiel van het dak. Figuur 1 toont een goed voorbeeld van het opknippen van een gebouw op verschillende hoogtesprongen.

Voor de gebouwen die ná het invliegen van de AHN-set zijn gebouwd, kunnen de AHN-punten uiteraard niet gebruikt worden en wordt de puntenwolk uit de stereometrische foto's ingezet. De kwaliteit en resolutie van deze dataset is lager, waardoor het niet mogelijk is om het daktype te bepalen en het gebouw op hoogtesprongen op te knippen: er wordt nu teruggevallen op LOD 1.2. Wanneer LOD 1.2 of lager voor de gehele dataset gewenst is, dan kan de gebruiker deze zelf eenvoudig aanmaken door de nieuwe dataset te combineren met de BAG.

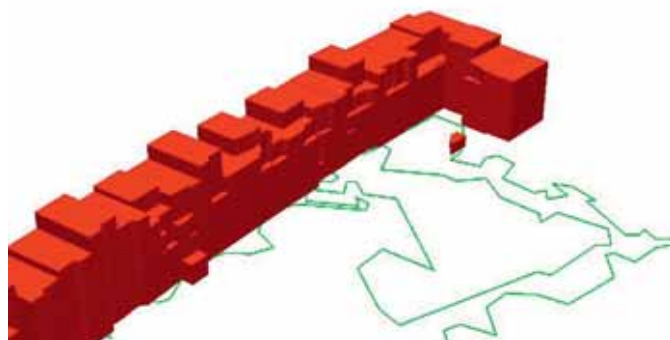


FIGUUR 3: HOOGTEPUNTEN GEVEN HET PROFIEL VAN EEN DAK WEER. HET PERCENTIEL (25, 50, 75, 90, 95 EN 99) GEEFT EEN MAAT VOOR DE HOOGTE VAN HET GEBOUW³.

Voor elk pand is ook een kwaliteitsindicatie berekend. Dit label geeft informatie over de betrouwbaarheid van de berekende hoogte en het opsplitsen in verschillende delen. Het label is te vergelijken met een stoplicht met drie waarden: 'ok', 'bekijken' en 'niet gebruiken'. Meer dan 94% van de panden krijgt het label 'ok', van ongeveer 5% wordt aangeraden de gebouwen nader te bekijken en minder dan een procent wordt geadviseerd om niet te gebruiken. Deze laatste categorie treedt op als bijvoorbeeld de geometrie invalide is, of als er geen hoogtepunten op het gebouwdeel vallen. Het wordt aangeraden om het gebouw nader te bekijken als het bouwjaar hetzelfde jaar is als de inwindatum van de puntenwolk, of als er een lage dekkingsgraad (minder dan 50%) van het pand met hoogtepunten is. Dit kwaliteitslabel geeft een snelle indicatie voor controlewerkzaamheden en correcties.

ACTUALISERING EN DOORONTWIKKELING

Dit is de eerste versie van het landelijke 3D omgevingsmodel die op deze manier is opgezet. Het is de bedoeling om elk jaar een ac-



tualisatieslag door te voeren en onderliggende methoden en algoritmen aan te scherpen, zodat de dataset blijvend te gebruiken is en waarmee geluidmodellen ook steeds bijgewerkt en geactualiseerd kunnen worden. Let wel: de dataset heeft geen officiële status en er is geen verplichting om de dataset te gebruiken.

Zo is het de bedoeling het opknippen van de gebouwen op verschillende hoogten verder door te ontwikkelen. In de huidige dataset zijn soms grillige overgangen te vinden, of zijn er andere artefacten als "vleugels" of "schermen" die onterecht ook opgetrokken worden: zie figuur 4 voor twee voorbeelden van deze fouten. In veel gevallen ligt de oorzaak voor dergelijke gebreken in een gebrekkige dekking door de AHN3 dataset. Toch is hier nog verbetering mogelijk door bijvoorbeeld een slimmere interpolatie op de beschikbare hoogte-informatie toe te passen. Daarnaast zal het aankomende AHN4, de opvolger van AHN3, een hogere punt dichtheid hebben waardoor dit soort problemen ook minder zullen worden.

CONCLUSIE

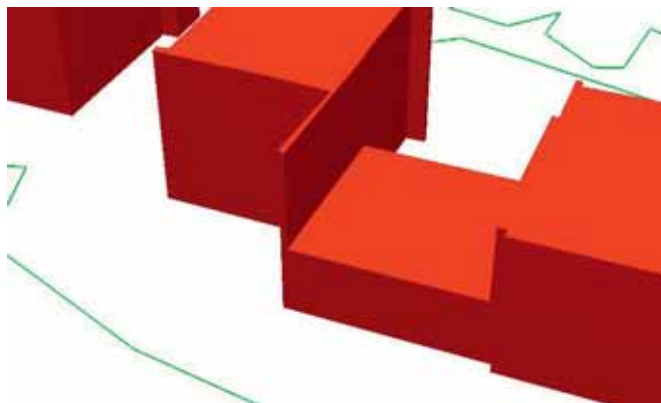
Het opzetten van een geluidmodel blijft altijd de balans zoeken naar het juiste detailniveau. In deze nieuwe dataset is een poging daartoe gedaan. Verbeteringen blijven mogelijk: wellicht kunnen de bodemvlakken en gebouwen verder gegeneraliseerd worden, kan de TIN vereenvoudigd worden en kan geschoven worden met opknippen van gebouwen. Het blijft zoeken naar een goede balans en hopelijk helpt u met zoeken: terugkoppeling en suggesties over de dataset zijn van harte welkom [1]. Verbeteringen en doorontwikkelingen zullen altijd spelen, maar tot die tijd staat er een mooie 3D dataset op u te wachten.

VOETNOTEN

- 1 De dataset is te downloaden van de PDOK website: <https://www.pdok.nl>. Daar is ook een nadere beschrijving en contactinformatie te vinden.
- 2 In een proof of concept hebben we in het kader van een studentenproject laten zien dat een geluidsberekening (volgens CNOSSOS-EU richtlijnen) in principe ook direct op een TIN kan worden uitgevoerd. Dit is een mogelijke toekomstige ontwikkeling. Zie <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:9e83e3c1-0d7b-4026-a34c-2fbb61aaec2c3>
- 3 AHN4 is de opvolger van de AHN3 dataset. De geactualiseerde hoogte wordt in drie jaar (2020, 2021 en 2022) ingewonnen. De verwachting is dat de eerste delen in het eerste kwartaal van 2021 vrijgegeven worden.
- 4 Bij stereofotogrammetrie wordt hoogte-informatie afgeleid uit het verschil in afbeeldingshoek van hetzelfde object op verschillende afbeelding die onder verschillende hoeken zijn gemaakt.

REFERENTIES

- 1 <https://www.ahn.nl/kwaliteitsbeschrijving>
- 2 Biljecki, F., Ledoux, H., Stoter, J. (2016): An improved LOD specification for 3D building models. Computers, Environment, and Urban Systems, vol. 59, pp. 25-37.
- 3 ukai, B., Ledoux, H. en Stoter, J. (2019): A multi-height LOD1 model of all buildings in the Netherlands. ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. IV-4/W8. 51-57. 10.5194/isprs-annals-IV-4-W8-51-2019.



FIGUUR 4: VERBETERPUNTEN VOOR HET MODEL ZIJN ONDER ANDER HET OPLOSSEN VAN RAFELIGE RANDEN (LINKS). RECHTS IS EEN 'SCHERM' TE ZIEN DIE ONTSTAAN IS BIJ HET VERKEERD OPKNIPPEN VAN HET GEBOUW BIJ DE HOOGTESPRONG.