

# **De Grids van het Actueel Hoogtebestand Nederland**

**Versie 1.0  
19 juli 2002**

# **De Grids van het Actueel Hoogtebestand Nederland**

**Versie 1.0  
19 juli 2002**

Auteur: Gerben Jimmink (TGFD)

---

## Inhoudsopgave

.....

	<b>Inhoudsopgave</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>De Digitale Hoogte Modellen van het AHN</b>	<b>5</b>
2.1	5×5 meter DHM	5
2.2	25×25 meter DHM	6
2.3	100×100 meter DHM	6
<b>3</b>	<b>De grids met de minimale en maximale hoogte</b>	<b>8</b>
3.1	25×25 meter MIN grid	8
3.2	100×100 meter MIN grid	9
<b>4</b>	<b>Het grid met de standaarddeviatie van de hoogte</b>	<b>11</b>
4.1	Het 25×25 meter STD grid	11
4.2	Het 100×100 meter STD grid	12

---

# 1 Inleiding

.....

.....

In 1996 is de Meetkundige Dienst (MD) begonnen met de bouw van het Actueel Hoogtebestand Nederland. Dit AHN is naar verwachting in de loop van 2002 voor geheel Nederland beschikbaar.

De specificaties van het AHN staan in de 'Productspecificatie AHN 2000' beschreven. In de productspecificatie worden de drie groepen hoogteproducten onderscheiden die uit het AHN worden geleverd:

1. het basisbestand
2. standaard afgeleide hoogteproducten
3. speciale hoogteproducten

Dit document is bedoeld als aanvulling op de productspecificatie en gaat over de tweede groep hoogteproducten; de standaard afgeleide hoogteproducten. Het zijn producten die direct of indirect uit de oorspronkelijke laserpunten worden gemaakt. De standaard afgeleide hoogteproducten worden aan de AHN-participanten geleverd na definitieve goedkeuring van het bestand. Het gaat om de volgende producten:

- 5x5 meter DHM
- 25x25 meter DHM
- 100x100 meter DHM
- 25x25 meter minimum grid
- 25x25 meter maximum grid
- 25x25 meter standaarddeviatie grid
- 25x25 meter frequentie grid
- 100x100 meter minimum grid
- 100x100 meter maximum grid
- 100x100 meter standaarddeviatie grid
- 100x100 meter frequentie grid

De manier waarop de DHM's worden berekend staat summier beschreven in de productspecificatie, hoe de overige afgeleide grids worden aangemaakt wordt niet behandeld. Het doel van dit rapport is de aanmaakwijze van alle grids inzichtelijk te maken.

In het eerste hoofdstuk worden de digitale hoogtemodellen besproken, in het tweede hoofdstuk de grids met minimale en maximale hoogte, in het derde hoofdstuk het grid met de standaarddeviatie van de hoogte.

---

## 2 De Digitale Hoogte Modellen van het AHN

.....

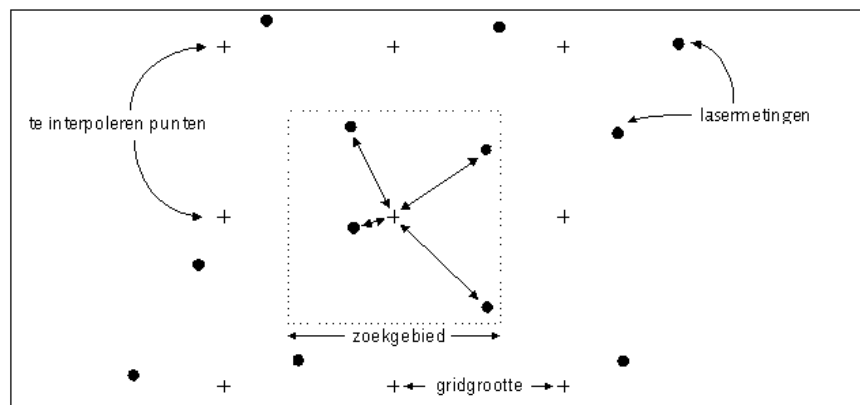
In een Digitaal Hoogte Model (DHM) is een hoogte gegeven op de snijpunten van een regelmatig, rechthoekig raster of grid. De drie standaard DHM's van het AHN hebben gridgroottes van 5x5 meter, 25x25 meter en 100x100 meter. In de volgende drie paragrafen worden de methodes waarop deze drie DHM's worden verkregen besproken.

### 2.1 5x5 meter DHM

Het 5x5 meter DHM wordt verkregen door de omliggende laserpunten te interpoleren naar een vierkant, regelmatig raster. De interpolatietechniek welke wordt gebruikt voor productie van het 5x5meter DHM's is een zogenaamde gewogen-gemiddelde interpolatie. Het gewicht dat bij interpolatie aan omliggende metingen wordt gegeven is afhankelijk van de afstand tot het te interpoleren punt. Hieronder is de formule gegeven waarmee de hoogtes worden berekend. Deze techniek is bekend onder de naam 'inverse squared distance weighting'.

$$\overline{hoogte} = \frac{\sum_{i=1}^n hoogte_i \times \frac{1}{afstand_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{afstand_i^2}}$$

Bij het interpoleren moet de waarde van twee parameters worden opgegeven, namelijk: onderlinge afstand van de te interpoleren punten (ook wel gridgrootte of resolutie genoemd) en de grootte van het zoekgebied voor selectie van omliggende punten (footprint). Figuur 1 geeft de situatie schematisch weer.



Figuur 1: Principe van de 'gewogen gemiddelde' interpolatie techniek

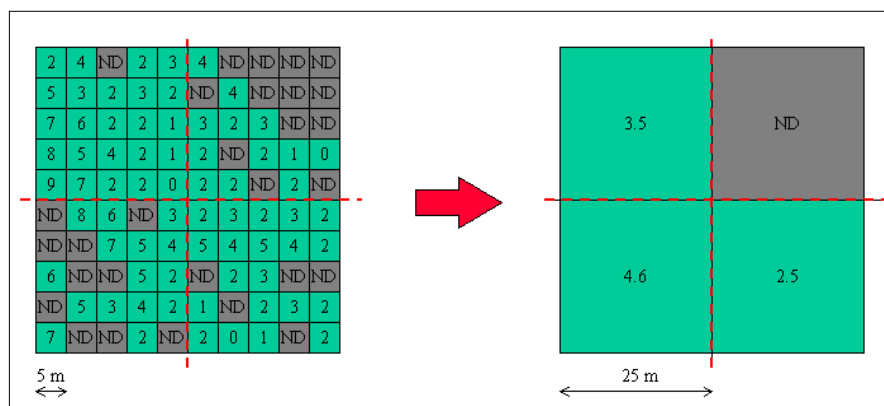
Wanneer binnen het zoekgebied geen laserpunten gevonden worden krijgt het te interpoleren punt geen hoogte maar een zogenaamde 'missing value' of 'nodata'-waarde.

Voor het 5x5 meter DHM is de gridgrootte 5 meter en wordt een footprint gebruikt van 8 meter. Dit betekent dat een gridcel bij een punt dichtheid van 1 laserpunt per 16 m<sup>2</sup> (minimale eis) een gewogen gemiddelde is van minimaal 4 laserpunten. Door deze interpolatie methode wordt de invloed van puntruis in de lasermetingen voor een deel weggemiddeld. Dit effect wordt groter naarmate de punt dichtheid van de laserpunten toeneemt.

## 2.2 25x25 meter DHM

Het 25x25 meter DHM wordt verkregen door het 5x5 meter DHM te middelen. Iedere 25 meter cel wordt berekend door het (ongewogen) gemiddelde te nemen van de onderliggende (maximaal 25) 5x5 meter cellen. Dit proces wordt ook wel ‘resampling’ genoemd. Als een 5x5 meter gridcel ‘nodata’ is wordt de cel niet meegenomen in de berekening. Wanneer meer dan de helft van alle onderliggende cellen ‘nodata’ is, krijgt de desbetreffende 25 meter cel ook de ‘nodata’-waarde (zie Figuur 2). De hoogtes in het 25x25 meter DHM zijn dus niet direct afkomstig uit de laserpunten, maar worden afgeleid uit het 5x5 meter DHM.

Het 25x25 meter DHM ontstaat door middeling van 25 waarden van het 5x5 meter DHM. De waarden van het 25x25 meter DHM kunnen dan ook beschouwd worden als de gemiddelde hoogten. De fout van deze gemiddelde hoogte heeft door de uitmiddeling van toevallige en systematische fouten een kleinere standaardafwijking dan het 5x5 meter DHM. Wel neemt door de grotere gridgrootte de gedetailleerdheid van de beschrijving van het reliëf af, maar wordt de precisie dus hoger.



Figuur 2: Resampling van het 5x5 meter DHM naar het 25x25 meter DHM

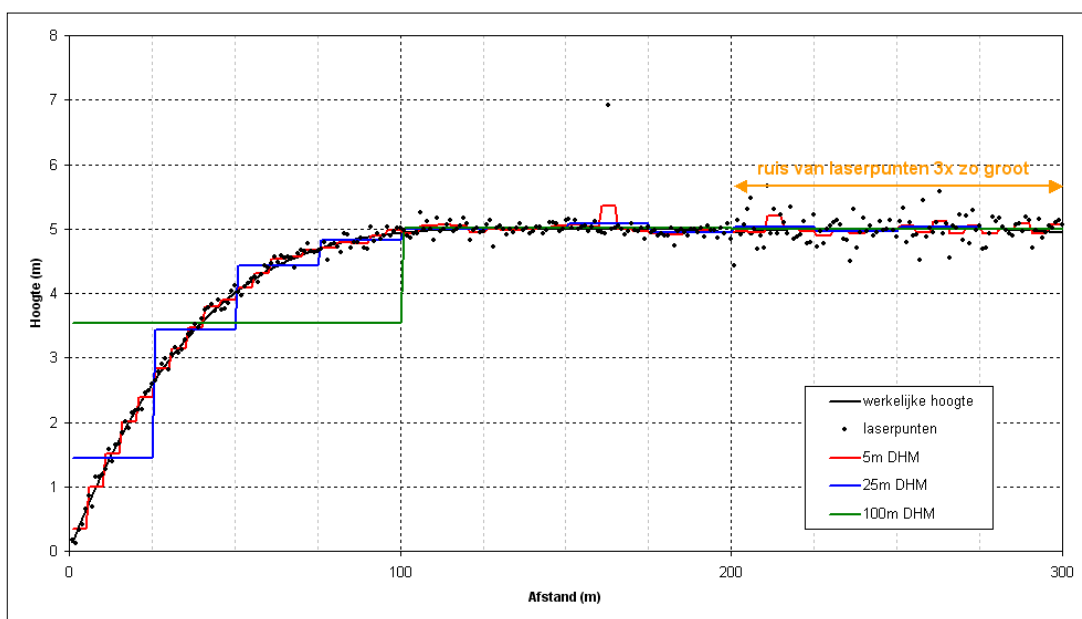
## 2.3 100x100 meter DHM

Het 100x100 meter DHM wordt op dezelfde manier als het 25x25 meter DHM gemaakt. Het 100x100 meter DHM wordt ook afgeleid uit het 5x5 meter DHM, door middeling van de maximaal 400 onderliggende 5x5 meter gridcellen. Wanneer meer dan de helft van alle onderliggende 5x5 meter cellen ‘nodata’ is, wordt de desbetreffende 100 meter cel ook ‘nodata’. De

hoogtes in het 100x100 meter DHM zijn dus niet direct afkomstig uit de laserpunten, maar worden afgeleid uit het 5x5 meter DHM.

De absolute fout van de gemiddelde hoogte van een 100x100 meter DHM heeft amper een kleinere standaardafwijking dan het 25x25 meter DHM (omdat de systematische fout vaak voor meerdere hectares evengroot is); de relatieve fout is echter nog kleiner. De beschrijving van het terrein neemt verder af.

Als de gridgrootte wordt vergroot, neemt dus de precisie van de gridcelwaarde toe. De gedetailleerdheid van de terreinbeschrijving neemt – naarmate de gridcellen groter worden – af. Dit laatste effect effect manifesteert zich onder andere bij het optreden van scherpe overgangen (dijken, slootranden) in het terrein.



Figuur 3: Dwarsprofielen van de DHM's

### 3 De grids met de minimale en maximale hoogte

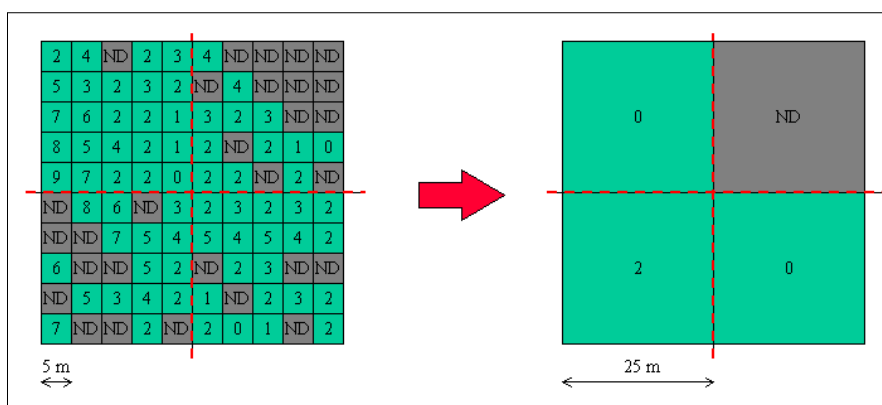
.....

De berekeningswijze voor een grid met de minimale hoogte is in principe gelijk aan de methode voor het berekenen van een grid met de maximale hoogte. Daar waar in de onderstaande voorbeelden ‘laagste’ of ‘minimum’ staat kan dit vervangen worden voor respectievelijk ‘hoogste’ of ‘maximum’.

#### 3.1 25x25 meter MIN grid

Voor de berekening van een 25x25 meter grid met de minimale hoogte (MIN) wordt het 5x5 meter DHM als uitgangspunt gebruikt (zie §2.1). De xy-licging van een 25x25 meter grid is zo gekozen dat er in iedere gridcel precies 25 gridcellen van het 5x5 meter DHM onderliggen (zie §4.1 van de productspecificatie).

Iedere 25 meter cel krijgt de waarde van de laagste onderliggende 5x5 meter cel. Net als bij de resampling naar een 25x25 meter DHM, krijgt een 25x25 meter MIN-gridcel de ‘nodata’-waarde als meer dan de helft van de 5x5 meter cellen de ‘nodata’-waarde heeft (zie Figuur 4).



Figuur 4: 25x25 meter MIN grid gemaakt uit het 5x5 meter DHM

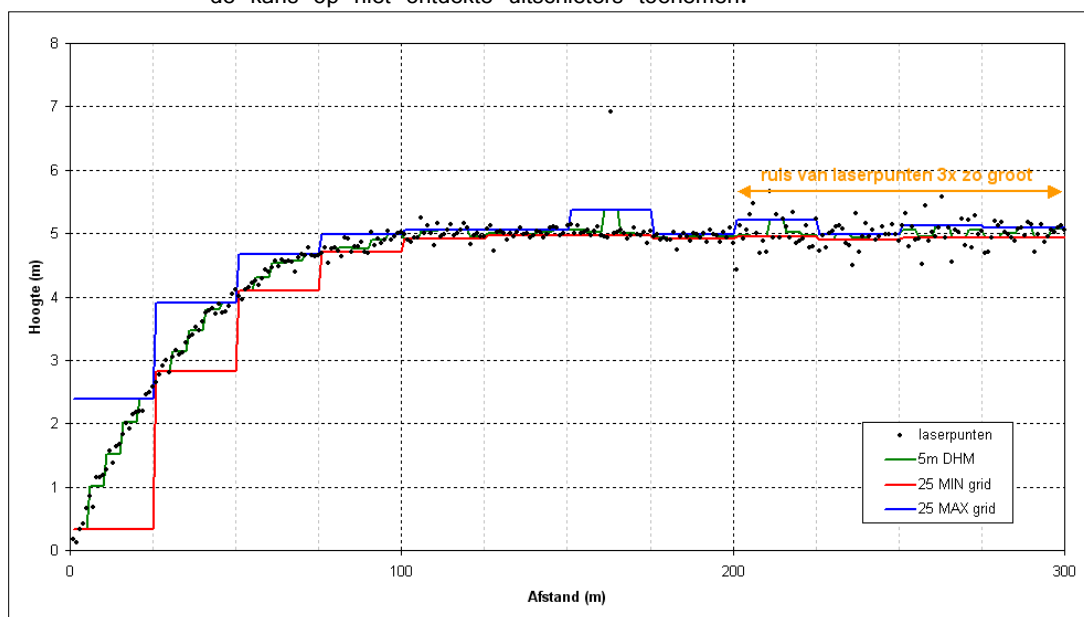
De 25x25 meter MIN en MAX grids leveren extra informatie op over het 25x25 meter DHM. Ze geven de uiterste waarden weer van het 5x5 meter DHM waarvan het 25x25 meter DHM het gemiddelde is.

In Figuur 5 is een voorbeeld gegeven van de grids in dwarsprofiel. Hierin is te zien dat de grids de minimale en maximale hoogte van het terrein weergeven. Hoe groter de hoogteverschillen in een gebied zijn, des te groter het verschil tussen het minimale en het maximale grid is.

Verder laat de figuur zien dat variaties in de laserpuntruïis en de aanwezigheid van uitschieters ook terug te vinden is in de grids met de minimale en maximale hoogte. Doordat de grids echter gemaakt worden uit het 5x5 meter DHM, (de laserpuntruïis is al voor een groot deel weggemiddeld), zal dit effect over het algemeen ondergeschikt zijn aan de



variaties in de terreinhoogte. Naarmate de punt dichtheid van een bestand groter wordt, zal de invloed van de puntruis nog verder afnemen, maar zal de kans op niet ontdekte uitschieters toenemen.



Figuur 5: Dwarsprofielen van 25x25 meter grids met minimale en maximale hoogte

### 3.2 100x100 meter MIN grid

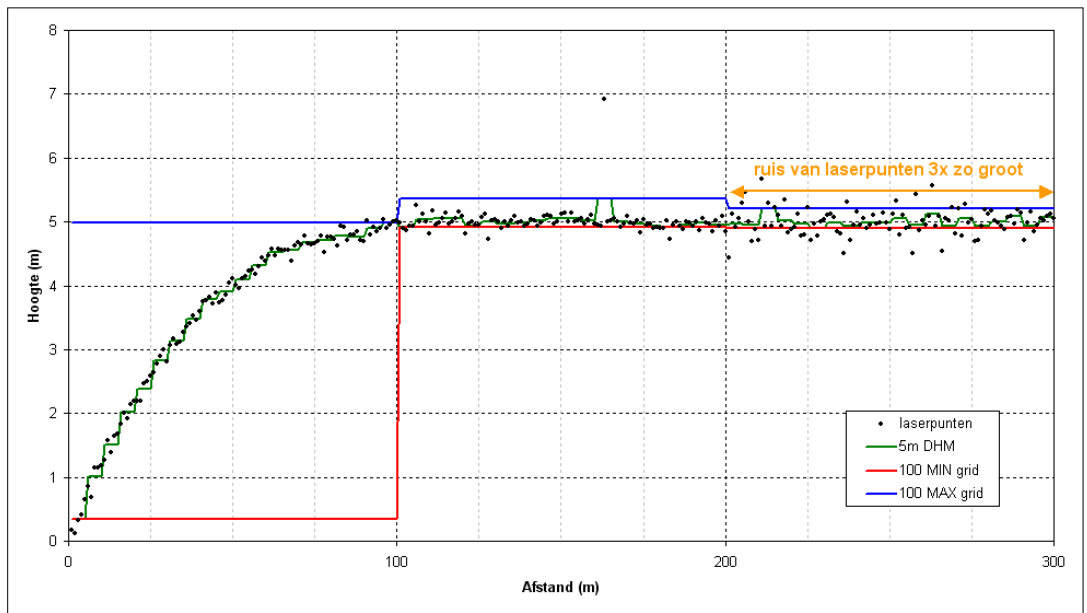
Ook voor de berekening van een 100x100 meter grid met de minimale hoogte wordt het 5x5 meter DHM als uitgangspunt gebruikt. De xy-ligging van een 100x100 meter grid is zo gekozen dat er onder iedere gridcel precies 400 gridcellen van 5x5 meter liggen. Iedere gridcel van het 100x100 meter MIN grid krijgt de waarde gelijk aan de laagste waarde van de (maximaal 400) onderliggende 5x5 meter DHM cellen.

Voor dit grid geldt dat wanneer meer dan 200 5x5 meter cellen de 'nodata'-waarde hebben, dat de desbetreffende 100x100 meter MIN gridcel ook de 'nodata'-waarde krijgt toegewezen.

De 100x100 meter MIN en MAX grids leveren extra informatie op over het 100x100 meter DHM. Het geeft de uiterste waarden weer van het 5x5 meter DHM waarvan het 100x100 meter DHM het gemiddelde is.

In Figuur 6 is een voorbeeld gegeven van de grids in een dwarsprofiel. Voor deze grids geldt hetzelfde als voor de 25x25 meter MIN en MAX grids. Hoe groter de hoogteverschillen in een gebied zijn, des te groter het verschil tussen het minimale en het maximale grid is.

Omdat de 100x100 meter MIN en MAX grids de uiterste waarden van veel meer 5x5 meter DHM cellen weergeven als bij de 25x25 meter MIN en MAX grids, zal in een vlak gebied de invloed van uitschieters en de puntruis relatief groot zijn. Naarmate de punt dichtheid van een bestand groter wordt, zal de invloed van de laserpuntruis wel afnemen, maar zal de kans op niet ontdekte uitschieters toenemen.



Figuur 6: Dwarsprofielen van 100x100 meter grids met minimale en maximale hoogte

# 4 Het grid met de standaarddeviatie van de hoogte

.....

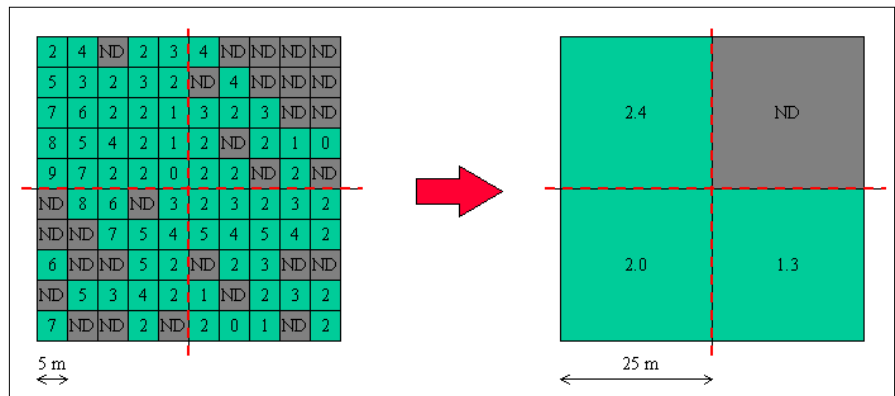
## 4.1 Het 25x25 meter STD grid

Voor de berekening van een 25x25 meter grid met de standaarddeviatie van de hoogte (STD) wordt het 5x5 meter DHM als uitgangspunt gebruikt (zie §2.1). De xy-ligging van een 25x25 meter grid is zo gekozen dat er in iedere gridcel precies 25 gridcellen van het 5x5 meter DHM onderliggen (zie §4.1 van de productspecificatie).

Voor iedere 25x25 meter gridcel wordt van de onderliggende (maximaal 25) 5x5 meter DHM gridcellen een standaarddeviatie berekend met de volgende formule:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}}$$

Bij deze berekening worden de eventuele onderliggende 5x5 meter cellen met de 'nodata'-waarde genegeerd. Echter, een 25x25 meter cel krijgt de 'nodata'-waarde als meer dan de helft van de 5x5 meter gridcellen ook de 'nodata'-waarde heeft (zie Figuur 7).

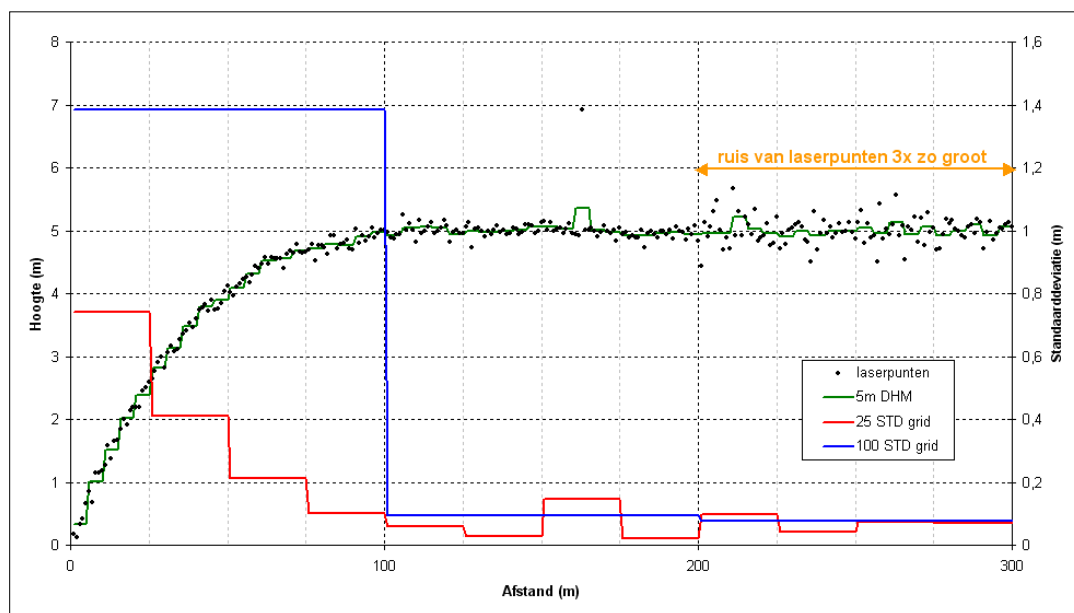


Figuur 7: 25x25 meter STD grid gemaakt uit het 5x5 meter DHM

Het 25x25 meter STD grid geeft extra informatie over het 25x25 meter DHM. Het geeft de spreiding in de onderliggende 5x5 meter DHM cellen weer, wat een indicatie is voor de betrouwbaarheid van het hieruit afgeleide 25x25 meter DHM.

Zoals in Figuur 8 te zien is, beschrijft dit grid voornamelijk de grootte van de hoogteverschillen in het gebied. Dit grid wordt minder sterk beïnvloed door extreme laserpunten of variaties in de laserpuntruï als een 25x25 meter MIN of MAX grid doordat de waarde berekend wordt uit meerdere 5x5 meter

DHM gridcellen. De invloed van variaties in de laserpuntruï wordt kleiner naarmate de puntichtheid groter wordt.



Figuur 8: Dwarsprofielen van de grids met de standaard afwijking van de hoogte

#### 4.2 Het 100x100 meter STD grid

Ook voor de berekening van een 100x100 meter grid met de standaarddeviatie van de hoogte wordt het 5x5 meter DHM als uitgangspunt gebruikt. De xy-ligging van een 100x100 meter grid is zo gekozen dat er onder iedere gridcel precies 400 gridcellen van 5x5 meter liggen. Iedere gridcel van het 100x100 meter STD grid krijgt de waarde gelijk aan de standaarddeviatie van de (maximaal 400) onderliggende 5x5 meter DHM cellen (zie formule in §4.1)

Voor dit grid geldt eveneens dat wanneer meer dan de helft van de 5x5 meter cellen de 'nodata'-waarde heeft, dat de desbetreffende 100x100 meter STD gridcel ook de 'nodata'-waarde krijgt toegewezen.

Het 100x100 meter STD grid geeft de spreiding in de onderliggende 5x5 meter DHM cellen weer, wat een indicatie is voor de betrouwbaarheid van het hieruit afgeleide 100x100 meter DHM.

Zoals in Figuur 8 te zien is, beschrijft dit grid voornamelijk de grootte van de hoogteverschillen in het gebied, maar dan op een groter schaalniveau als bij het 25x25 meter STD grid. De invloed van bijvoorbeeld een kleine dijk zal in dit grid veel minder groot zijn als bij het 25x25 meter STD grid.

De invloed van een enkele uitschieter in de laserdata of van variaties in de laserpuntruï is nagenoeg afwezig.