

Keuren op basis van big data

Jan Telman
Q-Consult Bedrijfskundig Adviseurs

Berwich Sluer
Boskalis Nederland Infra

Jan Stigter
Boskalis Nederland Infra

Michel Preng
Boskalis Nederland Infra

Samenvatting

De ontwikkelingen op het gebied van meet- en monitoringtechnieken zijn momenteel stormachtig te noemen. In de praktijk blijken steeds meer van deze technieken effectief te kunnen worden ingezet voor de beheersing van de kwaliteit van wegebouwwerken. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan laser- en infraroodscanners voor continue temperatuurmetingen, hoge resolutie videobeelden, continue verdichtingsmetingen bij grondwerk en de inzet van laserscantechnieken voor laagdiktemetingen.

Voor het aantonen van de kwaliteit van gerealiseerd werk (keuren) op basis van de resultaten van deze metingen – vrijwel zonder uitzondering relatief grote meet- en databestanden – zijn andere analysetools nodig dan momenteel in de RAW-Bepalingen beschikbaar zijn.

In deze paper worden de aanpak en de resultaten beschreven van het onderzoek naar de betrouwbaarheid van opleveringscontroles op laagdikte met behulp van een laserscanner. Doelstelling is om aan te tonen dat deze controlemethode minstens even betrouwbaar is als de conventionele controle volgens RAW, met dien verstande dat de beoordeling van het werk niet meer plaats vindt aan de hand van één tot enkele tientallen meetresultaten maar op basis van vele duizenden waarnemingen.

Controle van de opgeleverde laagdikte gaat volgens het systeem van micro en macro toleranties. Daarbij wordt een opgeleverd werk verdeeld in controlevakken (deeloplevering, bijvoorbeeld $8 \times 1000 \text{m}^2$) en de controlevakken weer in roostervakken (bijvoorbeeld $1,5 \times 1,5 \text{m}^2$). Gemiddeld over een controlevak moet de afwijking tussen de gerealiseerde laagdikte en de in het bestek voorgeschreven laagdikte voldoen aan de eisen van de macro tolerantie. Daarnaast moet op ieder roostervak de afwijking in laagdikte tussen de grenzen van de micro tolerantie liggen. Voor de waarden voor de tolerantiegrenzen is volledig aangesloten bij de RAW-Bepalingen 2015.

Met behulp van statistische methoden is voor zowel de boorkern als de lasermethode onderzocht hoe groot de kans op goedkeuring is ten aanzien van de micro tolerantie en de macro tolerantie, in relatie tot de werkelijke kwaliteit. Het onderscheidend vermogen van beide meetmethoden is vergeleken, d.w.z. is de goedkeurkans hoog bij een goede kwaliteit en laag bij een slechte kwaliteit. De ontwikkeling van de keuringsmethode voor 'big data' wordt beschreven en er worden aanbevelingen gedaan voor de benodigde instelwaarden voor praktische toepassing van deze methode.

1. Inleiding

Bij de huidige wijze van controles op laagdikten wordt uitgegaan van een beperkt aantal boorkernen. In de RAW 2015 systematiek moet het gemiddelde van die boorkernen voldoen aan de macro tolerantie, en elke individuele kern moet voldoen aan de micro tolerantie. Tabel 81.2.1 van RAW 2015 geeft grenswaarden voor de micro tolerantie en voor de macro tolerantie bij 2 tot 9 of meer boorkernen.

Inmiddels zijn laser technieken ontwikkeld die veel meer informatie geven over de gerealiseerde laagdikte dan een beperkt aantal boorkernen. Voor de aannemer bieden deze technieken de mogelijkheid om al tijdens de aanleg de kwaliteit in termen van laagdikte te monitoren en zo nodig bij te sturen. Het ligt voor de hand om deze nieuwe technologie ook in te zetten bij de controles op laagdikte. De praktische voordelen zijn evident: de laser methode gaat veel sneller, is minder belastend voor het verkeer en bovendien is deze methode niet destructief. Alvorens de laser methode kan worden ingevoerd voor opleveringscontroles moet worden aangetoond dat de betrouwbaarheid van deze methode minstens even goed is als die van de conventionele boorkern methode.



Om de betrouwbaarheid van beide methoden te vergelijken is een statistische aanpak gekozen. Bij iedere methode van controleren wordt immers een uitspraak over de kwaliteit van het hele wegvak gedaan op basis van een kleinere of grotere steekproef. Daarmee bestaat er altijd een mate van statistische onzekerheid omtrent de conclusies bij opleveringscontroles. Betrouwbaarheid van de meetmethode is gedefinieerd als het vermogen om bij de controle scherp onderscheid te kunnen maken tussen een goede kwaliteit en een slechte kwaliteit. Gewenst is dat een

opgeleverd werk met een goede kwaliteit een zeer grote kans heeft om te worden goedgekeurd, en tegelijkertijd dient een werk met een slechte kwaliteit een kleine kans op goedkeuring te hebben.

Figuur 1. Het laser meetsysteem.

Het onderzoek naar de betrouwbaarheid kent de volgende aspecten:

- Hoe definieer je eigenlijk de kwaliteit van een opgeleverd werk
- Wat zijn de karakteristieken van de boorkern en de laser methode
- Wat zijn de mogelijke variaties in meetuitkomsten bij een bepaalde kwaliteit, zowel bij de boorkern methode als de laser meetmethode
- Hoe vertalen die uitkomsten zich in een uitspraak tot het al of niet “onthouden van goedkeuring” volgens de RAW systematiek

In het vervolg van dit stuk worden deze aspecten beschreven, de resultaten toegelicht en aanbevelingen gedaan voor keuzes van grenswaarden voor een betrouwbare toepassing van de laser methode.

2. Kwaliteit van opgeleverd werk

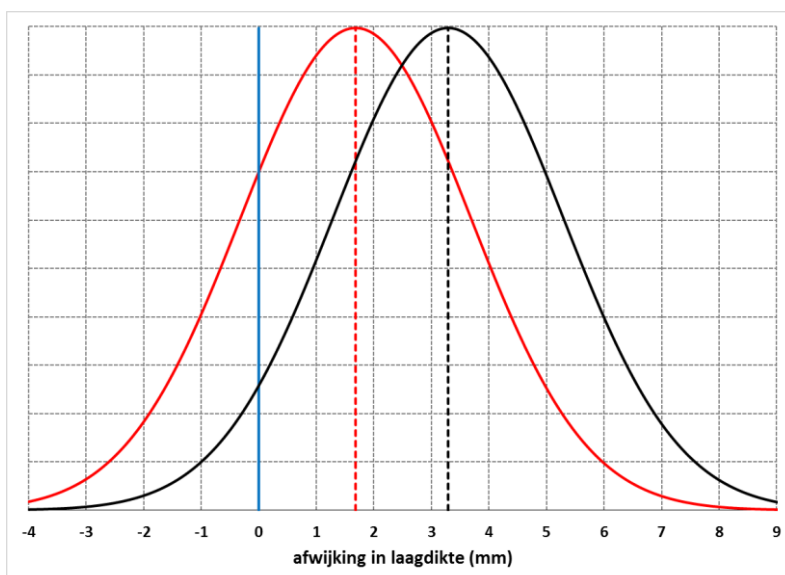
De kwaliteit van de laagdikte van een opgeleverd controlevak kan worden beschreven als het percentage van dit vak waarvoor de werkelijk gerealiseerde laagdikte minder is dan de gestelde bestekseisen. In RAW termen: het percentage van het controlevak met een negatieve afwijking van de laagdikte.

De gerealiseerde laagdikte in het controlevak laat zich beschrijven door een combinatie van een systematische afwijking en toevallige variaties. De systematische afwijking geeft aan hoeveel het totale vak gemiddeld genomen dunner of dikker is dan de besteksdikte.

Toevallige variaties van de laagdikte rond dit gemiddelde kunnen worden beschreven door een statistische verdeling. Hierbij is gebruik gemaakt van de normale verdeling. Het gemiddelde μ van die verdeling geeft de gemiddelde systematische afwijking van de laagdikte ten opzichte van bestekseisen in mm op het controlevak. De standaardafwijking σ van die verdeling is een maat voor de toevallige variaties van de laagdikte rond dit gemiddelde.

In Figuur 2 is een voorbeeld gegeven van twee frequentieverdelingen van de afwijkingen in laagdikte. Beide verdelingen hebben een standaardafwijking $\sigma = 2$ mm. De rode curve hoort bij een controlevak waarop voor 20% van de posities de laagdikte minder is dan de besteksdikte. In de grafiek betekent dit dat 20% van de oppervlakte onder de rode curve links van de blauwe grenslijn bij 0 mm ligt. De zwarte curve hoort bij een vak waarop maar voor 5% de laagdikte onder de besteksdikte ligt. Uit de normale verdeling is af te leiden dat de bijbehorende gemiddelde waarde 1,68 mm is voor de rode curve en 3,29 mm voor de zwarte curve.

De kwaliteit van het controlevak neemt toe, d.w.z. het percentage negatieve afwijkingen links van de blauwe grenslijn neemt af, indien de gemiddelde laagdikte μ groter wordt (de klokvorm schuift naar rechts) en/of indien de spreiding σ in afwijkingen kleiner wordt (de klokvorm wordt smaller).



Figuur 2. Statistische verdelingen van de afwijkingen in laagdikte over een controlevak

3. Karakteristieken van de meetmethoden

In het onderzoek is als uitgangspunt genomen een controlevak van 10.000 m². Verder is uitgegaan van het systeem van micro en macro toleranties conform RAW 2015. Meer specifiek zijn de grenswaarden gehanteerd uit tabel 81.2.1 van deze norm voor een asfaltlaag op een zandbed wegfundering.

We beschrijven hierna afzonderlijk voor de boorkern methode en de laser methode wat de belangrijkste karakteristieken zijn die effect hebben op de betrouwbaarheid van de betreffende methode.

2.1 Boorkern methode

Aantal metingen

Conform de RAW systematiek worden bij oplevering op een controlevak een aantal boorkernen random verdeeld over dit vak genomen. Het aantal komt overeen met 1 boorkern per 1.000 m². Bij de gekozen uitgangssituatie van 10.000 m² komt men dus aan $n = 10$ boorkernen.

Meetbetrouwbaarheid

De laagdikte meting bij een boorkern is vrij precies: uit ringonderzoeken is bekend dat de standaardafwijking voor de reproduceerbaarheid ongeveer 5 mm bedraagt.

Uitvoering toetsing op micro en macro tolerantie

Volgens de RAW 2015 zijn de toetsingseisen: onthouding van goedkeuring indien de negatieve afwijking van de laagdikte groter is dan

- 0,0 mm voor het gemiddelde van de $n=10$ monsters; dit is de macro tolerantie.
- 15,0 mm voor elke individuele kern; dit is de micro tolerantie.

2.2 Laser methode

Aantal metingen

Bij de laser methode wordt de laagdikte strekkend uitgevoerd met een resolutie van 1 cm in dwarsrichting en 28 cm in rijrichting. Dit betekent dat op een controlevak van 10.000 m² de laagdikte wordt bepaald op ruim 3,5 miljoen meetpunten. Hier kan dus met recht gesproken worden van “big data”.

Meetbetrouwbaarheid

De lasermeting kent een toevallige meetfout met een standaardafwijking van 20 mm. Dit is minder precies dan de boorkernmethode, maar door de uitmiddeling over het grote aantal meetpunten wordt dit ruimschoots gecompenseerd. Een eventuele systematische meetfout wordt beheerst door kalibratie van de meetapparatuur.

Uitvoering toetsing op micro en macro tolerantie

Het controlevak wordt verdeeld in roostervakken met een nog nader te bepalen grootte. Voorlopig is uitgegaan van roostervakken van 1,5x1,5 m². Op een controlevak van 10.000 m² zijn er ruim 4400 roostervakken. Toetsing conform RAW 2015 gaat nu als volgt:

- Voor elk roostervak afzonderlijk wordt de gemiddelde laagdikte in dit vak getoetst aan de micro tolerantie met grenswaarde 15,0 mm voor de negatieve afwijking.
- Over alle roostervakken wordt de overall gemiddelde laagdikte berekend en deze wordt getoetst aan de macro tolerantie met een grenswaarde 0,0 mm voor de negatieve afwijking.

4. Variaties in toetsingsresultaat, afhankelijk van de werkelijke kwaliteit

4.1 Statistische analyse methode

Door middel van zogenaamde Monte Carlo simulatieruns zijn duizenden keuringen gesimuleerd bij uiteenlopende kwaliteiten. Onderzocht is wat het toetsingsresultaat bij die kwaliteiten is voor zowel de boorkern methode en de laser methode. Daarbij zijn in elke simulatierun de volgende stappen doorlopen:

- Simuleer een werkelijk laagdikte patroon over het controle vak van 10.000 m² bij de gekozen kwaliteit. De kwaliteit is daarbij gedefinieerd als het percentage van dit vak met een laagdikte kleiner dan de besteksdikte.

Toelichting op het gesimuleerde laagdiktepatroon.

Uitgaande van de kwaliteit van bijvoorbeeld 10% van het controlevak met een laagdikte onder de bestekseis zijn op een startgrid van 3x3 meter onafhankelijke diktes gegenereerd uit een normale verdeling. De standaardafwijking is steeds 2 mm en het gemiddelde is zodanig berekend dat 10% (in dit voorbeeld) van die verdeling onder de 0 mm komt. Omdat laagdiktes op naburige punten niet onafhankelijk van elkaar kunnen zijn, is in lengte en breedte richting een cubische interpolatie uitgevoerd om een glooiend laagdikteprofiel te krijgen op een fijnmazig grid. Door die interpolatie middelt de variatie iets uit, zodat het werkelijke percentage iets lager dan de uitgangswaarde van in dit voorbeeld 10% komt. Het werkelijke percentage is steeds bij de analyse gehanteerd.

Op dit fijnmazige grid zijn de meetpunten geloot volgens beide meetmethodes en de bijbehorende laagdiktes als meetresultaten genomen.

- Simuleer een meetprocedure: d.w.z. prik random verdeeld n=10 meetpunten in het controlevak voor de boorkern methode en voer een strekkende meting uit met de laser methode met de eerder genoemde resolutie van 1 x 28 cm.
- Tel bij de werkelijke laagdikte op de meetpunten een toevallige meetfout op, volgens een normale verdeling met een gemiddelde 0 en een standaardafwijking conform de meetfout per meetmethode, zoals hierboven genoemd.
- De resulterende meetwaarden zijn de laagdikte per monster voor de boorkern methode en de gemiddelde laagdikte per roostervak voor de laser methode.
- Voer op deze meetwaarden de toetsing uit volgens de micro en macro toleranties.

Belangrijke toetsingsresultaten zijn:

- Voor de micro tolerantie: het minimum van de afzonderlijke meetwaarden. Immers voor de micro tolerantie moeten alle meetwaarden aan de eis voldoen, dus goedkeuring vindt plaats als het minimum boven de grenswaarde ligt.
- Voor de macro tolerantie: het gemiddelde van de afzonderlijke meetwaarden. Goedkeuring vindt plaats als het gemiddelde boven de grenswaarde valt.

Resultaten zijn verzameld voor 500 gesimuleerde keuringen, herhaald voor verschillende kwaliteiten. Voor de boorkern methode zijn 10 kwaliteiten onderzocht met respectievelijk 2%, 4%, 6% ... 20% van het controlevak met een laagdikte onder de besteksdikte. De simulaties

bij de lasermethode zijn uitgevoerd over dezelfde range van kwaliteiten, maar vanwege de rekencapaciteit alleen voor 5 kwaliteiten 2%, 5%, 10%, 15% en 20%.

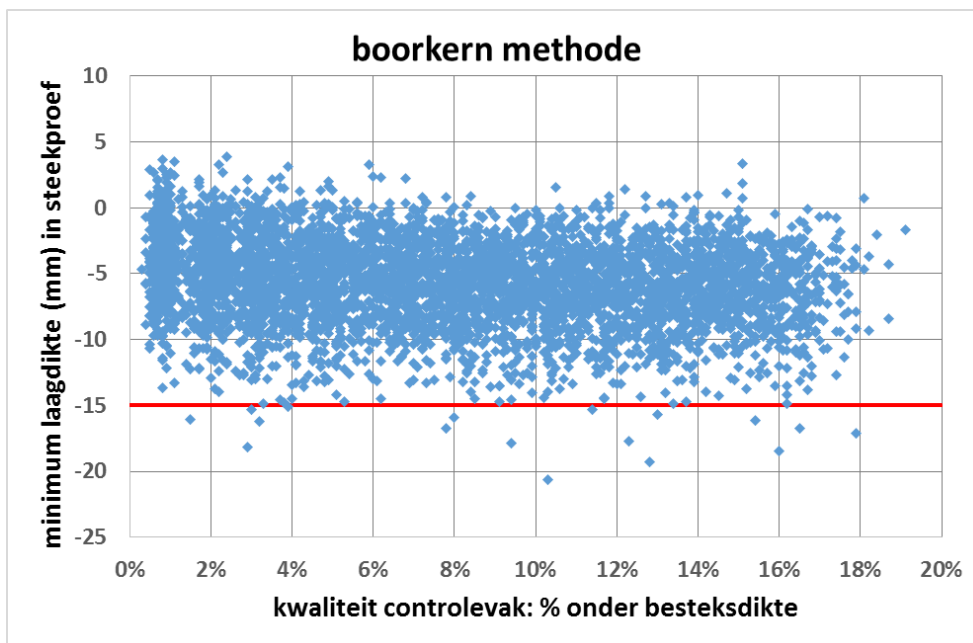
4.2 Resultaten toetsing tegen micro tolerantie

Bij toetsing tegen de micro tolerantie moet elke individuele meetwaarde voldoen aan de eis, dus als het minimum aan die eis voldoet, volgt goedkeuring. In onderstaande figuren zijn de minimum gevonden laagdikte in de steekproeven weergegeven bij elke herhaalde simulatie van de keuring. Figuur 3 geeft de resultaten voor de boorkern methode en Figuur 4 heeft betrekking op de laser methode. Voor een goede vergelijking hebben beide figuren gelijke schaling van de assen.

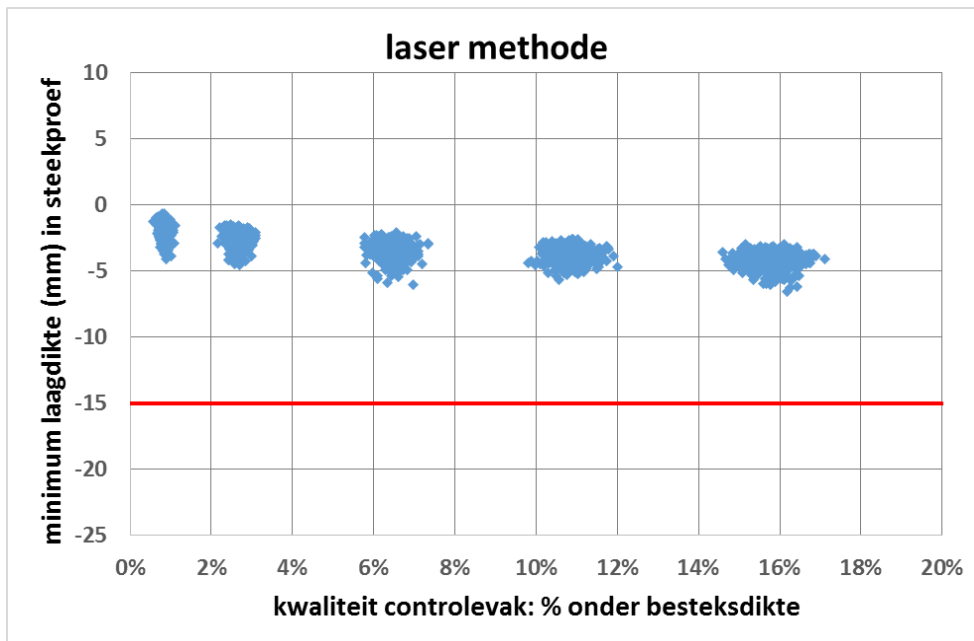
Volgens de RAW 2015 luidt de uitspraak ten aanzien van de micro tolerantie: “onthouding van goedkeuring als de negatieve afwijking groter is dan 15 mm”. Deze grenswaarde is met een rode horizontale lijn ingetekend.

Uit deze grafieken kunnen ten aanzien van de micro tolerantie de volgende conclusies worden getrokken:

- Bij de boorkern methode liggen slechts enkele punten onder de grenswaarde. Dit betekent dat er een zeer kleine kans op afkeuring is, maar dit is bij zowel goede als slechte kwaliteiten het geval.
- Bij de laser methode liggen alle punten ruim boven de grenswaarde. Er vindt dus nooit afkeuring plaats. Wel zien we bij de laser methode veel minder variatie in uitkomsten. Door de grote hoeveelheid meetdata kennen de steekproefuitkomsten minder fluctuatie.



Figuur 3. Resultaten toetsing aan micro tolerantie -15 mm voor de boorkern methode.

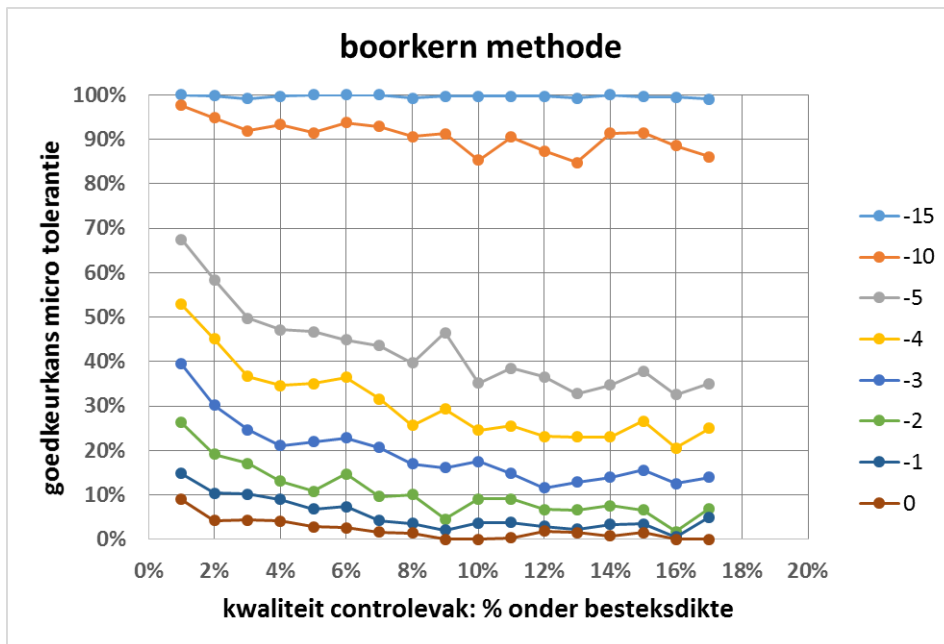


Figuur 4. Resultaten toetsing aan micro tolerantie -15 mm voor de laser methode.

Onderzocht is nog of het onderscheidend vermogen ten aanzien van de micro tolerantie kan worden geoptimaliseerd door de grenswaarde niet op -15 mm, maar wat hoger te leggen. Dan zullen immers in bovenstaande figuren meer punten onder de grenswaarde gaan vallen. D.w.z. de goedkeurkans neemt dan af.

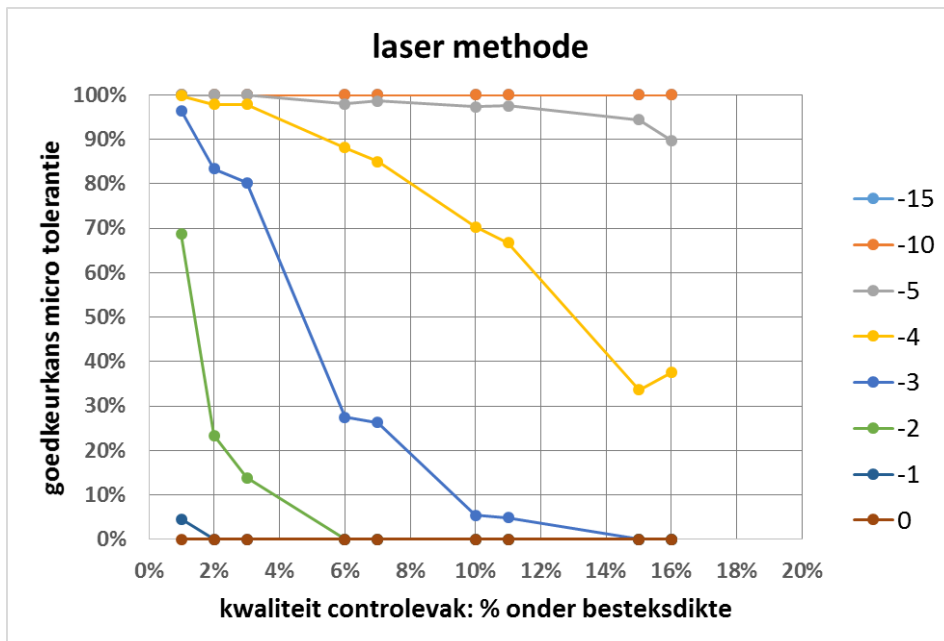
De gerealiseerde kwaliteit van de laagdikte langs de horizontale as is gegroepeerd naar hele percentages en per groep is berekend welk deel van de punten boven de grenslijn liggen. Dit is de goedkeurkans bij keuring ten aanzien van de micro tolerantie.

Voor de boorkern methode is in Figuur 5 het verloop van de goedkeurkans tegen de geleverde kwaliteit aangegeven bij verschillende keuzes van de grenswaarde. De grafieken vertonen een wat grillig verloop vanwege het beperkt aantal simulatieruns, maar de trends zijn duidelijk. Te zien is dat de goedkeurkans inderdaad afneemt indien de grenswaarde naar -5 mm of nog hoger wordt verschoven. Maar dit geldt dan tegelijkertijd voor vakken met een slechte kwaliteit en een goede kwaliteit. Met andere woorden, ook bij gewijzigde keuzes van de grenswaarde heeft de boorkern methode een slecht onderscheidend vermogen met betrekking tot de micro tolerantie.



Figuur 5. Goedkeurkansen boorkern methode m.b.t. de micro tolerantie bij diverse grenswaarden.

Voor de laser methode zijn in Figuur 6 de goedkeurkansen bij verschillende grenswaarden weergegeven. Te zien is dat bij de keuze van een grenswaarde van -15 of -10 mm de goedkeurkans altijd 100% is, onafhankelijk van de geleverde kwaliteit. Bij hogere grenswaarden neemt de goedkeurkans af en bij de keuze van -3 of -2 mm is een goed onderscheidend vermogen te bereiken. Vakken met een goede kwaliteit hebben dan een hoge goedkeurkans, vakken met een slechte kwaliteit een lage goedkeurkans.



Figuur 6. Goedkeurkansen laser methode m.b.t. de micro tolerantie bij diverse grenswaarden.

Eindconclusie m.b.t. de micro tolerantie:

- De micro tolerantie biedt met de huidige grenswaarde van -15 mm geen goed onderscheidend vermogen voor het discrimineren tussen controlevakken met een goede kwaliteit en die met een slechtere kwaliteit. Dit geldt voor zowel de boorkern methode als de laser methode.
- Voor de laser methode is het mogelijk een goed onderscheidend vermogen van de keuring met betrekking tot de micro tolerantie te bereiken, indien de grenswaarde wordt bijgesteld. Bij de boorkern methode is dit niet mogelijk.

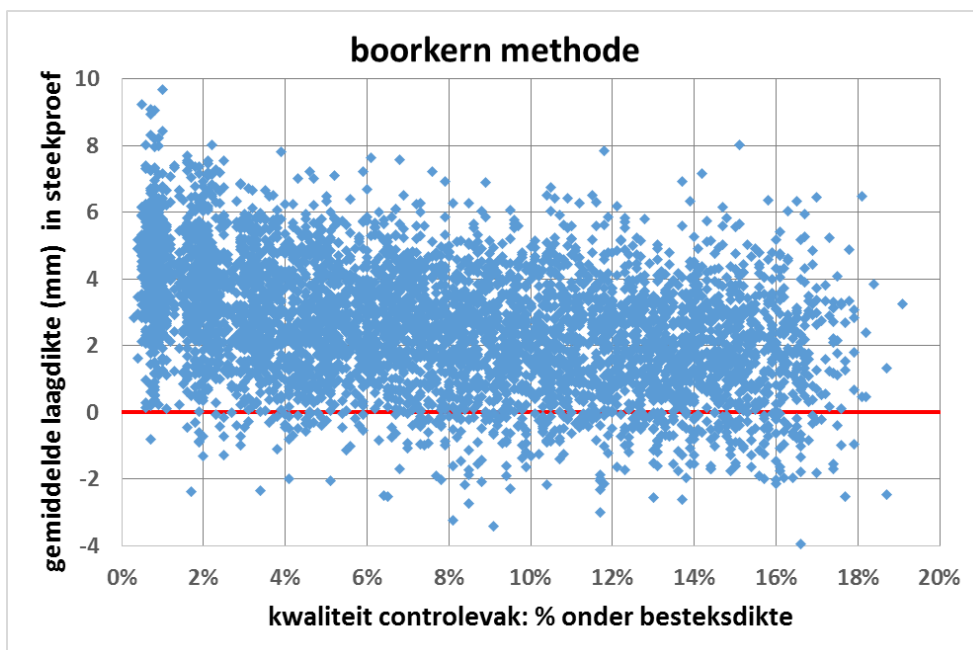
4.3 Resultaten toetsing tegen macro tolerantie

Bij de macro tolerantie vindt keuring op basis van het gemiddelde van de gemeten laagdikte. In onderstaande figuren zijn de gemiddeld gevonden laagdikte in de steekproeven weergegeven bij elke herhaalde simulatie van de keuring. Figuur 7 geeft de resultaten voor de boorkern methode en Figuur 8 heeft betrekking op de laser methode. Voor een goede vergelijking hebben beide figuren gelijke schaling van de assen.

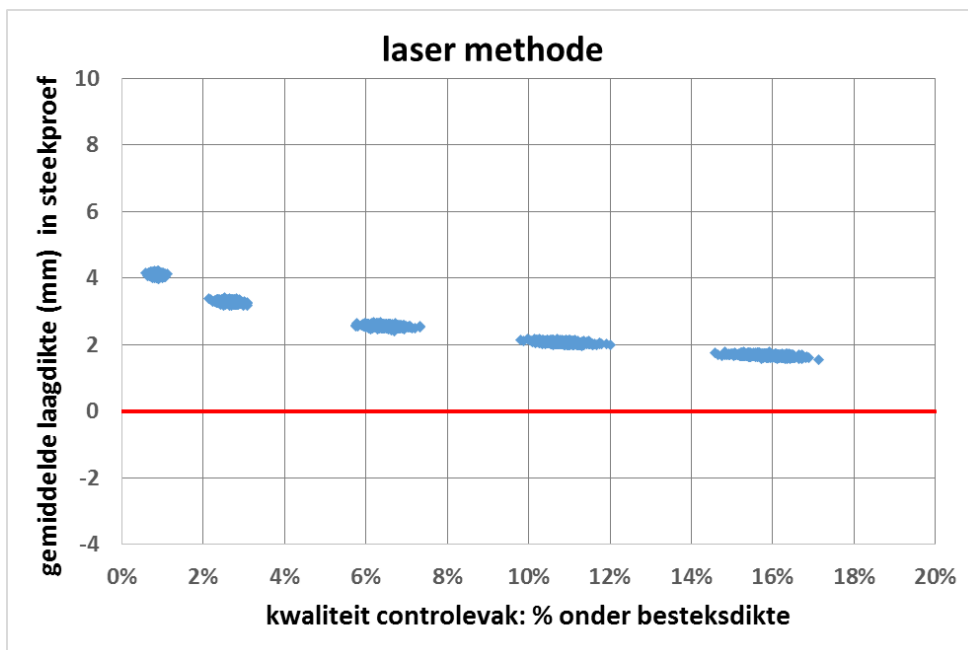
Volgens de RAW 2015 luidt de uitspraak ten aanzien van de macro tolerantie: “onthouding van goedkeuring als de negatieve afwijking groter is dan 0 mm”. Deze grenswaarde is met een doorgetrokken rode horizontale lijn ingetekend.

Uit deze grafieken kunnen ten aanzien van de macro tolerantie de volgende conclusies worden getrokken:

- Bij de boorkern methode ligt een klein deel van de punten onder de grenswaarde. Er is dus een geringe kans op afkeuring, bij zowel goede als slechte kwaliteiten van het opgeleverde werk.
- Bij de laser methode vindt nooit afkeuring plaats. Alle punten liggen ruim boven de grenswaarde. Wel zien we bij de laser methode veel minder variatie in uitkomsten. Door de grote hoeveelheid meetdata kennen de steekproefuitkomsten minder fluctuatie.



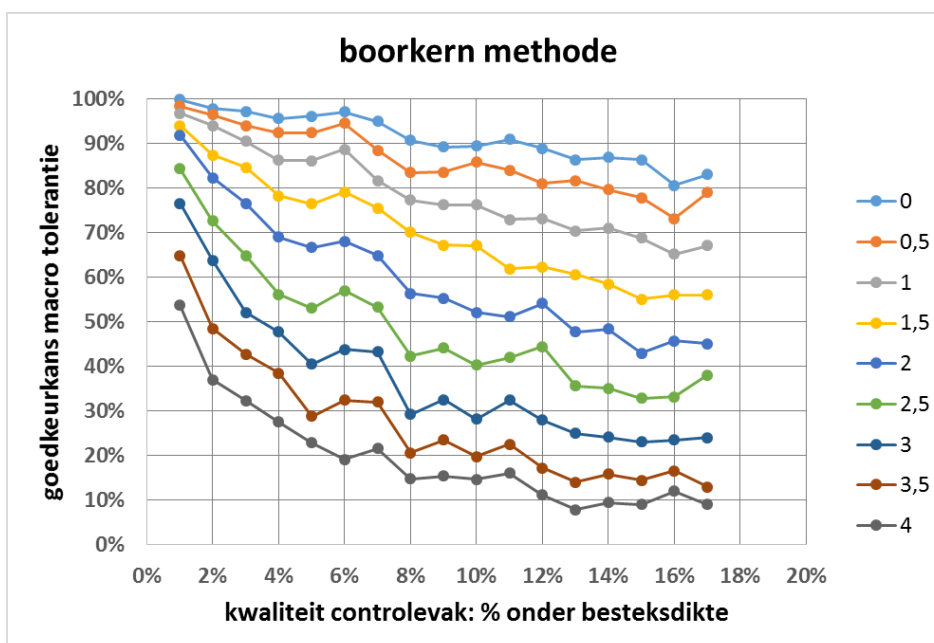
Figuur 7. Resultaten toetsing aan macro tolerantie 0 mm voor de boorkern methode.



Figuur 8. Resultaten toetsing aan macro tolerantie 0 mm voor de laser methode.

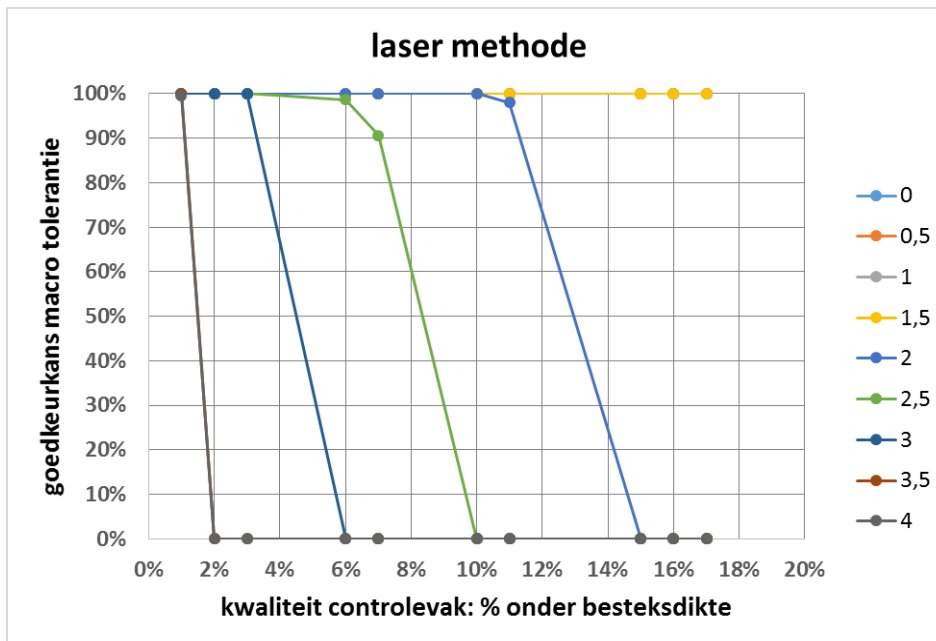
Ook voor de macro tolerantie is onderzocht of het onderscheidend vermogen van de keuring kan worden geoptimaliseerd door een geschiktere keuze van de grenswaarde.

Voor de boorkern methode is in Figuur 9 het verloop van de goedkeurkans tegen de geleverde kwaliteit aangegeven bij verschillende keuzes van de grenswaarde. Te zien is dat de goedkeurkans inderdaad afneemt naarmate de grenswaarde hoger wordt. Maar dit geldt dan tegelijkertijd voor vakken met een slechte kwaliteit en een goede kwaliteit. De curve van de goedkeurkans wordt nooit voldoende steil. Met andere woorden, ook bij geschiktere keuzes van de grenswaarde heeft de boorkern methode een slecht onderscheidend vermogen met betrekking tot de macro tolerantie.



Figuur 9. Goedkeurkans boorkern methode m.b.t. de macro tolerantie bij diverse grenswaarden.

Voor de laser methode zijn de goedkeurkans weergegeven in Figuur 10. Uit de figuur blijkt dat de goedkeurkans altijd 100% is bij grenswaarden van 0 tot 1,5 mm. Bij hogere grenswaarden daalt de goedkeurkans snel naar 0% bij slechtere kwaliteiten, terwijl de goedkeurkans nog steeds bijna 100% blijft voor wegvakken met een goede kwaliteit. De laser methode heeft dus een goed onderscheidend vermogen bij de keuring ten aanzien van de macro tolerantie. Een grenswaarde tussen 3 en 4 mm lijkt daarbij een geschikte keuze.



Figuur 10. Goedkeurkansen laser methode m.b.t. de macro tolerantie bij diverse grenswaarden.

Eindconclusie m.b.t. de macro tolerantie:

- Bij de huidige grenswaarde van 0 mm is toetsing van de laagdikte ten aanzien van de macro tolerantie niet erg onderscheidend tussen slechte en goede kwaliteit van het opgeleverd werk. Dit geldt voor zowel de boorkern methode als de laser methode.
- Voor de laser methode is het mogelijk een goed onderscheidend vermogen van de keuring met betrekking tot de micro tolerantie te bereiken, indien de grenswaarde wordt bijgesteld. Bij de boorkern methode is dit niet mogelijk.

5. Conclusies en aanbevelingen

De resultaten van het onderzoek laten zien dat het keuren op basis van big data voordelen biedt boven de conventionele controle van laagdikten op basis van een beperkt aantal boorkernen. Monte Carlo simulaties tonen aan dat de controle met de laser methode veel minder wisselende resultaten oplevert dan de boorkern methode.

Bovendien biedt de laser methode ook mogelijkheden tot procesbewaking tijdens de aanleg, zodat tijdig kan worden bijgestuurd bij laagdikten die onder de bestekseis dreigen te vallen.

Voor zowel de micro tolerantie als de macro tolerantie blijkt dat bij de huidige grenswaarden in RAW 2015 voor beide meetmethoden een gering onderscheidend vermogen hebben. Het is

niet goed mogelijk om te discrimineren tussen controlevakken met een goede en een slechte kwaliteit qua opgeleverde laagdikte.

Bij een optimaler gekozen grenswaarde kan bij de laser methode een goed onderscheidend vermogen worden bereikt: opgeleverde vakken met een goede kwaliteit hebben dan een hoge goedkeurkans, vakken met een slechte kwaliteit een lage goedkeurkans. Dit geldt zowel voor de micro als de macro tolerantie.

Bij de boorkern methode is dit niet mogelijk. Verschuiving van de grenswaarde leidt bij deze methode weliswaar tot lagere goedkeurkansen, maar dit geldt dan voor zowel goede als slechte controlevakken.

In dit onderzoek is de haalbaarheid onderzocht van de keuring op basis van de laser methode in een beperkte scope met betrekking tot de grootte van het controlevak, de grootte van de roostervakken en de spreiding in laagdiktes in het vak. De resultaten zijn veelbelovend. Voor het verder optimaliseren van de opleveringscontroles op basis van de big data uit de laser methode kunnen de volgende suggesties voor verder onderzoek worden genoemd:

- Optimaliseren van de grenswaarde voor de micro en macro tolerantie om het onderscheidend vermogen tussen goede en slechte kwaliteit op het gewenste niveau te brengen.
- Optimaliseren van de keuze van de grootte van de roostervakken. Hiervan mag een gunstig effect worden verwacht op het onderscheidend vermogen van de controle volgens de micro toleranties.
- Nagaan of bij de micro tolerantie kan worden getoetst op een karakteristieke waarde, bijvoorbeeld de 5% of 10% ondergrens van de meetwaarden over de roostervakjes. Bij de boorkern methode met in de praktijk 2 tot 10 monsters is dit niet zinvol. Bij de laser methode met meetwaarden op enkele duizenden roostervakjes is dit een kansrijke optie om het onderscheidend vermogen van de keuring verder te optimaliseren.