



## UvA-DARE (Digital Academic Repository)

### Estimation methods for statistical process control

Schoonhoven, M.

**Publication date**  
2011

[Link to publication](#)

#### **Citation for published version (APA):**

Schoonhoven, M. (2011). *Estimation methods for statistical process control*. [Thesis, fully internal, Universiteit van Amsterdam]. Universiteit van Amsterdam.

#### **General rights**

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

#### **Disclaimer/Complaints regulations**

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

# Samenvatting

## Schattingsmethoden voor statistische procesbeheersing

Processen zijn onderhevig aan variatie. In hoeverre een proces normaal functioneert kan worden bepaald met behulp van een regelkaart. Een regelkaart onderscheidt variatie veroorzaakt door speciale oorzaken en variatie veroorzaakt door gewone oorzaken. Variatie door gewone oorzaken is in ieder proces aanwezig: het is inherent aan het ontwerp van het proces. Als in een proces alleen variatie door gewone oorzaken aanwezig is, wordt het proces beheerst genoemd: het proces fluctueert binnen een voorspelbare bandbreedte. Speciale oorzaken van variatie zijn onderwerp voor verbetering. Speciale oorzaken zijn bijvoorbeeld onverwachte gebeurtenissen of een nieuwe leverancier voor inkomend materiaal.

De regelkaart is in 1924 ontwikkeld door dr. Walter A. Shewhart. Het is een grafiek van metingen van een proceskarakteristiek op de verticale as, uitgezet tegen de tijd op de horizontale as. Daarnaast worden in de grafiek twee regelgrenzen weergegeven: de Upper Control Limit (UCL) en de Lower Control Limit (LCL). Wanneer een meting boven de UCL of onder de LCL komt, geeft de regelkaart een signaal: het proces is niet langer beheerst. Indien de proceskarakteristiek een numerieke variabele is, is het gebruikelijk om zowel de locatie als de spreiding van de karakteristiek te monitoren. De spreiding wordt eerst onderzocht, gevolgd door de locatie. Veelal wordt als maat voor de locatie het gemiddelde genomen en voor de spreiding de standaarddeviatie. De regelgrenzen van de regelkaart voor de standaarddeviatie worden bepaald op basis van de standaarddeviatie van het proces; de regelgrenzen van de kaart voor het gemiddelde worden gebaseerd op zowel de standaarddeviatie als het gemiddelde van het proces. In de praktijk zijn het gemiddelde en de standaarddeviatie niet bekend en deze worden daarom geschat op basis van gemiddeld 30-100 steekproeven, ieder ter grootte van 5-9 metingen. Deze fase wordt ook wel Fase I genoemd. Het gebruik van

de regelkaart om het proces te monitoren wordt aangeduid met Fase II. In de literatuur gebruikt men vaak de standaardschatters op basis van het steekproefgemiddelde en de steekproefstandaarddeviatie gebruikt uit Fase I. Het nadeel van deze methoden is dat ze gevoelig zijn voor uitschieters, verschuivingen en andere afwijkingen in de data. Dit proefschrift onderzoekt alternatieve schattingsmethoden voor de bepaling van de regelgrenzen in Fase II.

In hoofdstuk 2 worden twaalf schattingsmethoden voor de standaarddeviatie vergeleken. In de studie zijn de standaard schatters gebaseerd op de steekproefstandaarddeviatie en de steekproefrange opgenomen en verscheidene alternatieve schattingsmethoden voor de standaarddeviatie. Daarnaast wordt een analyse in Fase I onderzocht. Hierin wordt een regelkaart opgesteld, die wordt gebruikt om steekproeven met extreme spreiding te identificeren. De andere steekproeven worden vervolgens gebruikt om de standaarddeviatie te bepalen. De methoden worden beoordeeld door de schattingsfout te bepalen onder normaliteit en onder aanwezigheid van verschillende typen verstoringen. Daarnaast wordt onderzocht wat het effect van de methoden is op de kwaliteit van de regelkaart in Fase II.

Uit hoofdstuk 2 blijkt dat de meeste schatters voor de standaarddeviatie robuust zijn tegen ofwel diffuse verstoringen (uitschieters verspreid over de steekproeven), ofwel gelokaliseerde verstoringen (verstoringen die een gehele steekproef beïnvloeden), maar niet tegen beide. De robuuste schatter van Tatum blijkt goed te werken wanneer diffuse verstoringen aanwezig zijn in Fase I, terwijl de analyse in Fase I goed functioneert wanneer de data gelokaliseerde verstoringen bevatten.

In hoofdstuk 3 wordt geprobeerd een schattingsmethode voor de standaarddeviatie te ontwikkelen die goed functioneert voor beide typen verstoringen. Dit gebeurt door een verbetering aan te brengen in de analyse in Fase I (gebruikt in hoofdstuk 2), die steekproeven met extreme spreiding identificeert met behulp van een regelkaart. Deze analyse wordt aangevuld met een controle op diffuse verstoringen met behulp van een regelkaart voor individuele waarnemingen. De methode wordt vergeleken met een aantal andere robuuste methoden. De evaluatie vindt weer plaats op basis van de schattingsfout en het effect op de kwaliteit van de regelkaart voor de standaarddeviatie in Fase II. De nieuwe methode blijkt relatief robuust te zijn tegen de verschillende typen verstoringen.

De hoofdstukken 4 en 5 gaan over het opstellen van regelkaarten voor het gemiddelde. Daarvoor dienen het gemiddelde en de standaarddeviatie

van het proces te worden geschat.

Hoofdstuk 4 onderzoekt verschillende schattingsmethoden voor het gemiddelde van het proces. In de studie wordt de standaard schattingsmethode (het gemiddelde van de steekproefgemiddelden) onderzocht evenals een aantal alternatieve locatieschatters en Fase I analyses. Daarnaast wordt een analyse voor Fase I voorgesteld, waarmee op een nog betere manier dan in hoofdstuk 2 vooraf uitschieters worden verwijderd. Dit kan door nog zorgvuldiger met verstoringen in de data om te gaan. De resultaten wijzen uit dat de regelkaart voor het gemiddelde op basis van de nieuwe analyse in Fase I, beter presteert dan de andere regelkaarten wanneer verstoringen aanwezig zijn in Fase I.

De methode uit hoofdstuk 4 wordt in hoofdstuk 5 ook toegepast op een schatter voor de standaarddeviatie. De nieuwe methoden uit hoofdstukken 4 en 5 zijn bovendien eenvoudig te combineren tot een regelkaart voor het gemiddelde. Uit de resultaten volgt dat bij gebruik van deze methoden zowel diffuse als gelokaliseerde verstoringen in Fase I minder impact hebben op de regelgrenzen, waardoor de regelkaart beter in staat is het proces te monitoren in Fase II.