



SPC

Praktische uitleg



Statistische Proces Controle

- De link met Histogrammen
- De sigma grenzen en sigma berekening
- Regelgrenzen voor steekproeven, met steekproefgrootte van 1
- Continu verbeteren en SPC
- Wat zijn reeksen of afwijkingen



SPC

Waar staat de afkorting SPC voor
Statistische **P**roces **C**ontrole.

Statistisch

Dit wil zeggen dat er gebruik wordt gemaakt van wetten uit de kansberekening en toeval

Proces:

Dit kan een enkele handeling zijn (zoals het vastdraaien van een moer met een bepaald moment) of een optelling van allerlei handelingen en acties (zoals het in elkaar zetten van een product)

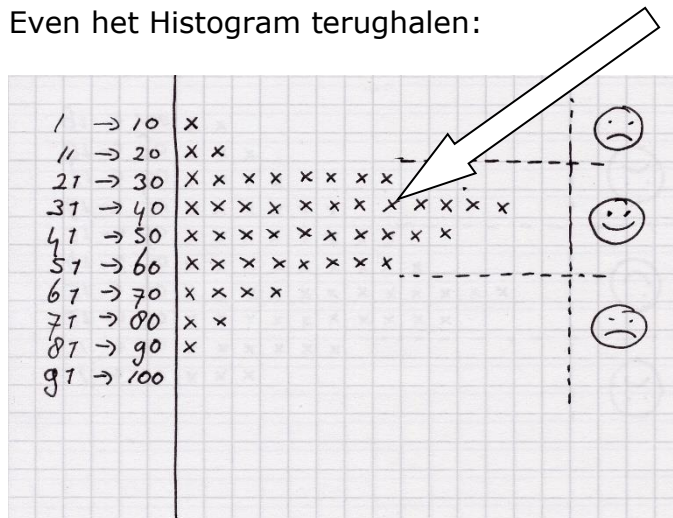
Controle:

Met SPC kijken we of een proces gaat zoals het hoort te gaan. We controleren dus.

Van Histogram naar SPC

Histogram en SPC liggen eigenlijk dicht bij elkaar. De grote verschillen zijn: tijd en grenzen.

Even het Histogram terughalen:



Figuur 1: Met de hand gemaakt Histogram

Tijd

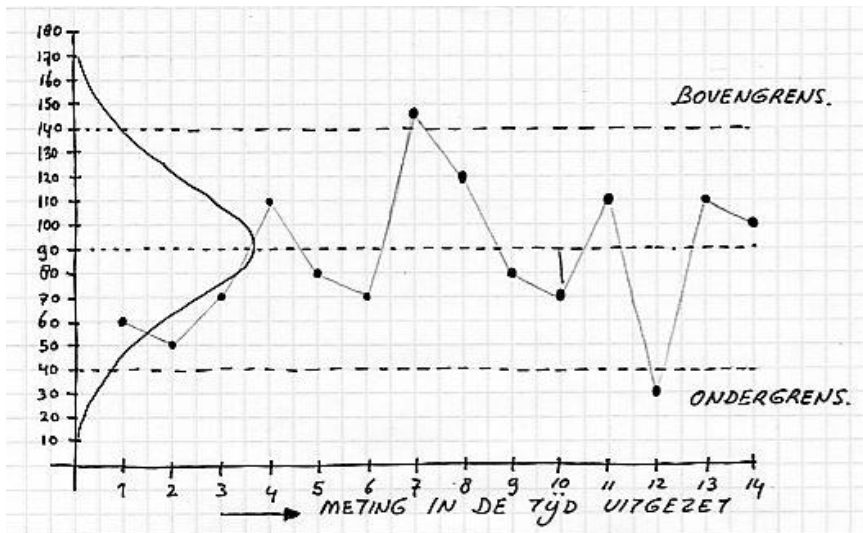
In de bovenstaande figuur zijn metingen, dmv kruisjes, in de grafiek uitgezet. Er is daarmee belangrijke informatie verloren. Wanneer is de meting gedaan waar de pijl naar wijst ?

In de praktijk blijkt het heel handig om voor alle metingen ook te weten wanneer gemeten is.



Grenzen

In de grafiek is een onder- en bovengrens getrokken. Met symbolen is aangegeven wat het gebied is waar de meting zou moeten liggen. Met een histogram is het bepalen van deze grenzen niet erg nauwkeurig. Vaak is het een kwestie van "we denken dat het dit moet zijn"

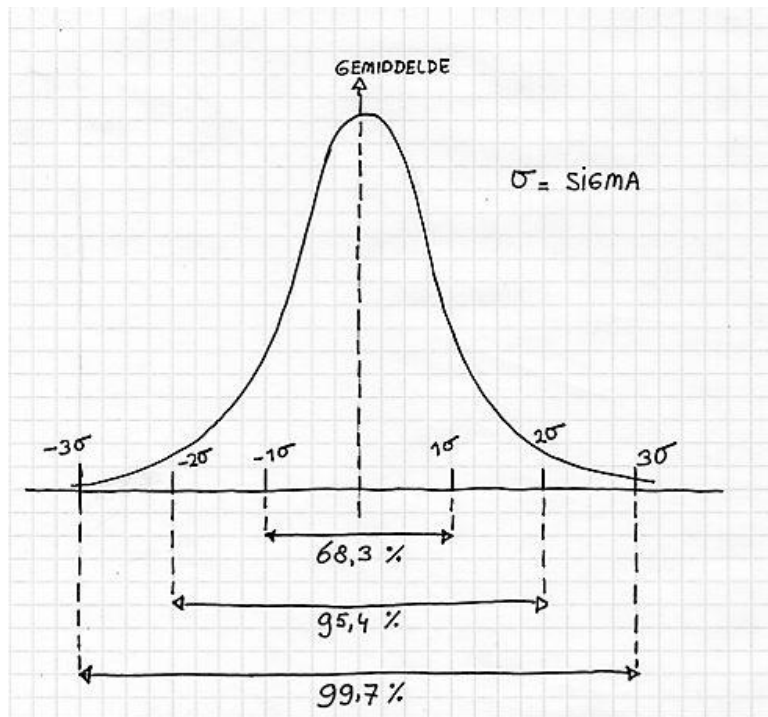


Figuur 2: Een SPC grafiek.

In de bovenstaande figuur is de Histogram kromme (de klok) nog opgenomen. Normaal doen we dat niet. Meetpunten worden nu in volgorde in de tijd uitgezet.



De grenzen



Figuur 3: De sigma grenzen

De klokvorm, zoals in figuur 3, voldoet aan statistische wetten.

Deze zijn:

- 68,3 % van de metingen liggen tussen de waarden $-\text{Sigma}$ en $+\text{Sigma}$
- 95,4 % van de metingen liggen tussen de waarden -2Sigma en $+2\text{Sigma}$
- 99,7 % van de metingen liggen tussen de waarden -3Sigma en $+3\text{Sigma}$

Deze wetten gaan op voor een klokvorm, en als je genoeg meetpunten hebt (volgens de zuivere statistiek minimaal 50).

In de praktijk blijken de wetten ook redelijk op te gaan voor andere grafiekvormen. Vaak zijn 20 tot 30 metingen al voldoende om iets te zeggen over de grenzen.

Maar wat betekent dit nu, en belangrijker wat kunnen we ermee?



A-Nauwkeurigheid van het proces

Als een proces uitgevoerd wordt willen we vaak weten hoe voorspelbaar de uitkomst is.

De gemiddelde waarde plus of min een tolerantie is de gewenste waarde, die het proces moet opleveren. Vervolgens vragen we ons af hoeveel meetwaarden binnen de grenzen liggen.

Voorbeeld:

Op een draaibank wordt een serie assen gedraaid.

De diameter van de as moet 10,0 mm zijn, +/- 0,05 mm.

Het proces draaien wordt gemeten en in een grafiek gezet. (Van ongeveer 50 assen wordt dus de diameter opgemeten). Nu blijkt dat Sigma gelijk is aan 0,05 mm.

Vraag hoe groot is het % uitval in dit proces.

B-Afwijkingen in het proces

Als een proces is opgemeten dan zullen over het algemeen de waarden tussen de -3Sigma en de +3 Sigma liggen. (Uitzonderingen daargelaten, maar daar hebben we het zo over).

In de grafiek die we bijhouden zetten we deze grenzen, als horizontale lijnen uit. Opeens blijken er 3 van 20 opeenvolgende metingen, boven de 3Sigma grens te komen. Is dat normaal?

Volgens de statistiek ligt 99,7 % van de metingen tussen de 3Sigma grenzen in. Dat wil zeggen dat normaal, 0,3 % van de metingen erbuiten liggen. In dit geval zijn er 3 metingen op de 20 die buiten de grenzen komen. In % is dit: $(3/20 \times 100\%) = 15\%$. *Dat is abnormaal*

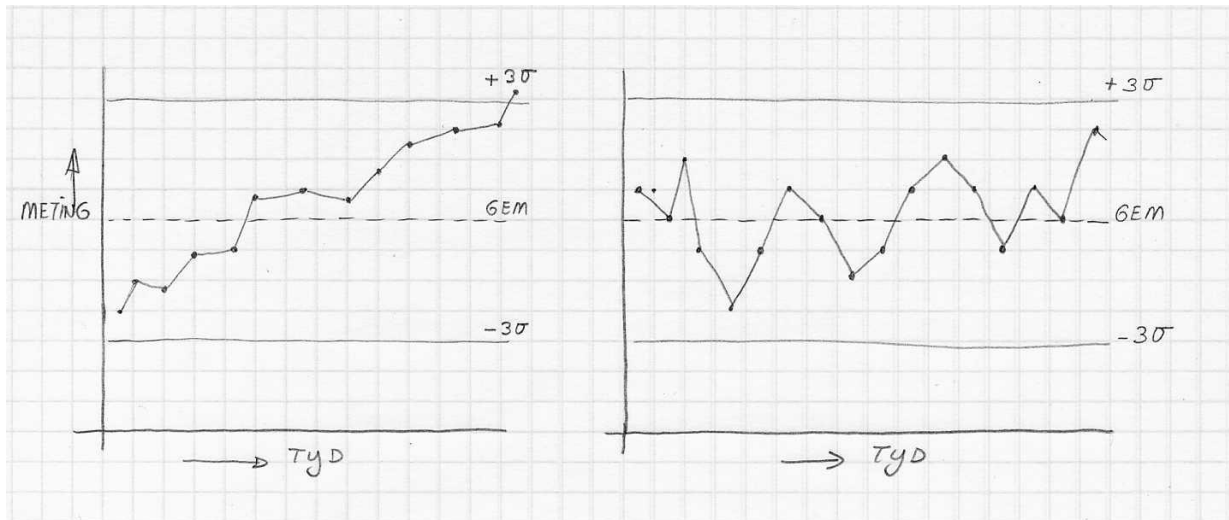
C-Prioriteiten stellen.

Het kunnen onderscheiden wat normaal is en wat abnormaal is, geeft ons ook de mogelijkheid om prioriteiten te stellen. Als bekend is waar de grenzen liggen, hoeven we ons voorlopig niet bezig te houden met meetwaarden tussen de grenzen. We letten voorlopig alleen op meetwaarden die er buiten vallen, en op meetreeksen die abnormaal zijn.



Stabiele –en instabiele processen

Dit verschil kan het beste in plaatjes worden uitgelegd.



Figuur 4: Instabiel proces

Figuur 5: Stabiel proces

Figuur 4 geeft metingen van een instabiel proces. In de loop van de tijd bewegen de metingen zich niet om de gemiddelde lijn, maar lopen er doorheen. In figuur 5 slingeren de metingen om de gemiddelde lijn heen..

Om SPC te kunnen toepassen moet het proces wel stabiel zijn. (Dit zegt dus niets over de nauwkeurigheid van het proces. Ook een stabiel systeem kan heel onnauwkeurig zijn)



Het berekenen van Sigma

Er zijn software pakketten te koop waar meetwaarden kunnen worden ingevoerd. De software berekent dan de grenzen en tekent de grafiek. Het is echter ook mogelijk om met behulp van excel de grenzen te berekenen en de grafiek te maken.

De berekening gaat als volgt:

Nr van de meting	Meetwaarde	mR
1	10	
2	12	2
3	8	4
4	10	2
5	15	5
6	13	2
7	11	2
8	9	2
9	7	2
10	13	6
11	12	1
12	10	2
13	15	5
14	12	3
15	9	3
16	10	1
17	12	2
18	11	1
19	14	3
20	12	2
21	13	1
22	8	5
23	7	1
	Gemiddelde= 11	Gemiddelde= 2,6

Stap 1:

Bereken het gemiddelde van de metingen. In dit geval is dat ($253 / 23 = 11$)

Stap 2:

Schrijf in de kolom mR , het verschil tussen twee opeenvolgende metingen. Deze mR staat voor "moving Range", of "het bewegende verschil". Het verschil wordt in absolute waarde weergegeven, de uitkomst van het verschil is dus altijd positief.

(Meting 3 – Meting 2 = $8 - 12 = -4$, en dit wordt 4)

Stap 3:

Bereken het gemiddelde van mR. In dit geval is dit ($58 / 22 = 2,6$)

Stap 4:

Bereken de BPL en de OPL

BPL = (gemiddelde meting + $2,66 \times$ gemiddelde mR) = 17,9

OPL = (gemiddelde meting – $2,66 \times$ gemiddelde mR) = 4,1

BPL staat voor Bovenste Proces Limiet = Gemiddelde van de meting + 3Sigma

OPL staat voor Onderste Proces Limiet = Gemiddelde van de meting – 3Sigma

!!!!!! Zie de opmerkingen op de volgende bladzijde



Opmerkingen:

In het voorbeeld zijn te weinig meetwaarden genomen. Normaal moeten we toch minstens 30 a 50 metingen hebben, om redelijk nauwkeurig de grenzen te berekenen.

De berekening van BPL en OPL, op bladzijde 7 geldt voor metingen , met steekproefgrootte = 1. Bijvoorbeeld per uur wordt 1 keer de temperatuur gemeten. Voor metingen waarbij de steekproef grootte hoger is dan 1 gelden andere omrekeningsfactoren dan de 2,66.



Praktisch gebruik van SPC

A-Stabiel of instabiel ?

Zoals al eerder gezegd moet je eerst altijd nagaan of het proces, dat je wilt meten, stabiel is.

De controle doe je door een grafiek te maken van meetwaarden, over een langere periode.

De vorm van de grafiek geeft aan of het proces stabiel is.

Als het proces instabiel is, dan moeten we dat niet zien als een tegenslag. In dat geval heb je een belangrijke ontdekking gedaan. Er is een proces gevonden dat alle kanten kan opschieten.

De volgende stap is dan om te kijken waarom dat zo is, en wat er gedaan kan worden om het stabiliteit te krijgen.

B-Neem meetwaarden op.

Hier moet je opletten dat de meetwaarden steeds onder dezelfde omstandigheden plaatsvinden, en niet beïnvloed worden door jezelf. Een handige methode (die vaak goed werkt) is om de metingen op vaste tijden te laten plaatsvinden.

Zorg voor minimaal 50 metingen.

Opmerking:

Het aantal van 50 is statistisch gezien een voorwaarde voor een redelijke betrouwbaarheid.

In de praktijk kan voor een eerste indruk ook gewerkt worden met 25 a 35 metingen. Wees dan wel voorzichtig met de conclusies

C-Bereken het Gemiddelde, OPL en BPL.

Maak de berekeningen en trek de lijnen in de grafiek.

In dit stadium kunnen we al iets zeggen over de nauwkeurigheid van het proces. Hoeveel uitval heeft dit proces.

D-Ga door met meten

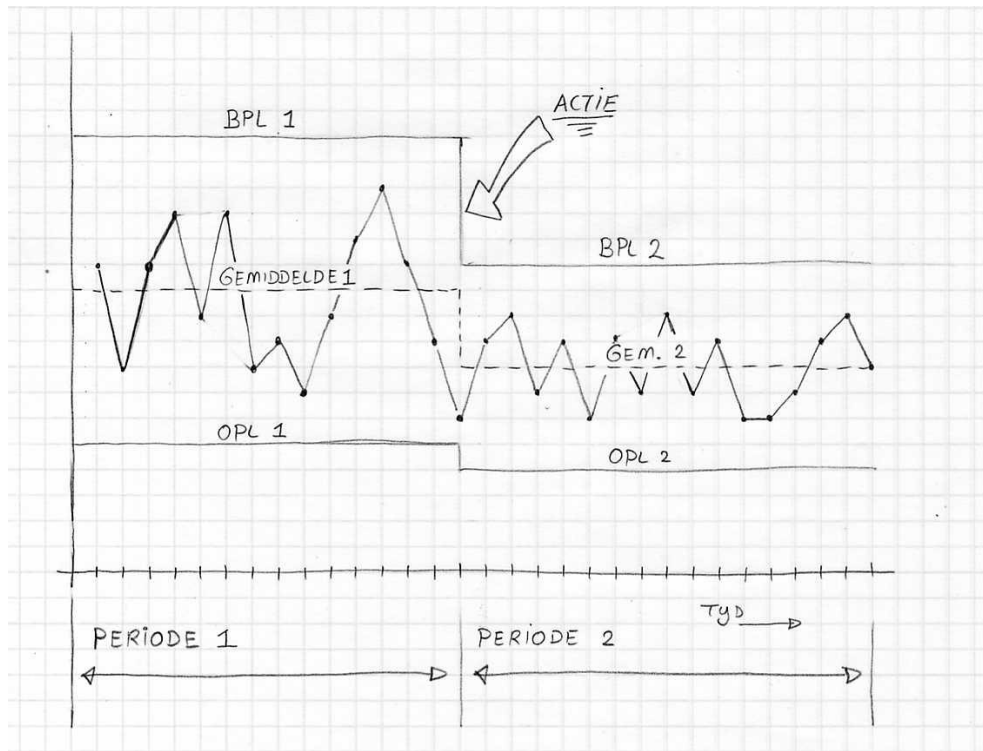
Nu bekend is waar de grenzen van het proces liggen, kunnen we het proces gaan controleren.

De nieuwe metingen worden in de grafiek bijgehouden. Punten die buiten de grenzen komen, zijn abnormaal en moeten onderzocht worden.

Dit is in principe de eerste stap in verbeteren m.b.v SPC.



Verbeteren met behulp van SPC



Figuur 6: Verbeteren en meten

In de bovenstaande figuur is in periode 1 het proces gemeten. De grenzen zijn bepaald.

Aan het eind van de meetperiode is een verbeteractie doorgevoerd. Vervolgens is het traject van meten en berekenen, na genoeg metingen, opnieuw uitgevoerd.

In periode 2 zien we dat het gemiddelde lager ligt en de grenzen liggen dichterbij het gemiddelde. Het proces is door de verbetering stabiel geworden.

Vraag:

Bij sommige verbeter acties zien we dat het gemiddelde gelijk blijft, maar de grenzen komen dichterbij het gemiddelde.
Is er dan wel sprake van een verbetering?



Analyseren van de SPC-grafiek

Uit de SPC-grafiek kunnen we belangrijke informatie, over het proces, afleiden.
Deze informatie kunnen we krijgen door te letten op:

A-1 of meer punten buiten de 3-sigma grenzen

De kans dat dit voorkomt in een stabiel proces is redelijk klein.
Slechts 0,3 % van de metingen kunnen buiten deze grenzen vallen.

B-Acht opeenvolgende punten aan 1 kant van de gemiddelde lijn

De kans dat dit voorkomt is statistisch gezien ook erg klein.
Dit wordt ook wel een "Run" genoemd.

C-Zes punten op een rij, stijgend of dalend

Dit wordt ook wel een "Trend" genoemd.

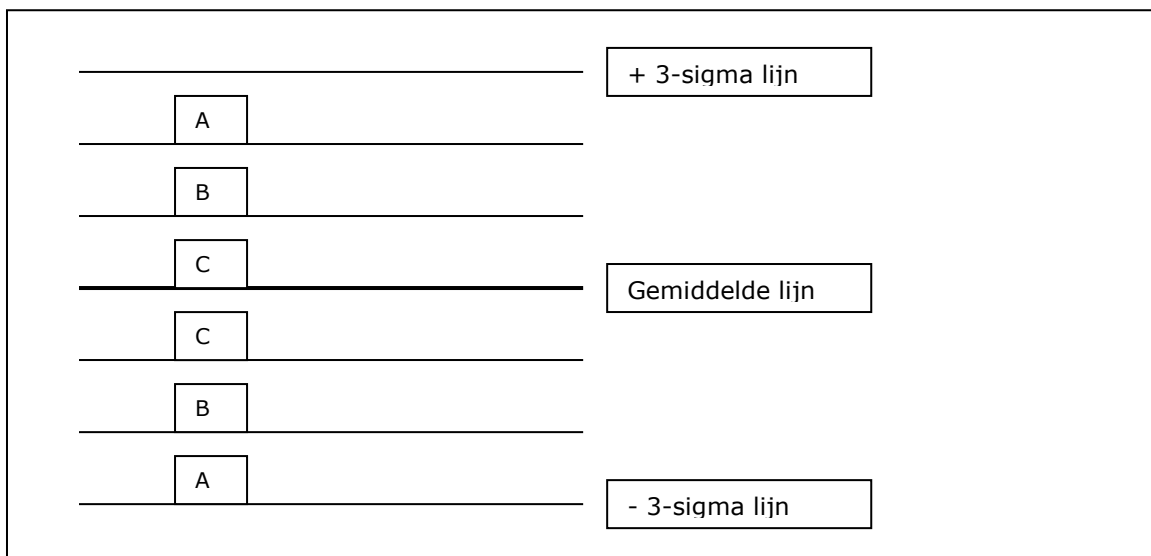
D-Veertien punten op een rij alternerend

Alternerend wil zeggen: afwisselend hoog en laag.
Er is als het ware een golfvorm aanwezig.

E-Twee van de drie opeenvolgende punten in dezelfde zone A

Zie voor de zones de tekening hieronder.

F-Vier van de 5 opeenvolgende punten in zone A of B (aan dezelfde kant)

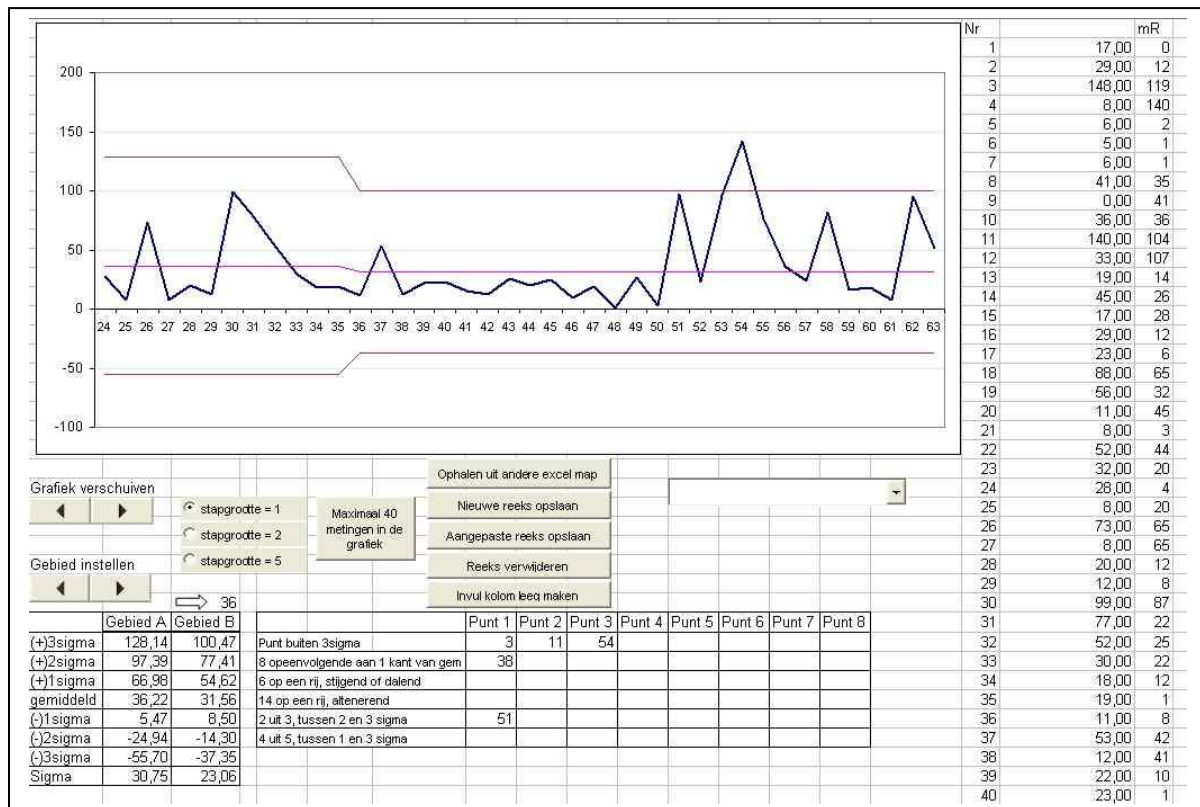


Deze 6 analyses met de hand uitvoeren voor een reeks van 50 getallen is veel werk. Om tijd te besparen is er een Excel toepassing gebouwd, die veel werk uit handen neemt.

Zie voor een korte uitleg bijlage 1



Bijlage 1:



"Screenshot" van ExcelSPC5.

- Twee gebieden instellen, waarbij voor elk gebied de sigma en het gemiddelde wordt berekend.
- Kiezen tussen "alle metingen in de grafiek" of "40 meetpunten laten zien"
- De grafiek door de meetreeksen laten "scrollen"
- Automatisch laten uitvoeren van de belangrijkste SPC analyses
- Meetreeksen opslaan op het blad zelf (maximaal 200 reeksen)

Opmerking in 2023:

ExcelSPC5 is vervallen. Er wordt nu gewerkt aan een windows app OTV-SPC