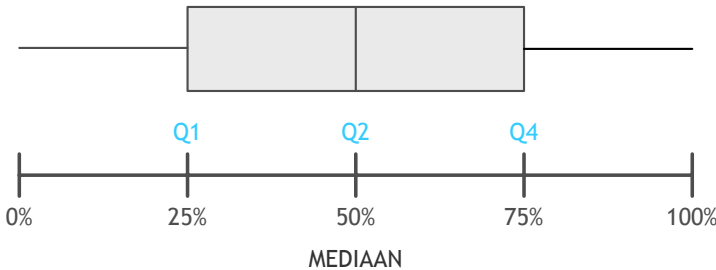
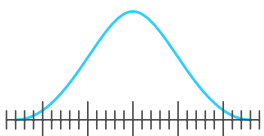
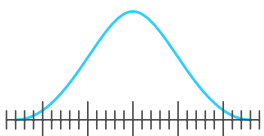
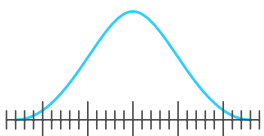
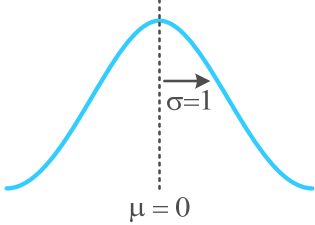
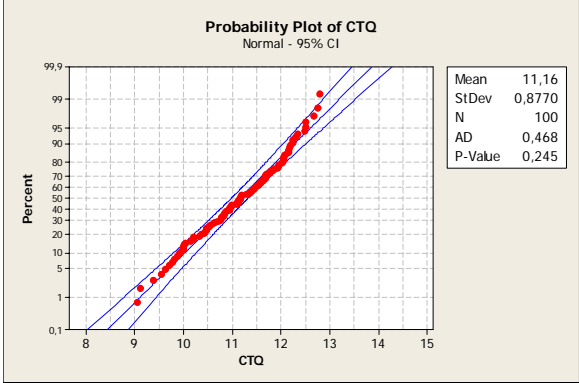
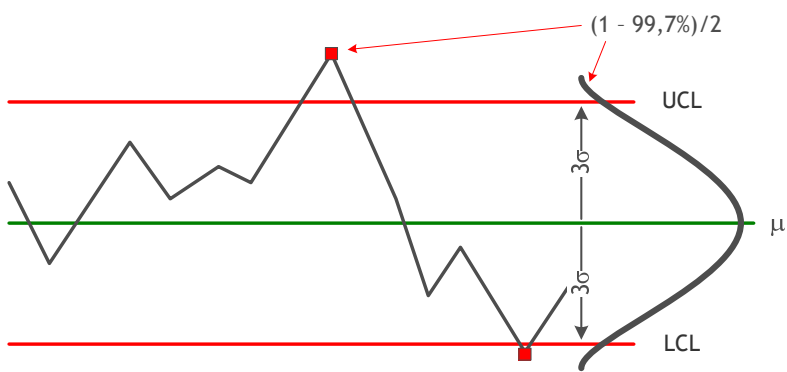
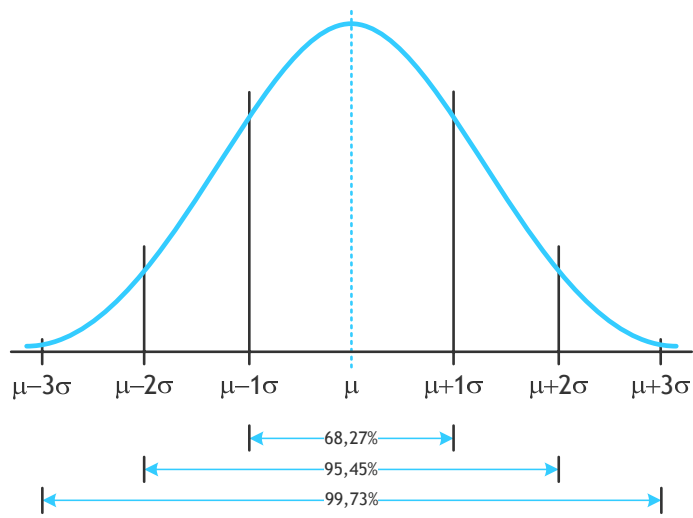
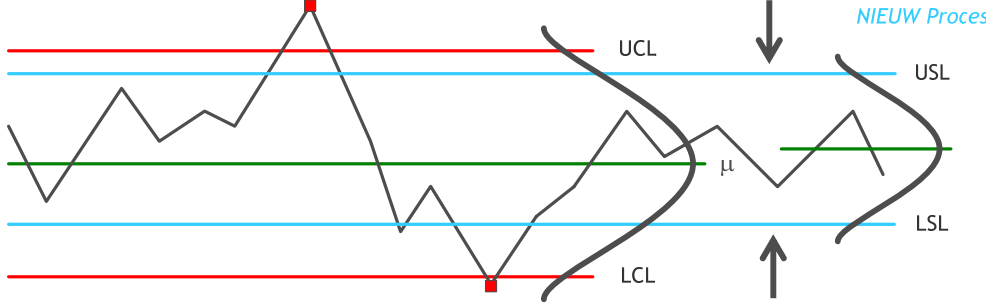
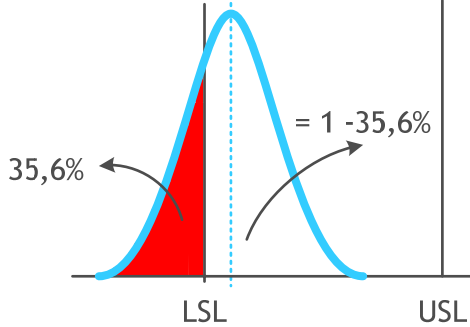
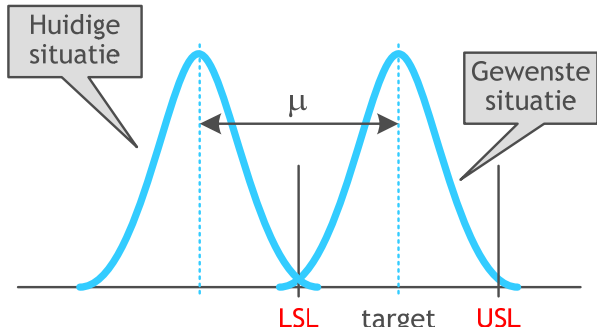
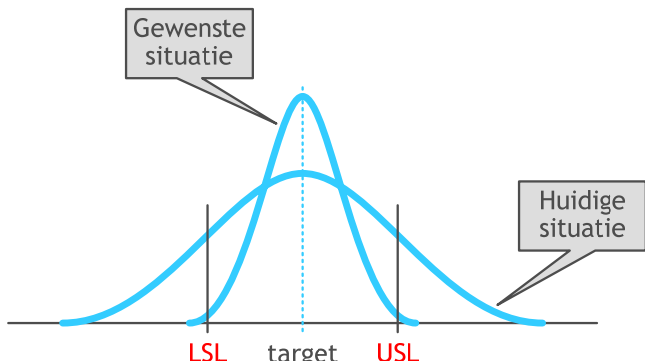


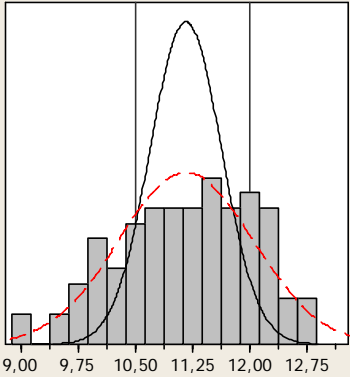
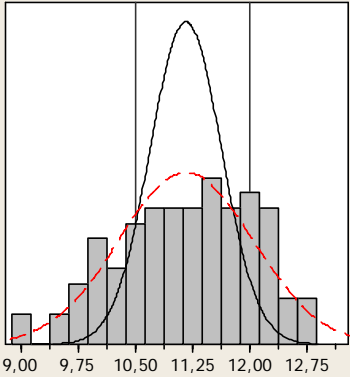
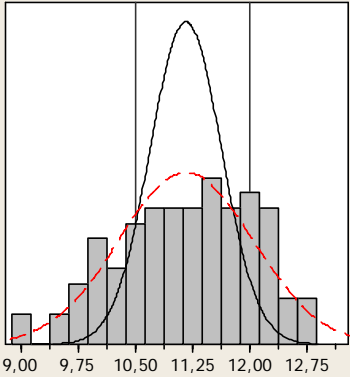
Gemiddelde	$\bar{X} = (\chi_1 + \chi_2 + \dots + \chi_n) / n$												
Variantie	$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\chi_i - \bar{X})^2$												
Standaarddeviatie	$\sigma = \sqrt{S^2}$												
Mediaan	<p>Middelste waarneming binnen het totaal van de waarnemingen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Oneven aantal waarnemingen: de middelste ▪ Even aantal waarnemingen: het gemiddelde van de twee middelste waarnemingen 												
Kwartielen	<p>Het totaal van alle waarnemingen in 4 delen van 25 % verdeeld</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Eerste kwartiel (Q1): 25% is kleiner, 75% is groter ▪ Tweede kwartiel (Q2): 50% is kleiner, 50% is groter ▪ Derde kwartiel (Q3): 25% is groter, 75% is kleiner <p>Q2 is het equivalent van de mediaan</p> <p style="text-align: center;">Boxplot</p>  <p style="text-align: center;">MEDIAAN</p>												
Range	<p>Het verschil tussen de grootste en de kleinste waarneming</p> <p>Range = Max - Min</p>												
Type data en minimale steekproefgrootte	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; width: 33%;">CONTINUE</th> <th colspan="3" style="text-align: center; width: 67%;">DISCREET</th> </tr> <tr> <td></td> <th style="text-align: left; width: 25%;">Binair</th> <th style="text-align: left; width: 25%;">Telling</th> <th style="text-align: left; width: 25%;">Categorisch</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;"> <p>N = 30</p> <p>Tijd Geld Opzeg % Temperatuur Rapportcijfer: 0 - 10</p>  </td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;"> <p>N = 400</p> <p>Goed - Fout Aan - Uit Ja - Nee 0 - 1 Pass - Fail</p> </td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;"> <p>N = 300</p> <p>Aantal klachten Aantal fouten in polis Aantal fouten op facturen</p> </td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;"> <p>N = afhankelijk van de schaal</p> <p>Product beoordeling door klant Klanttevredenheidsmeting (bijv. 5 schalen)</p> </td> </tr> </tbody> </table>	CONTINUE	DISCREET				Binair	Telling	Categorisch	<p>N = 30</p> <p>Tijd Geld Opzeg % Temperatuur Rapportcijfer: 0 - 10</p> 	<p>N = 400</p> <p>Goed - Fout Aan - Uit Ja - Nee 0 - 1 Pass - Fail</p>	<p>N = 300</p> <p>Aantal klachten Aantal fouten in polis Aantal fouten op facturen</p>	<p>N = afhankelijk van de schaal</p> <p>Product beoordeling door klant Klanttevredenheidsmeting (bijv. 5 schalen)</p>
CONTINUE	DISCREET												
	Binair	Telling	Categorisch										
<p>N = 30</p> <p>Tijd Geld Opzeg % Temperatuur Rapportcijfer: 0 - 10</p> 	<p>N = 400</p> <p>Goed - Fout Aan - Uit Ja - Nee 0 - 1 Pass - Fail</p>	<p>N = 300</p> <p>Aantal klachten Aantal fouten in polis Aantal fouten op facturen</p>	<p>N = afhankelijk van de schaal</p> <p>Product beoordeling door klant Klanttevredenheidsmeting (bijv. 5 schalen)</p>										

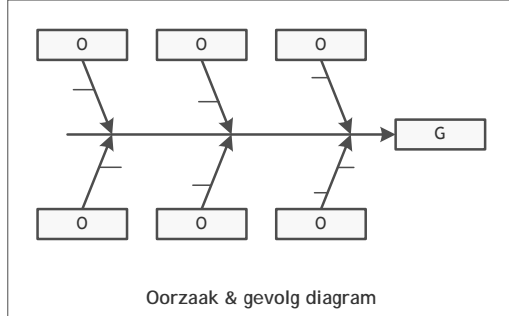
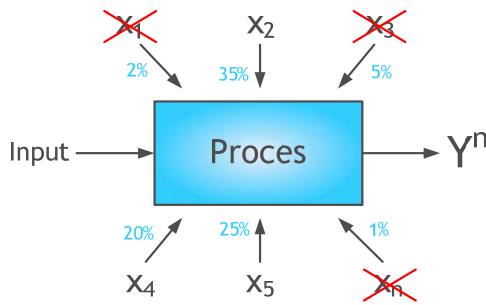
<p>Normaal verdeling</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Een normaal verdeling = een kansverdeling ▪ De totale kans = 100% (of 1) ▪ De standaard voor de normaal verdeling is $N(0,1)$, wanneer $N(\mu, \sigma)$ 																						
<p>P waarde</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ De P staat voor probability (kans) ▪ De P waarde is de uitkomst van een toets (test) uit te voeren via de Minitab tooling ▪ De P waarde geeft als uitkomst de waarschijnlijkheid aan met betrekking tot de uitgevoerde toets ▪ Wanneer de toets “Is de data normaal verdeel Ja of Nee?” uitgevoerd wordt via Minitab (Graph → Probability Plot), wordt het resultaat weergegeven via de P waarde: <ul style="list-style-type: none"> - $P \geq 0,05 \rightarrow$ gegevens (data) zijn normaal verdeeld - $P < 0,05 \rightarrow$ gegevens (data) zijn NIET normaal verdeeld 																						
<p>Minitab: Graph → Probability Plot</p>	<p>Normaal verdeelde data:</p> 																						
<p>Niet normaal verdeelde data</p>	<p>Niet alle data is normaal verdeeld, soms past een scheve verdeling op de data. Eén van deze verdelingen is bijvoorbeeld de Weibull verdeling. Kenmerkend hiervoor is een vrij groot verschil tussen de mediaan en het gemiddelde evenals een uitloper of “staart” naar één kant van de data.</p> <table border="1" data-bbox="448 1720 1460 1776"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>N</th> <th>N*</th> <th>Mean</th> <th>SE Mean</th> <th>StDev</th> <th>Minimum</th> <th>Q1</th> <th>Median</th> <th>Q3</th> <th>Maximum</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Data</td> <td>30</td> <td>0</td> <td>10,33</td> <td>3,14</td> <td>17,21</td> <td>0,00312</td> <td>0,475</td> <td>2,16</td> <td>10,33</td> <td>63,18</td> </tr> </tbody> </table>	Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum	Data	30	0	10,33	3,14	17,21	0,00312	0,475	2,16	10,33	63,18
Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum													
Data	30	0	10,33	3,14	17,21	0,00312	0,475	2,16	10,33	63,18													
<p>Confidence level</p>	<p>$(1 - \alpha) \times 100\%$</p>																						
	<p>Lower Bound</p>	<p>Upper bound</p>																					
<p>CI_{mean}</p>	$\bar{Y} - t_{n-1, \alpha/2} S / \sqrt{n}$	$\bar{Y} + t_{n-1, 1-\alpha/2} S / \sqrt{n}$																					

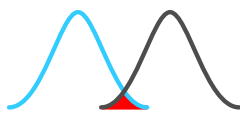
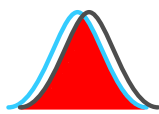
CI standaarddeviatie	$\frac{(n-1)S^2}{\chi^2_{n-1,1-\alpha/2}}$	$\frac{(n-1)S^2}{\chi^2_{n-1,\alpha/2}}$
DPMO kort	6 Sigma → 0,1 Defects Per Million Opportunities	
DPMO lang	6 - 1,5 Sigma (natuurlijke 'shift' van het procesgemiddelde in de tijd) = 4,5 sigma → 3,4 Defects Per Million Opportunities	
Control Chart (Regelkaart)	 <p>Control Chart (Regelkaart)</p> <p>Minitab: Stat → Control Charts → Variables Charts of Individuals → Individuals</p>	
UCL	Upper Control Limit = $\mu + 3\sigma$	
LCL	Lower Control Limit = $\mu - 3\sigma$	
Normaal verdeling en kansen		
USL	Upper Specification Limit = Bovenste klant wens/eis	
LSL	Lower Specification Limit = Onderste klant wens/eis	
LB	Lower Bound, bijvoorbeeld een natuurlijk nulpunt (percentage kan niet lager zijn dan 0%)	
UB	Upper Bound	

<p>Proces verbeteren en USL & LSL</p>	 <p>Verbeteren van het proces: μ in het midden brengen van de USL en LSL en σ zo klein mogelijk maken.</p>
<p>Berekenen kans (bij Normaal verdeling)</p>	 <p>Zie Minitab: Calc → Probability Distributions → Normal → Cumulative Distribution Function</p>
<p>Verbeteren van de processen: twee mogelijkheden</p>	<p>Verschuiving van het gemiddelde, ook wel locatie verschuiving:</p> 
	<p>Verandering van de spreiding:</p> 

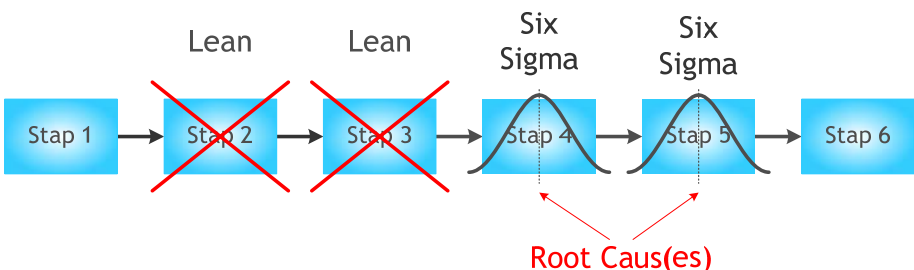
	PROJECT DEFINITIES (EERSTE STAPPEN BINNEN MEASURE)
	<u>Een voorbeeld</u> : Het file probleem in Nederland
Externe CTQ	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Doorrijden vs. Tijdig aankomen ▪ Voorspelbare aankomsttijd ▪ Goedkoop rijden ▪ Betrouwbare aankomsttijd
Interne CTQ	= Werkelijke aankomsttijd - voorspelde aankomsttijd in seconden
Unit	Reis
Defect	Elke seconde die een de werkelijke reistijd afwijkt van de voorspelde reistijd en buiten de LSL en USL valt.
Population	Alle gemaakte reizen
Opportunities	Alle gemaakte reizen
USL	600 seconde (max. 10 minuten te laat)
LSL	- 300 seconde (max. 5 minuten te vroeg)
	THEORETISCHE DEFINITIES T.B.V. OPERATIONALISEREN VAN HET PROJECT
Unit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ De eenheid waarmee de output van het proces wordt gemeten ▪ De “Unit” is altijd meetbaar en numeriek ▪ De “Unit” is het ‘object’ waarvan de meer wilt leren en weten ▪ De “Unit” is zo klein als praktisch haalbaar en mogelijk ▪ De ‘locatie’ (en periode) waaraan gemeten wordt is bekend en staat vast Bijv. een verstuurd brief aan een klant, vanuit afdeling “Sales” in het jaar 2007
Defect	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alles aan de “Unit” wat fout kan gaan, bijv. een type fout op de brief
Population	Het totaal van alle eenheden (Units) met betrekking tot het proces, de ‘locatie’ en de periode. Bijvoorbeeld alle brieven verstuurd aan klanten, vanuit afdeling “Sales” in het jaar 2007.
Opportunity	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Het maximum aantal mogelijkheden tot een “Defect” binnen één “Unit” Bijv. elke brief heeft 1.000 gebruikte karakters, dus 1.000 “opportunities” tot het maken van een “Defect”
Definities	D = Number of defects U = Number of Units tested OP = Number of possible defects per Unit TOP = Units x Opportunities DPU = Defects per Unit (D/U) DPO = Defects per Opportunity DPMO = Defects per Million Opportunities


DPO	$DPO = \frac{Defects}{TotalOpportunities} \quad \text{ó} \quad DPO = \frac{Defects}{Opportunities * Units}$																																																																						
DPMO	$DPMO = DPO * 10^6$																																																																						
Proces Prestatie Analyse (PPA of PCA)	<p>Hoe goed of slecht presteert mijn proces, op de korte en lange termijn, ten opzichte van de klant wensen en eisen (USL en LSL)?</p> <p>Minitab: Stat → Quality Tools → Capability analysis → <u>Normal of andere verdeling!</u></p> <p>STAPPENPLAN VOOR HET MAKEN VAN EEN PPA (OF PCA):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. USL en LSL zijn gedefinieerd 2. Is de data normaal verdeeld? (Minitab: Graph → Probability Plot) 3. Is het proces statistisch onder controle? Maak een Control Chart 4. Maak de Proces Prestatie Analyse <div data-bbox="437 882 1356 1482" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Process Capability of CTQ</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; vertical-align: top;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2">Process Data</th></tr> <tr><td>LSL</td><td>10,50000</td></tr> <tr><td>Target</td><td>*</td></tr> <tr><td>USL</td><td>12,00000</td></tr> <tr><td>Sample Mean</td><td>11,15690</td></tr> <tr><td>Sample N</td><td>100</td></tr> <tr><td>StDev(Within)</td><td>0,46789</td></tr> <tr><td>StDev(Overall)</td><td>0,87920</td></tr> </table> </td> <td style="width: 50%; text-align: center;">  </td> <td style="width: 25%; vertical-align: top;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2">Potential (Within) Capability</th></tr> <tr><td>Cp</td><td>0,53</td></tr> <tr><td>CPL</td><td>0,47</td></tr> <tr><td>CPU</td><td>0,60</td></tr> <tr><td>Cpk</td><td>0,47</td></tr> <tr><td>CCpk</td><td>0,53</td></tr> <tr><th colspan="2">Overall Capability</th></tr> <tr><td>Pp</td><td>0,28</td></tr> <tr><td>PPL</td><td>0,25</td></tr> <tr><td>PPU</td><td>0,32</td></tr> <tr><td>Ppk</td><td>0,25</td></tr> <tr><td>Cpm</td><td>*</td></tr> </table> </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2">Observed Performance</th></tr> <tr><td>PPM < LSL</td><td>240000,00</td></tr> <tr><td>PPM > USL</td><td>210000,00</td></tr> <tr><td>PPM Total</td><td>450000,00</td></tr> </table> </td> <td style="vertical-align: top;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2">Exp. Within Performance</th></tr> <tr><td>PPM < LSL</td><td>80164,16</td></tr> <tr><td>PPM > USL</td><td>35778,48</td></tr> <tr><td>PPM Total</td><td>115942,64</td></tr> </table> </td> <td style="vertical-align: top;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2">Exp. Overall Performance</th></tr> <tr><td>PPM < LSL</td><td>227485,11</td></tr> <tr><td>PPM > USL</td><td>168795,11</td></tr> <tr><td>PPM Total</td><td>396280,22</td></tr> </table> </td> </tr> </table> </div>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2">Process Data</th></tr> <tr><td>LSL</td><td>10,50000</td></tr> <tr><td>Target</td><td>*</td></tr> <tr><td>USL</td><td>12,00000</td></tr> <tr><td>Sample Mean</td><td>11,15690</td></tr> <tr><td>Sample N</td><td>100</td></tr> <tr><td>StDev(Within)</td><td>0,46789</td></tr> <tr><td>StDev(Overall)</td><td>0,87920</td></tr> </table>	Process Data		LSL	10,50000	Target	*	USL	12,00000	Sample Mean	11,15690	Sample N	100	StDev(Within)	0,46789	StDev(Overall)	0,87920		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2">Potential (Within) Capability</th></tr> <tr><td>Cp</td><td>0,53</td></tr> <tr><td>CPL</td><td>0,47</td></tr> <tr><td>CPU</td><td>0,60</td></tr> <tr><td>Cpk</td><td>0,47</td></tr> <tr><td>CCpk</td><td>0,53</td></tr> <tr><th colspan="2">Overall Capability</th></tr> <tr><td>Pp</td><td>0,28</td></tr> <tr><td>PPL</td><td>0,25</td></tr> <tr><td>PPU</td><td>0,32</td></tr> <tr><td>Ppk</td><td>0,25</td></tr> <tr><td>Cpm</td><td>*</td></tr> </table>	Potential (Within) Capability		Cp	0,53	CPL	0,47	CPU	0,60	Cpk	0,47	CCpk	0,53	Overall Capability		Pp	0,28	PPL	0,25	PPU	0,32	Ppk	0,25	Cpm	*	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2">Observed Performance</th></tr> <tr><td>PPM < LSL</td><td>240000,00</td></tr> <tr><td>PPM > USL</td><td>210000,00</td></tr> <tr><td>PPM Total</td><td>450000,00</td></tr> </table>	Observed Performance		PPM < LSL	240000,00	PPM > USL	210000,00	PPM Total	450000,00	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2">Exp. Within Performance</th></tr> <tr><td>PPM < LSL</td><td>80164,16</td></tr> <tr><td>PPM > USL</td><td>35778,48</td></tr> <tr><td>PPM Total</td><td>115942,64</td></tr> </table>	Exp. Within Performance		PPM < LSL	80164,16	PPM > USL	35778,48	PPM Total	115942,64	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2">Exp. Overall Performance</th></tr> <tr><td>PPM < LSL</td><td>227485,11</td></tr> <tr><td>PPM > USL</td><td>168795,11</td></tr> <tr><td>PPM Total</td><td>396280,22</td></tr> </table>	Exp. Overall Performance		PPM < LSL	227485,11	PPM > USL	168795,11	PPM Total	396280,22
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2">Process Data</th></tr> <tr><td>LSL</td><td>10,50000</td></tr> <tr><td>Target</td><td>*</td></tr> <tr><td>USL</td><td>12,00000</td></tr> <tr><td>Sample Mean</td><td>11,15690</td></tr> <tr><td>Sample N</td><td>100</td></tr> <tr><td>StDev(Within)</td><td>0,46789</td></tr> <tr><td>StDev(Overall)</td><td>0,87920</td></tr> </table>	Process Data		LSL	10,50000	Target	*	USL	12,00000	Sample Mean	11,15690	Sample N	100	StDev(Within)	0,46789	StDev(Overall)	0,87920		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2">Potential (Within) Capability</th></tr> <tr><td>Cp</td><td>0,53</td></tr> <tr><td>CPL</td><td>0,47</td></tr> <tr><td>CPU</td><td>0,60</td></tr> <tr><td>Cpk</td><td>0,47</td></tr> <tr><td>CCpk</td><td>0,53</td></tr> <tr><th colspan="2">Overall Capability</th></tr> <tr><td>Pp</td><td>0,28</td></tr> <tr><td>PPL</td><td>0,25</td></tr> <tr><td>PPU</td><td>0,32</td></tr> <tr><td>Ppk</td><td>0,25</td></tr> <tr><td>Cpm</td><td>*</td></tr> </table>	Potential (Within) Capability		Cp	0,53	CPL	0,47	CPU	0,60	Cpk	0,47	CCpk	0,53	Overall Capability		Pp	0,28	PPL	0,25	PPU	0,32	Ppk	0,25	Cpm	*																													
Process Data																																																																							
LSL	10,50000																																																																						
Target	*																																																																						
USL	12,00000																																																																						
Sample Mean	11,15690																																																																						
Sample N	100																																																																						
StDev(Within)	0,46789																																																																						
StDev(Overall)	0,87920																																																																						
Potential (Within) Capability																																																																							
Cp	0,53																																																																						
CPL	0,47																																																																						
CPU	0,60																																																																						
Cpk	0,47																																																																						
CCpk	0,53																																																																						
Overall Capability																																																																							
Pp	0,28																																																																						
PPL	0,25																																																																						
PPU	0,32																																																																						
Ppk	0,25																																																																						
Cpm	*																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2">Observed Performance</th></tr> <tr><td>PPM < LSL</td><td>240000,00</td></tr> <tr><td>PPM > USL</td><td>210000,00</td></tr> <tr><td>PPM Total</td><td>450000,00</td></tr> </table>	Observed Performance		PPM < LSL	240000,00	PPM > USL	210000,00	PPM Total	450000,00	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2">Exp. Within Performance</th></tr> <tr><td>PPM < LSL</td><td>80164,16</td></tr> <tr><td>PPM > USL</td><td>35778,48</td></tr> <tr><td>PPM Total</td><td>115942,64</td></tr> </table>	Exp. Within Performance		PPM < LSL	80164,16	PPM > USL	35778,48	PPM Total	115942,64	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2">Exp. Overall Performance</th></tr> <tr><td>PPM < LSL</td><td>227485,11</td></tr> <tr><td>PPM > USL</td><td>168795,11</td></tr> <tr><td>PPM Total</td><td>396280,22</td></tr> </table>	Exp. Overall Performance		PPM < LSL	227485,11	PPM > USL	168795,11	PPM Total	396280,22																																													
Observed Performance																																																																							
PPM < LSL	240000,00																																																																						
PPM > USL	210000,00																																																																						
PPM Total	450000,00																																																																						
Exp. Within Performance																																																																							
PPM < LSL	80164,16																																																																						
PPM > USL	35778,48																																																																						
PPM Total	115942,64																																																																						
Exp. Overall Performance																																																																							
PPM < LSL	227485,11																																																																						
PPM > USL	168795,11																																																																						
PPM Total	396280,22																																																																						
C _{pk}	<p>Capability Index, Short Term (Zie Proces Prestatie Analyse):</p> $C_{pk} = \text{Min} \left(\frac{\mu - LSL}{3\sigma}; \frac{USL - \mu}{3\sigma} \right)$																																																																						
P _{pk}	<p>De P_{pk} waarde geeft de prestatie weer over de lange termijn, rekening houdend met de natuurlijke 'shift' van 1,5 sigma over de tijd (zie ook DPMO_{lang}). PPA via Minitab: (StDev)'Within performance' gaat over de korte termijn en de (StDev)'Overall performance' over de lange termijn en dit laatste wordt gebruikt voor het berekenen van de P_{pk}:</p> $P_{pk} = \text{Min} \left(\frac{\mu - LSL}{3\sigma}; \frac{USL - \mu}{3\sigma} \right)$																																																																						

	<p>Waarbij σ de StDev(Overall) is. Hierin de natuurlijke shift van 1,5 sigma berekent en ogenomen.</p> <table border="1" data-bbox="438 425 718 761"> <tr> <th colspan="2">Potential (Within) Capability</th> </tr> <tr> <td>Cp</td> <td>0,53</td> </tr> <tr> <td>CPL</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>CPU</td> <td>0,60</td> </tr> <tr> <td>Cpk</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>CCpk</td> <td>0,53</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Overall Capability</th> </tr> <tr> <td>Pp</td> <td>0,28</td> </tr> <tr> <td>PPL</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>PPU</td> <td>0,32</td> </tr> <tr> <td>Ppk</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>Cpm</td> <td>*</td> </tr> </table>	Potential (Within) Capability		Cp	0,53	CPL	0,47	CPU	0,60	Cpk	0,47	CCpk	0,53	Overall Capability		Pp	0,28	PPL	0,25	PPU	0,32	Ppk	0,25	Cpm	*
Potential (Within) Capability																									
Cp	0,53																								
CPL	0,47																								
CPU	0,60																								
Cpk	0,47																								
CCpk	0,53																								
Overall Capability																									
Pp	0,28																								
PPL	0,25																								
PPU	0,32																								
Ppk	0,25																								
Cpm	*																								
<p>Inventariseren van invloedsfactoren</p>	<p>Voorbeelden van te gebruiken technieken en methoden voor het inventariseren van ALLE mogelijke invloedsfactoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ FMEA ▪ Visgraat diagram (Ishikawa diagram) ▪ Brainstormen ▪ 6Ms ▪ Root-cause analysis <table border="1" data-bbox="438 1097 853 1411"> <thead> <tr> <th>Risico</th> <th>Wat</th> <th>Waarom</th> <th>RPN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>xxxxx</td> <td>xxxxx</td> <td>xxxxx</td> <td>xxxxx</td> </tr> <tr> <td>xxxxx</td> <td>xxxxx</td> <td>xxxxx</td> <td>xxxxx</td> </tr> <tr> <td>xxxxx</td> <td>xxxxx</td> <td>xxxxx</td> <td>xxxxx</td> </tr> </tbody> </table> <p>FMEA (RPN = E x F x D)</p>  <p>Oorzaak & gevolg diagram</p>	Risico	Wat	Waarom	RPN	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx								
Risico	Wat	Waarom	RPN																						
xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx																						
xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx																						
xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx																						
<p>Invloedsfactoren</p>	 $Y^n = \int(x_1, x_2, \dots, x_n)$																								
<p>Hypothese testen (stuk voor stuk de potentiële x-en toetsen)</p>	<p>Is een geïdentificeerde potentiële invloedsfactor (x-en) daadwerkelijk significant van invloed? En zo ja, hoe groot is dan deze invloed (Relevantie)?</p> <p>H_0 : er is GEEN verband tussen de invloedsfactor(en) en Y (proces output)</p> <p>H_A : er is WEL een verband tussen de invloedsfactor(en) en Y (proces output)</p>																								

	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>$P < 0,05$</p> <div style="border: 1px solid black; background-color: #00aaff; color: white; padding: 5px; width: 80px; margin: 0 auto;">H₀ verwerpen</div> <p>↓</p> <p>H_A aannemen</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>$P \geq 0,05$</p> <div style="border: 1px solid black; background-color: #00aaff; color: white; padding: 5px; width: 80px; margin: 0 auto;">H₀ behouden</div> </div> </div>
<p>P waarde bij hypothese testen</p>	<p>P waarde kan ook wel gezien worden als de 'overlappende' waarde:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <p>$P < 0,05$</p> <p>$P \geq 0,05$</p> </div>
<p>Stappenplan hypothese testen</p>	<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> <ol style="list-style-type: none"> <li style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">1. Kies de te testen potentiële X, uit de totale lijst n.a.v. inventarisatie <li style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">2. Definieer de H₀ en H_A hypothese <li style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">3. Verzamel de data (de bewijsvoering) <li style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">4. Bepaal de te gebruiken toets (zie beslisboom) <li style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">5. Ga naar Minitab, voer de nodige test uit op de verzamelde data <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>$P < 0,05$</p> <div style="border: 1px solid black; background-color: #00aaff; color: white; padding: 5px; width: 80px; margin: 0 auto;">H₀ verwerpen</div> <p>↓</p> <p>H_A aannemen</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>$P \geq 0,05$</p> <div style="border: 1px solid black; background-color: #00aaff; color: white; padding: 5px; width: 80px; margin: 0 auto;">H₀ behouden</div> </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>Bijvoorbeeld:</p> <div style="display: flex; align-items: center; margin-left: 20px;"> ✗ X₂ X₃ </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-left: 20px;"> X₄ X₅ </div> </div> </div> <div style="flex: 0.5; margin-left: 10px; vertical-align: top;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">X₁</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> X₂ X₃ </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> X₄ X₅ </div> </div> </div>

<p>Hypothese testen (experimenteren)</p>	<table border="0"> <tr> <td style="color: blue;">Vital X's</td> <td style="color: blue;">Trivial X's</td> <td style="color: blue;">Noise</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="color: red;">$X_6 = 40\%$</td> <td>$X_{13} = 4\%$</td> <td>X_1</td> <td rowspan="7" style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">}</td> </tr> <tr> <td style="color: red;">$X_7 = 25\%$</td> <td>$X_{11} = 4\%$</td> <td>X_2</td> </tr> <tr> <td style="color: red;">$X_5 = 15\%$</td> <td>$X_{12} = 2\%$</td> <td>X_3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>$X_8 = 2\%$</td> <td>X_4</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>X_9</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>X_{10}</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>X_{14}</td> </tr> </table>	Vital X's	Trivial X's	Noise		$X_6 = 40\%$	$X_{13} = 4\%$	X_1	}	$X_7 = 25\%$	$X_{11} = 4\%$	X_2	$X_5 = 15\%$	$X_{12} = 2\%$	X_3		$X_8 = 2\%$	X_4			X_9			X_{10}			X_{14}
Vital X's	Trivial X's	Noise																									
$X_6 = 40\%$	$X_{13} = 4\%$	X_1	}																								
$X_7 = 25\%$	$X_{11} = 4\%$	X_2																									
$X_5 = 15\%$	$X_{12} = 2\%$	X_3																									
	$X_8 = 2\%$	X_4																									
		X_9																									
		X_{10}																									
		X_{14}																									
<p>Beslisboom voor hypothese testen (Stap 4):</p>	<pre> graph TD Root[Y Internal (Internal CTQ)] --> YCont[Y continuous data] Root --> YDiscrete[Y discrete data] YCont --> XCont[X continuous data] YCont --> XDiscrete[X discrete data] XCont --> Reg[Regression] XDiscrete --> Mean[Mean] XDiscrete --> Var[Variance] Mean --> MeanMore[More groups X] Mean --> Mean2[2 data-groups X] Mean --> Mean1[1 data-group X] Var --> Var2[2 data-groups X] Var --> VarMore[More groups X] MeanMore --> MeanMoreN[Normal: 1 Way Anova] MeanMore --> MeanMoreNN[Not Normal: Kruskal-Wallis Test] Mean2 --> Mean2N[Normal: 2 Sample t-Test] Mean2 --> Mean2NN[Not Normal: Mann-Whitney-Test] Mean1 --> Mean1N[Normal: 1 Sample t-Test] Mean1 --> Mean1NN[Not Normal: 1 Sample Wilcoxon-Test] Var2 --> Var2N[Normal: F-Test] Var2 --> Var2NN[Not Normal: Levene's Test] VarMore --> VarMoreN[Normal: Bartlett's Test] VarMore --> VarMoreNN[Not Normal: Levene's Test] YDiscrete --> XDiscreteData[X discrete data] YDiscrete --> XContinuousData[X continuous data] XDiscreteData --> Chi[Chi Square-Test] XContinuousData --> Logistic[Logistic Regression] </pre>																										
<p>Samenstellen functievoorschrift (transferfunctie)</p>	<p>Het samenvoegen van de “Vital X’s” tot één verklarend functievoorschrift → transferfunctie. Toe te passen technieken:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Design of Experiments (DoE): wanneer er weinig tot geen historische data beschikbaar is, het stapsgewijs experimenteren tot de verbanden helemaal in kaart zijn gebracht; ▪ General Lineair Model (GLM): wanneer Y continue is en er meerdere discrete X-en zijn; voor elke combinatie van elk der x-en zijn er minimaal 2 data punten nodig; ▪ ANOVA of Regressie. 																										

<p>Transferfunctie</p>	$Y = f(X_1, X_2, X_3) + \epsilon$ <p> \uparrow Y = IntCTQ Output 100% </p> <p> \uparrow Deterministisch Systeem bepaald $\geq 80\%$ </p> <p> \uparrow Stochastisch Toeval $< 20\%$ </p> <p> Bijvoorbeeld 2 à 3 X-en verklaren samen minimaal 80% (R-sq) van de proces output (= intCTQ = Y). Soms heeft 'slechts' 1 X een R-sq $\geq 80\%$ </p> <p> Alle 'overige' X-en kunnen samen niet meer dan 20% van Y verklaren. Deze worden dan ook niet verder onderzocht. </p>
<p>LEAN Management</p>	<p>Het 'opschonen' (Leanen) van processen: het elimineren van 'waste'. Door verwijderen van stappen en/of activiteiten in het proces die geen waarde toevoegen voor de klant. Daarna worden de overgebleven stappen verder via Six Sigma geoptimaliseerd.</p>  <p>Te gebruiken technieken binnen LEAN Management:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Time Value Map ▪ Value Stream Map ▪ Critical Path Analysis ▪ Visual Management ▪ Complexity Reduction ▪ 5S and Cellular Production ▪ Pull System
<p>Implementeren van de verbeteringen</p>	<p>Aanpassingen doen aan en binnen het proces (DMAIC9):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Optimale proces instellingen doorvoeren ▪ Robuust ontwerp ▪ Variabiliteit reduceren ▪ Proces reengineering <p>Kies voor een projectmatige aanpak om de verbeteringen gecontroleerd door te voeren en te implementeren.</p>

<p>Tolerantie ontwerp: buffering</p>	<p>Totale variantie:</p> $\sigma_{total} = \sqrt{(\sigma_{measure}^2 + \sigma_{noise}^2)}$ <p>Bepalen buffers voor USL en LSL:</p> $USL_{buffer} = USL - 3\sigma_{total}$ $LSL_{buffer} = LSL + 3\sigma_{total}$
<p>Tolerantie Limieten</p>	<p>Tolerantie limieten voor de belangrijkste X-en:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bepalen van de statistische oplossing en bijbehorend ontwerp ▪ Moet bepaald worden voor alle belangrijkste (en beïnvloedbare) X-en ▪ Het effect van andere X-en wordt geminimaliseerd ▪ Let op: meetfouten (testen accuraatheid, Gauge R&R) <p>→ Doorvertalen naar de praktische en implementeerbare oplossing.</p>
<p>Tolerantie Limieten op de belangrijkste X-en</p>	<p>Lower Tolerance Limit (LTL):</p> $LTL_2 = LTL_1 + 3\sigma_{measurement}$ <p>Upper Tolerance Limit (UTL):</p> $UTL_2 = UTL_1 - 3\sigma_{measurement}$
<p>Implementeren 'Process Controls'</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p style="text-align: center;">Proces prestatie</p> <p style="text-align: center;">$C_p, C_{pk}, DPMO, Z_{korte-termijn}, Z_{lange-termijn}$</p> <p>Vastgesteld en bepaald door:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nieuwe instellingen voor de belangrijkste X-en - X-en presteren binnen de tolerantie grenzen - Geen uitschieters meer - Control Charts <small>nieuw</small>, PCA <small>nieuw</small> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Praktische oplossing en implementatie</p> <p>Korte termijn</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">↓</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p style="text-align: center;">Verankerde proces prestatie</p> <p style="text-align: center;">$C_p, C_{pk}, DPMO, Z_{korte-termijn}, Z_{lange-termijn}$</p> <p>Voor altijd verankerde verbeterde proces prestatie voor nu en in de toekomst, door ingerichte "Process Controls".</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Praktische oplossing en implementatie</p> <p>Lange termijn</p> </div> </div>
<p>Process Controls</p> 	<p>Technieken implementeren Process Controls:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mistake Proofing (Poka Yoke) ▪ Control plans (OCAP, ISO) ▪ Balanced Scorecard met (afdelingsspecifieke) KPI's ▪ Control Charts op het verbeterde proces ▪ Financiële administratie

