Minitab

공정 능력 평가 시 고려해야 할 10가지 중요 사항

공정 능력은 공정이 고객의 요구 사항과 기대치를 일관되게 충족할 수 있도록 보장하는 데 필수적입니다. 조직은 원하는 결과를 도출하는 공정의 능력을 수량화함으로써 고품질 제품을 효과적으로 유지하고 결함을 최소화할 수 있습니다. 제조부터 서비스 산업에 이르기까지, 능력 분석의 힘을 이해하고 활용하는 것은 지속적인 개선을 추진하고, 고객 만족도를 높이고, 궁극적으로 오늘날의 역동적인 비즈니스 환경에서 지속 가능한 성공을 달성하는 데 필수적입니다.

그렇다면 이러한 지표를 올바르게 사용하거나 해석하지 못하는 수많은 소비자는 왜 있을까요? Cpk 또는 Ppk 값을 보고하고 해석할 때 종종 놓치는 몇 가지 중요한 고려 사항을 살펴보겠습니다.

고려 사항 1: 공정이 안정적입니까?

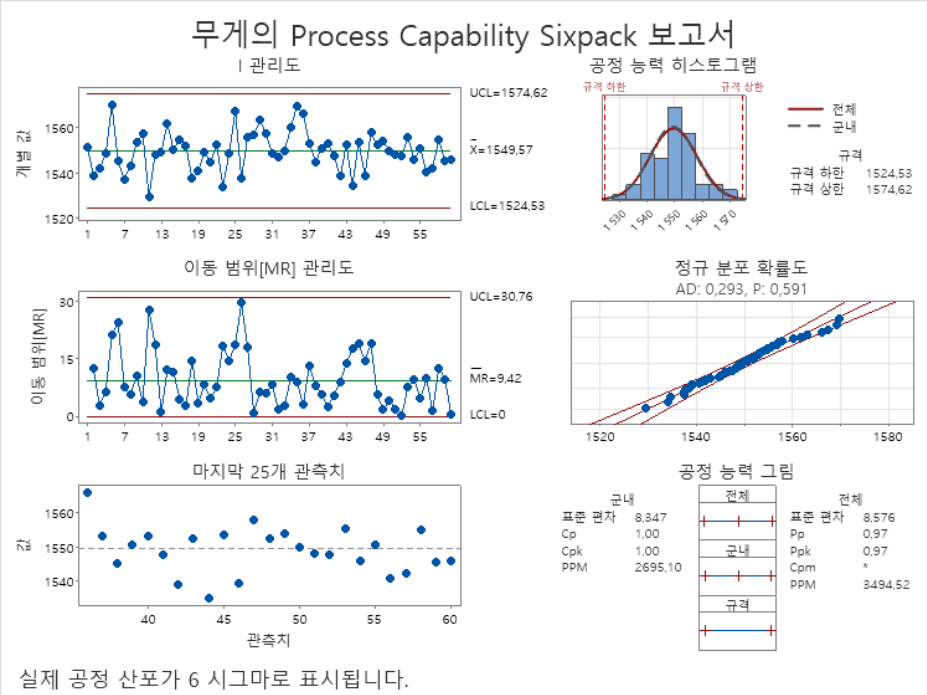
제품을 출시해야 하지만, 가장 성공적인 기업은 한 걸음 물러나 공정을 모니터링하여 먼저 공정이 안정적인지 확인해야 합니다. 공정을 안정적으로 유지하는 것은 다음 두 가지 이유로 공정 능력에 중요합니다.

1. 공정 안정성에 초점을 맞추면 공정 변동이 줄어들어 공정 능력이 향상됩니다.
2. 공정이 안정적이지 않다면 공정이 가능한지 어떻게 알 수 있을까요? 즉, 질문은 다음과 같습니다. 언제 가능할까요? 공정이 변화하고 있다면 특정 고객이 필요한 제품을 받았을 때 필요한 제품을 만들 수 있었는지 실제로 알 수 없습니다.

예를 들어 한 음료 제조사가 병입 공정의 충전 중량을 모니터링하고 있습니다. 충전 중량은 1500~1600그램 사이여야 합니다. Minitab Statistical Software의 Capability Sixpack은 공정 능력과 안정성에 대한 간략한 개요를 제공합니다. (**통계 > 품질 도구 > Capability Sixpack > 정상을 선택합니다**.)

유용한 팁: 하위군에서 데이터가 수집되지 않았기 때문에 대화상자를 작성할 때는 하위군 크기 1을 사용하십시오.

아래 결과 그래픽 표시에서 빨간색 관리 한계를 벗어나는 값이 없고 I 차트 또는 이동 범위 차트에 특수 원인 변동에 대한 추가 경고가 나타나지 않으므로 이 프로세스가 안정적이라는 결론을 내릴 수 있습니다.



실제 공정 산포가 6 시그마로 표시됩니다.

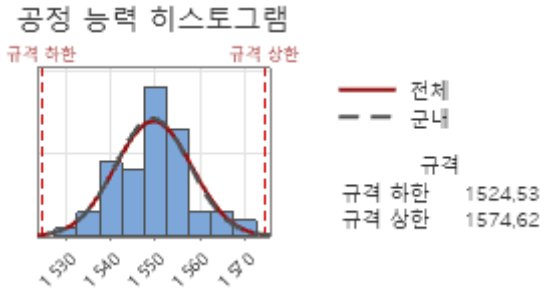
반면 I 차트 또는 이동 범위 차트의 경고가 공정 평균 또는 변동이 이동하고 있음을 나타내는 경우, 최선의 조치는 공정을 중지하고 이러한 이동 패턴의 근본 원인을 파악하는 것입니다.

다행히도 이 문제는 해당하지 않으며 다음 고려 사항으로 넘어갈 수 있습니다.

고려 사항 2: 공정이 정상입니까?

물론 본인의 공정이 정상이라고 말할 수 있습니다. 평소대로 실행되고 있습니다. 하지만 정상 공정에 대해 이야기할 때는 실제로 공정에서 나오는 측정치의 형상을 언급합니다.

보틀은 일관된 방식으로 작동하는 경향이 있는 기계에 의해 자동으로 채워지기 때문에 충전 중량과 같은 측정은 정규 패턴이나 종 모양의 패턴을 따르는 경우가 많습니다. 결과적인 충전 중량은 특정 값인 평균을 중심으로 한 다음, 평균의 하한과 상한 모두에서 동일한 방식으로 끝납니다. 이전 Capability Sixpack의 히스토그램을 보면 충전 중량이 적당히 종 모양임을 알 수 있습니다.



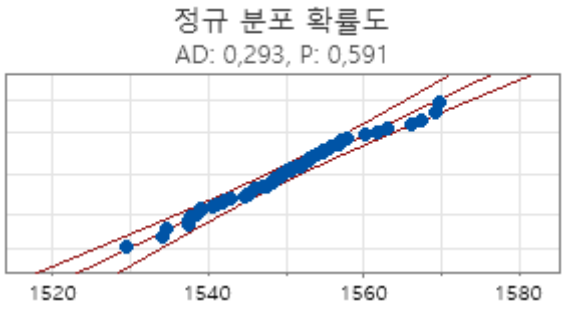
여기까지는 어렵지 않지만, 그러나 분석 전문 지식이 향상됨에 따라 시각화를 통해 내릴 수 있는 결론과 가설 검정을 한 쌍으로 보는 것이 좋은 생각인 경우가 많다는 것을 알게 됩니다. 이는 세 번째 고려 사항으로 이어집니다.

고려 사항 3: 정규성에 반하는 증거가 존재합니까?

정규성을 시각적으로 확인하는 것에서 보다 정교한 통계 접근법으로 전환하기 위해 Anderson-Darling 검정을 사용할 수 있습니다. Anderson-Darling 검정은 사용자가 보유한 데이터 표본을 정규 분포와 같은 알려진 분포와 비교합니다. Anderson-Darling 검정의 가설은 다음과 같습니다.

H0: 데이터는 정규 분포 모집단에서 가져온 것입니다.
H1: 데이터가 정규 분포 모집단에서 얻어진 것이 아닙니다.

Anderson-Darling 검정을 이해하기 위해 아래에 표시된 확률도인 Capability Sixpack의 다음 그래프로 이동할 수 있습니다. 그래프의 배경을 형성하는 격자선은 수직 방향으로 균일하게 이격되지 않습니다. 대신, 이러한 격자선은 중앙의 더 많은 관측값을 위한 공간과 높은 쪽과 낮은 쪽 끝의 관측값을 위한 더 적은 공간을 사용하여 정규 분포의 모양을 반영하도록 조정됩니다. 그래프의 파란색 점은 분포를 가정하지 않지만, 그리드에 반영된 분포가 적절하다면 해당 점들은 여기서와 같이 상대적으로 직선으로 표시됩니다. 또한 P = 0.591인 p-값은 귀무 가설을 기각하기 위한 표준 벤치마크 a = 0.05보다 큽니다. 따라서 정규 분포 모집단에서 얻은 데이터가 아니라는 증거는 없습니다.



이 데이터의 경우 데이터가 정규 분포 모집단의 데이터인 것처럼 진행할 수 있습니다. 이를 통해 다음 단계로 넘어갈 수 있습니다.

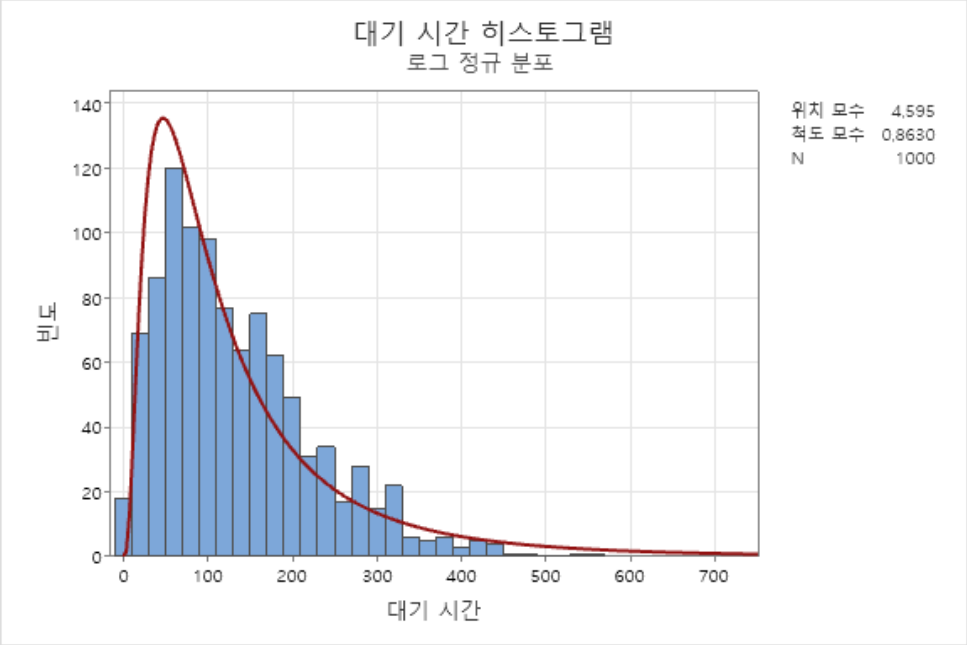
고려 사항 4: 데이터가 정규 데이터라는 사실을 입증했습니까?

가설 검정과 p-값은 현재 데이터에 적합한 분포로 분포를 배제하는 데 매우 유용할 수 있지만, 아무것도 입증하지 못합니다. “유죄가 입증될 때까지 무죄”라는 말을 기억하시나요? Anderson-Darling 검정의 경우 검정 중인 분포가 올바른 분포라고 가정하고 이에 반하는 증거를 찾습니다. 따라서 Anderson-Darling 검정 결과 p-값이 0.05보다 큰 경우 아무것도 입증되지 않은 것입니다. 표본이 나온 모집단을 나타내는 분포에 반하는 충분한 증거를 찾지 못했습니다.

Anderson-Darling 검정은 정규 분포 외에 여러 분포에 사용할 수 있습니다. 이 검정에 대한 귀무 가설은 항상 표본 데이터가 특정 분포를 따르는 모집단에서 나온다는 것이므로, 종종 여러 다른 분포가 적절할 수 있다고 가정할 수 있습니다. 즉, Anderson-Darling 검정의 p-값을 사용하여 분포를 배제할 수 있지만, 이 p-값을 사용하여 분포가 올바른 것임을 입증할 수는 없습니다. 이러한 난관은 다음 고려 사항으로 이어집니다.

고려 사항 5: 내 데이터가 비정규 데이터라면 어떻게 되나요?

Anderson-Darling 정규성 검정 결과 p-값이 0.05 미만인 데에는 여러 가지 이유가 있습니다. 가장 논리적인(그리고 일반적인) 이유는 데이터가 종 모양의 패턴을 따르지 않는 모집단에서 나온다는 것입니다. 예를 들어, 대기 시간 데이터는 종종 극도로 긴 시간을 포함하며 아래 히스토그램에서 보는 것과 같은 패턴을 따를 수 있습니다.

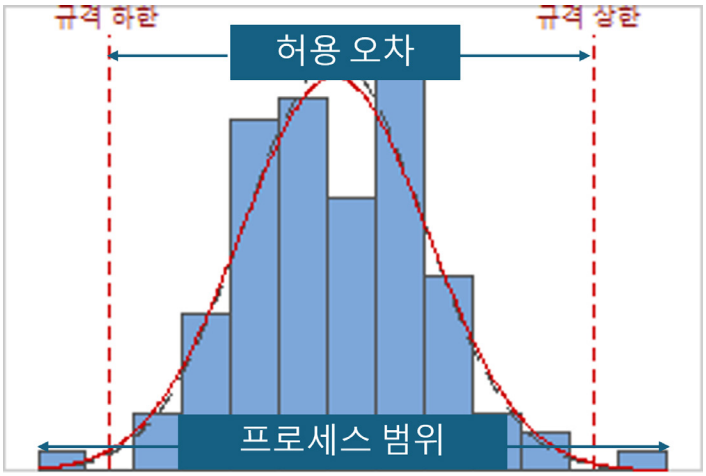


데이터의 비정규성은 문제가 되지 않습니다. Minitab Statistical Software에는 위에 표시된 로그 정규 분포와 같이 공정 능력을 추정하는 데 사용할 수 있는 여러 가지 다른 분포가 있습니다. 이를 통해 다음 고려 사항으로 넘어갈 수 있습니다.

고려 사항 6: 비정규성이 중요한 이유는 무엇일까요?

통계의 많은 상황에서 정규성 가정은 그다지 중요하지 않습니다. 안타깝게도 능력 분석은 이러한 상황 중 하나가 아닙니다. 정규성은 t-검정이나 ANOVA와 같은 평균의 차이와 관련된 기술에 중요한 가정이 아닙니다. 왜냐하면 비정규 모집단에서 나오는 개별 데이터 포인트의 평균을 수집하면 이러한 평균이 결국 정규 분포를 따르기 때문입니다.

반면에 제품 사양 한계 내에 속하는 공정의 공정 능력을 확인하려는 경우 평균이 아닌 분포의 꼬리에 있는 개별 관측치에 초점을 맞춥니다. 간단히 말해서 능력은 공정 확산에 대한 공차의 비율입니다. 공정의 확산을 측정하려면 데이터를 표본 추출한 모집단의 분포 또는 형상을 알아야 합니다.
환자 대기 시간 또는 데이터가 비정규적인 기타 여러 사례와 같은 상황에 대한 공정 능력을 추정할 때는 정규 분포의



데이터에 대해 설정된 기존 공정 능력 추정치 이상을 고려해야 합니다. 또한 데이터가 실제로 비정규 모집단에서 오는 것인지 아니면 다른 요인으로 인해 낮은 Anderson-Darling p-값이 발생하는 것인지도 생각해 보아야 합니다. 이를 통해 다음 단계로 넘어갈 수 있습니다.

고려 사항 7: 특이치는 분포에 어떤 영향을 미칠까요?

특이치 또는 예상 범위를 벗어난 데이터 포인트는 정규 여부에 관계없이 분포가 얼마나 잘 맞는지에 상당한 영향을 미칠 수 있습니다. 극단적인 특이치가 존재하는 경우 Anderson-Darling p-값이 시도하는 모든 분포에 대해 0.05 벤치마크보다 작을 가능성이 높으며 이는 공정에 적합한 형태를 나타내는 분포가 없음을 나타냅니다. 이 경우 가장 먼저 고려해야 할 것은 이상치가 발생하게 된 원인입니다.

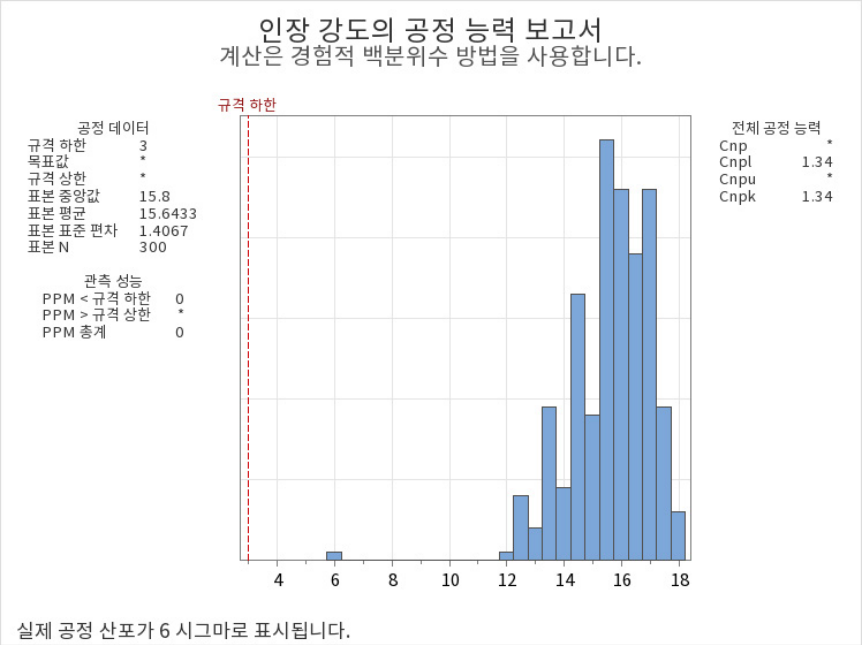
공정이 안정적이지 않나요? (고려사항 1을 다시 참조하십시오.) 측정 오류와 같이 설명할 수 있지만 일반적이지 않은 원인으로 인해 특이치가 발생했습니까? (해당 데이터 포인트 제거를 고려하십시오.) 아니면 특이치가 데이터의 일부인가요? 이 경우에는 무분포(비모수적) 접근 방식이 좋은 방법일 수 있습니다. 이는 다음 고려 사항으로 이어집니다.

고려 사항 8: 분포를 가정해야 하나요?

통계 분석에서는 분포를 가정하는 것이 일반적입니다. 이를 통해 우리는 데이터가 제한적이거나 전혀 존재하지 않는 곳에서 공백을 메우고 무슨 일이 일어나고 있는지 가정할 수 있습니다. 그러나 특히 극단적인 특이치가 존재하는 경우 무분포 접근 방식이 최선의 선택일 수 있는 경우가 있습니다. 하지만 이에 대한 한 가지 주의 사항은 무분포 접근 방식에는 모집단의 모습을 잘 반영하기 위해 충분한 데이터, 이상적으로는 수백 개의 데이터 포인트가 필요하기 때문에 더 많은 데이터가 필요하다는 것입니다.

예를 들어, 의료 기기 회사는 산소 기기에 사용되는 튜브가 특정 강도 사양을 충족할 수 있는지 확인해야 합니다. 하지만 이 튜브의 표본에 대한 테스트를 수행했을 때 한 표본이 예기치 않게 더 적은 힘으로 부러졌습니다. 여기서 특이치는 여전히 규격 하한을 초과하지만, 적절한 분포를 찾을 때 문제가 발생합니다.

다행히 Minitab Statistical Software는 이제 비모수적 능력 분석을 제공합니다(**통계 > 품질 도구 > 능력 분석 > 비모수적을 선택합니다**). 아래 결과에서 비모수적 능력 통계량인 Cnpk는 1.34로, 공통 능력 벤치마크인 1.33보다 높습니다. 분포를 추정할 필요 없이 특이치가 있어도 공정이 가능하다는 결론을 내릴 수 있습니다.



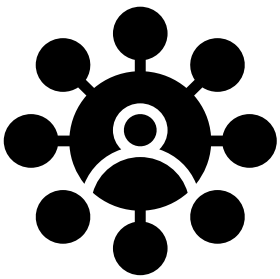
보시다시피 무분포 접근 방식을 사용할 수 있는 수단으로 갖는 것은 매우 유용합니다. 하지만 이제 모든 옵션을 사용할 수 있는데 그 중에서 어떻게 선택해야 할까요? 이는 다음 고려 사항으로 이어집니다.

고려 사항 9: 어떤 접근 방식을 선택해야 할까요?

능력을 추정할 때 비정규 데이터를 처리하기 위한 세 가지 일반적인 접근법이 존재합니다. 다음을 사용할 수 있습니다.

- 로그 정규 분포 또는 Weibull 분포와 같은 비정규 분포를 사용합니다.
- 데이터 로그와 같은 데이터 함수를 사용하여 히스토그램의 긴 꼬리에 있는 데이터를 덜 극단적으로 만들어 데이터를 종 모양 또는 정규 모양으로 만듭니다.
- 가정된 분포가 필요하지 않은 접근법을 사용하십시오.

Minitab Statistical Software는 적절한 분포 또는 변환을 선택하는 데 도움이 되는 분포 식별 도구를 포함하여 이러한 모든 접근 방식을 제공합니다. (**통계 > 품질 도구 > 개별 분포 식별을 선택합니다**.) 이러한 입증된 접근법은 데이터의 비정규성을 어떻게 처리할지 정확히 알고 있는 경우에 적합합니다. 그러나 어디서부터 시작해야 할지 확신할 수 없거나 이 모든 정보가 다소 부담스럽다면 마지막 고려 사항을 하나 알려 드리겠습니다.



고려 사항 10: 상황별 AI가 결정하게 하세요

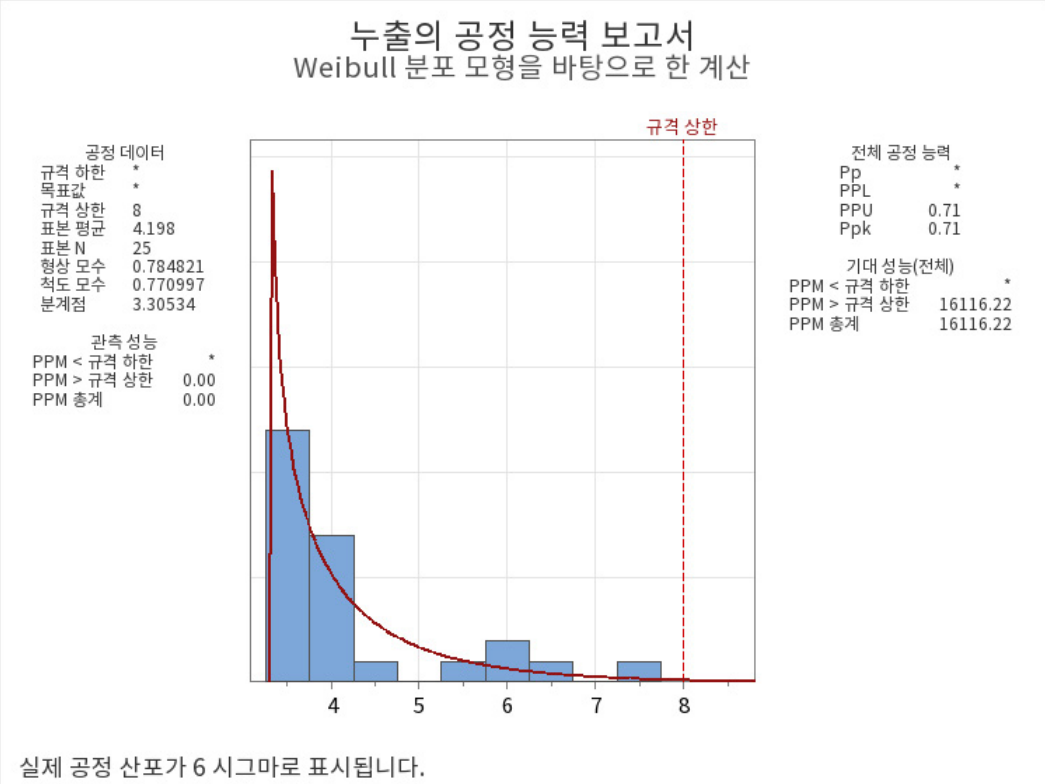
Minitab Statistical Software의 새로운 자동 능력 분석은 품질 시장에서 다년간의 경험으로부터 수집한 정보를 사용하여 데이터를 기반으로 한 규칙 기반 인공 지능을 통해 가장 정확한 공정 능력 통계를 제공하는 자동화된 접근 방식을 제공합니다.

예를 들어 한 제약 회사는 공기 누출을 최소화하면서 약병을 밀봉하는 공정의 능력을 추정해야 합니다. 누출 테스트 기계를 사용하여 이 병의 표본에서 나오는 누출을 측정합니다. Minitab Statistical Software는 자동 공정 능력

분석을 사용하여 여기에서 논의한 모든 사항 등을 고려하여 이러한 데이터에 대한 합리적인 공정 능력 추정치를 찾을 수 있습니다. (통계 > 품질 도구 > 능력 분석 > 자동화를 선택합니다.)

그리고 결과가 나왔습니다! 루틴은 정규 분포로 시작하고 그것이 맞으면 끝납니다. (필요하지 않다면 왜 문제를 찾으러 가나요?) 데이터 누출의 경우 루틴은 더 일반적인 것부터 덜 일반적인 것까지 다양한 분포를 거쳐 진행되었으며, 가장 적합한 분포에 도달했습니다.

아래 그래프를 보면 이 공정이 불가능하다는 것을 알 수 있습니다. 공정이 가능한 것으로 간주되려면 Ppk가 1.0(일반적으로 1.33 또는 1.5)보다 훨씬 높아야 합니다. Ppk가 0.71이라는 것은 예상되는 공정 범위가 공차보다 상당히 넓다는 것을 의미하며 약 1.61%의 불량률을 기대할 수 있습니다.



Minitab Statistical Software의 자동 공정 능력 분석은 통계학자가 이 데이터를 분석하기 위해 따를 가능성이 있는 일련의 규칙을 따랐습니다. 그러나 해당 분야 전문 지식을 통해 변환과 같은 다른 접근 방식이 현재 상황에 더 적합할 수 있다고 판단되면 결과에서 직접 대체 방법 선택 버튼을 클릭하고 원하는 방법을 선택하기만 하면 됩니다.

정리

우리가 먹는 음식부터 우리가 사용하는 의료 기기, 우리가 제공받는 의료 서비스까지, 우리 모두는 제품이 우리의 요구 사항을 충족할 수 있는지 여부에 관한 결정에 영향을 받습니다. 공정 능력 분석에 대한 신중한 접근 방식은 고품질 제품을 제공하는 데 매우 중요합니다. Minitab Statistical Software는 주도적으로 일을 처리하거나, AI가 대신 선택할 수 있도록 하거나, 두 가지를 모두 조합하여 사용하려는 모든 분들을 지원합니다!

Minitab

여러분에게는 데이터가, Minitab에는 Solutions Analytics™가 있습니다.

무료 평가판 다운로드
minitab.com