

Kapabilitet

Af Mads Bruun Larsen, Assistant Lecturer, Department of Technology and Innovation, Syddansk Universitet. www.sdu.dk

Når man vil vide hvor god ens proces eller produkt er, kan man beregne kapabiliteten. Når man snakker om proceskapabilitet, mener man hvad processen er i stand til f.eks. hvor god er min drejbænk eller CNC center til at fremstille emner med en diameter indenfor tolerancen? I denne artikel vil vi gennemgå hvad kapabilitet og kapabilitetsanalyse er, hvordan den gennemføres og hvad man skal være opmærksom på undervejs.



CV
MADS BRUUN LARSEN

Adjunkt, SDU. Civilingeniør, ph.d.
Konsulent siden 2004.

Kapabilitet er et mål for i hvor høj grad en proces kan producere emner indenfor tolerancerne. Der findes 2 grundlæggende mål for kapabilitet: C_p og C_{pk}

Det første mål fortæller hvor stor variationen i processen er i forhold til tolerancen. Der tages her ikke hensyn til hvor processen er centreret, dvs. om emnerne overhovedet er indenfor tolerancen eller ej, men udelukkende hvor stor variationen er. C_p er defineret som:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6 \cdot \sigma}$$

Hvor σ er standardafvigelsen af processen. Man finder standardafvigelsen ved at tage en stikprøve fra processen, opmåle emnerne og så beregne standardafvigelsen på baggrund af stikprøven. Man kan her bruge Excel eller man kan bruge dedikerede programmer til at lave hele kapabilitetsanalysen som f.eks. Minitab eller SAS JMP. Der findes også forskellige Excel addons, som kan automatisere analysen. Med begge mål for kapabilitet gælder det, at desto højere kapabiliteten er, desto bedre er det. (eksempler)

I og med at kapabilitet er defineret som evnen til at producere emner indenfor tolerancen, er det ikke tilstrækkeligt udelukkende at anvende C_p . Derfor bør man også beregne C_{pk} , som netop tager hensyn til hvor processen

er centreret, dvs. middelværdien af processen skal med i beregningen.

C_{pk} er defineret som:

$$C_{pk} = \min \left[\frac{USL - \bar{x}}{3 \cdot \sigma}, \frac{\bar{x} - LSL}{3 \cdot \sigma} \right]$$

Det betyder, at vi beregner hvor langt, der er fra middelværdien til den nærmeste tolerancegrænse og så dividerer dette med 3 standardafvigelser.

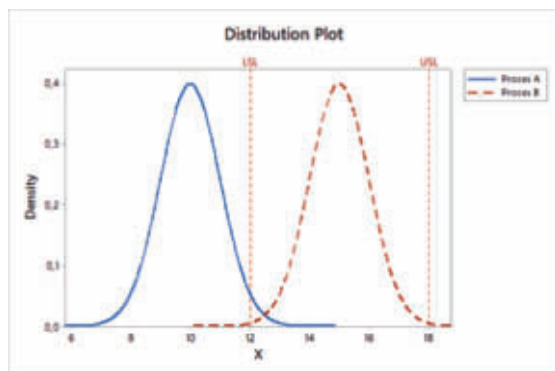
Hvis processen er centreret præcist i midten af tolerancen, så må C_p og C_{pk} være nøjagtig ens. Desto mere processens middelværdi flytter sig fra midten af tolerancen, desto lavere bliver C_{pk} i forhold til C_p . Typiske mål for kapabiliteten, C_{pk} , er mindst 1,33 for at være god og gerne 1,66 for at være fantastisk. Det afhænger naturligvis af industri og proces. Hvis man på det samme emne har flere mål, skal man beregne kapabiliteten af hvert enkelt mål for sig, men det kan med fordel være de samme f. eks. 50 emner, der er blevet målt op. På hvert emne måles derfor de karakteristika eller mål, som man vil beregne kapabiliteten af.

KAPABILITETSANALYSE I PRAKSIS

Man laver typisk en kapabilitetsanalyse ved at tage en repræsentativ stikprøve fra sin proces og på baggrund af stikprøven beregne middelværdi og standardafvigelse for derefter at beregne kapabiliteten. Stikprøvens stør-

FIGUR 1

I eksemplet har proces A og proces B samme C_p men ikke samme C_{pk} .



relse er typisk 50 eller flere emner. Har man automatisk dataopsamling i produktionen, kan man med fordel trække alle målinger fra f.eks. den seneste måned.

Kapabilitetsanalyse er i sit udgangspunkt en ekstrapolering af fortiden ind i fremtiden. Man prøver på baggrund af, hvordan det er gået i en periode at sætte et tal på, hvad man kan forvente sig af processen i fremtiden. For at analysen bliver valid skal man samtidigt med beregningen af C_p og C_{pk} også sikre sig, at processen er stabil eller i statistisk kontrol, og at processen er normalfordelt. Det første krav er for at sikre sig, at processen ikke flytter sig systematisk henover tid, men den kun varierer tilfældigt indenfor faste grænser. Det andet krav er for at sikre sig, at kapabiliteten fortolkes korrekt. Hvis fordelingen f.eks. er meget skæv, kan det påvirke fortolkningen af C_{pk} .

VÆR OPMÆRKSOM PÅ

Kapabilitetsanalysen anvendes i mange virksomheder i forskellige sammenhænge f.eks. som en del af den ugentlige kvalitetsrapportering eller som en del af PPAP. Det er også min oplevelse at kvaliteten i kapabilitetsanalysen og fortolkningen af kapabiliteten kan være mangelfuld. Her er nogle af de "fejl", som jeg mener der kan være i anvendelsen af kapabilitet. Kapabiliteten beregnes ugentligt og an-

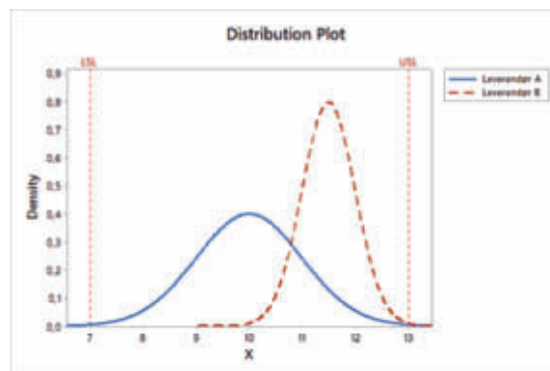
vendes i afrapporteringen af hvordan det står til med kvaliteten i en afdeling. Det opfattes som et bedre mål end f.eks. FPY, som udelukkende er et mål for mange fejl, der har været i en periode. Så sammenligner man C_{pk} med et mål f.eks. 1,33 og afgør om man har haft en god eller dårlig uge. På grund af den tilfældige variation i processen vil kapabiliteten, C_{pk} , typisk variere, så den er lidt højere og lidt lavere nogle uger. Det vil her være bedre at anvende et kontrolkort på selve processen, så kan man styre processen.

Der sker også nogle gange det, at man udtager stikprøven så den ikke er repræsentativ. Variationen i stikprøven vil derfor typisk være mindre end den reelle variation i processen og kapabiliteten beregnes og tolkes som værende bedre end den i virkeligheden er. Det at kunne udtage en god stikprøve, som indeholder den variation, der faktisk er i processen er en af nøglerne til en god kapabilitetsanalyse.

Af forskellige årsager er fokus i kapabilitetsanalysen primært på C_{pk} og ikke på C_p . Der kan ligge værdifuld information i at inddrage både C_p og C_{pk} i analysen, særligt hvis man sammenligner processer. Forestil jer at man vil sammenligne f.eks. 2 leverandører og derfor beregner C_{pk} for dem begge og kommer til det resultat at de har samme C_{pk} . Hvilken leverandør har da mest styr på sin proces? Prøv at kigge på figur 2 og vurder hvem der er bedst

FIGUR 2

Hvilken leverandør har bedst styr på sin proces?



og hvorfor (hint: hvem har den højeste defekt rate?).

Endeligt glemmer de fleste at man skal kontrollere om processen er i kontrol og normalfordelt. Hvis ikke er kapabilitetsanalysen reelt ikke meget værd.

Avancerede emner indenfor kapabilitetsanalyse er bl.a. håndtering af ikke-normale fordelinger, ikke-homogene processer f.eks. multikavitetsplast-sprøjttestøbning.

Som en lille krølle, skal det nævnes, at når man tænker på at processens kapabilitet skal forbedres, så tænker man straks på maskiner, værktøj, fiksturer mm. Mange glemmer at selve målesystemet kan være en væsentlig kilde til variation i processen, og at kapabiliteten derfor i nogle tilfælde lettere kan forbedres ved at forbedre målesystemet end at forbedre selve processen. Det kan også være, at det vil vise sig at være en billigere løsning. ●

PS: Jeg mener det er leverandør B, da vedkommende har den højeste C_p af de to. Det er som regel enklere at justere processens middelværdi end at reducere variationen. Og så laver leverandør B kun halvt så mange fejl som leverandør A.