

Tillämpning av statistik för kostnadsbedömning av byggprojekt

Examensarbetare: Stefan Marusic

Inom byggbranschen hanteras risker som kan leda till kostnadsöverskridningar ofta med att man lägger till en budgetreserv på projektets totala kostnad. Metodiken är simpel men ger inte en helhetsbild kring vilka moment i byggprojektet som erhåller störst risk. Genom att tillämpa statistik med en så kallad Monte Carlo simulering kan moment i ett projekt sammanställas i en eller flera sannolikhetsfördelningar. Dessa fördelningar illustrerar exempelvis med vilken sannolikhet som ett moment löper att hamna under/över en viss kostnad. Syftet med examensarbetet är att ta reda på ifall en Monte Carlo simulering framgångsrikt kan uppskatta en budget för ett byggprojekt. Då metoden är svåränvänd är även målet att ta fram en referensram som underlättar nyttjandet av metoden.

Genom en Monte Carlo-simulering kan exempelvis 10 000 olika utfall av en projektkostnad simuleras genom att sammanställa olika sannolikhetsfördelningar för olika moment i en slutgiltig sannolikhetsfördelning. Att välja fördelningar för olika moment kräver hög kunskap eller erfarenhet, för att underlätta för exempelvis en projektledare kan ett moments sannolikhetsfördelning uppskattas med en så kallad PERT fördelning. En PERT-fördelning fungerar på sådant vis att projektledaren uppskattar det minimala, det troliga värdet och det maximala kostnadsvärdet ett byggmoment kan anta i ett byggprojekt. Föreställ dig att du ska handla dina dagliga matvaror på Willys, du vet att din matkasse troligen kommer kosta 500 kr. Men med en del rabatter vet du att matvarorna kan kosta så lite som 450 kr. Det kan också vara så att du glömmer något, eller att priserna blivit dyrare, så du antar att matkassen kan maximalt kosta 600 kr. Med dina tre uppskattningar på minimum, troligt och maximum skulle du teoretiskt kunna bygga en PERT-fördelning som simuleras med 10 000 olika utfall. Med hjälp av din fördelning kan du exempelvis svara på frågan "Vilken är den 85-procentliga konfidensgraden för att matkassen hamnar under/över summan X?".

Ett problem för många projektledare kan vara dock att just uppskatta minimum, det troliga värdet och det maximala värdet för ett byggmoment. Kanske har man inte erfarenhet av nyttjandet av statistik, eller så kanske man saknar erfarenhet för att överhuvudtaget göra kostnadsbedömningar. Målet med examensarbetet blev därmed att skapa en teoretisk referensram som projektledare kan utgå ifrån när vederbörande gör sin egna intervallsbedömning för minimum, troligt och maximum. Följande problemställningar togs fram för examensarbetet.

- Vilka inmatningsvärden för minimum, maximum och mest troliga kostnad är lämpliga att använda vid ett tillämpande av Monte Carlo-simuleringar för kostnadsbedömning av byggprojekt?
- Klarar framtagna inmatningsvärden för studien hålla budget i ett verkligt scenario för ett riktigt projekt?

@Risk användes som verktyg för att få fram en teoretisk referensram och sedermera testa referensramen. @Risk är ett riskhanteringsverktyg som hjälper beslutsfattare att fatta beslut genom att generera sannolikhetsfördelningar. Programmet lämpar sig just för de Monte Carlo simuleringar som genomförts för detta examensarbete. Inom @Risk finns även problemlösningsverktyget RiskOptimizer som löser osäkra parametrar genom att ersätta dem med en sannolikhetsfördelning som representerar olika möjliga utfall. För varje lösning som tas fram av @Risk körs en Monte Carlo-simulering som finner kombinationen av de justerbara celler som förser de bästa simuleringresultaten för de parametrar som eftersöks.

Examensarbete avslutat 2019: Tillämpning av Monte Carlo simulering för kostnadsbedömning av byggprojekt - Rapport TVBP- 5587.

Handledare Stefan Olander, LTH samt Ola Karlsson, Harald Olsson Byggadministration AB.

Traditionellt när en projektledare hanterar olika risker i ett projekt så lägger man till ett procentuellt tillägg av den kalkylerade kostnaden på projektets totala kostnad. Exempelvis ifall ett projekt beräknas kosta 100 miljoner kronor så görs ett tillägg på 10% av den kostnaden för att ta höjd för oförutsedda händelser eller risker. Projektets budget blir därmed totalt 110 miljoner kronor. Detta examensarbete ämnar sig till att ta fram vilken indata i @Risk som behövs för att uppskatta olika procentuella tillägg på kalkylerade kostnaden av projektet (det upphandlade utfallet). Ifall man vill uppskatta 110 miljoner kronor i budget med sannolikheten 85%, vilken indata hade jag behövt mata in i @Risk? I detta examensarbete betraktas minimum och maximum som de osäkra parametrar som behöver lösas i RiskOptimizer för att uppskatta budgeten med 85% konfidensgrad (P85). I tabellen nedan kan en sammanställning ses för de lösta värden på den indata som behövs för att simulera olika procentuella tillägg på den kalkylerade kostnaden.

Tabell 1. Referensram för olika procentuella tillägg

Pålagd budgetreserv	Min	Troligt	Max
5 %	89 %	100 %	112 %
10 %	85 %	100 %	125 %
15 %	87 %	100 %	140 %
20 %	87 %	100 %	155 %
25 %	92 %	100 %	173 %
30 %	91 %	100 %	188 %

För att göra den brukare som skall använda tabellen ännu säkrare på att tabellen är validerbar så togs även värden för minimum och maximum fram för verkliga projekt som genomförts. Den data som fanns tillgänglig var det kalkylerade utfallet och det verkliga utfallet. Det kalkylerade utfallet sattes till 100 % för alla projekt. RiskOptimizer löste sedan värden för minimum och maximum som gjorde att P85 för det upphandlade utfallet blev lika med verkliga utfallet. Dessa resultat kan ses i tabellen nedan.

Tabell 2. Indata som behövs för att P85 av det upphandlade utfallet blir lika med det verkliga utfallet

Skolor	Upphandlat utfall (kr)	Verkligt utfall (kr)	Skillnad upphandlat & verkligt utfall (%)	Min	Troligt	Max
Projekt A	187 225 000	196 838 914	5,1 %	92 %	100 %	113 %
Projekt B	146 500 000	154 500 000	5,5 %	87 %	100 %	113 %
Projekt C	127 500 000	142 000 000	11,4 %	85 %	100 %	129 %
Projekt D	56 400 000	60 400 000	7,1 %	84 %	100 %	117 %
Projekt E	79 000 000	83 000 000	5,1 %	87 %	100 %	112 %
Projekt F	27 000 000	30 700 000	13,7 %	83 %	100 %	135 %
Projekt G	70 000 000	77 200 000	10,3 %	86 %	100 %	126 %
Projekt H	69 000 000	82 000 000	18,8 %	87 %	100 %	151 %
Projekt I	66 000 000	75 000 000	13,6 %	84 %	100 %	135 %
		Medel	10,1%	86 %	100 %	126 %

Examensarbete avslutat 2019: *Tillämpning av Monte Carlo simulering för kostnadsbedömning av byggprojekt - Rapport TVBP- 5587.*

Handledare Stefan Olander, LTH samt Ola Karlsson, Harald Olsson Byggadministration AB.

De olika indata som tagits fram för de olika procentuella tilläggen i Tabell 1 testades sedan genom tillämpa framtagen indata på verkliga projekt. Initialt sattes de kalkylerade utfallen som 100%. T.ex., om det procentuella tillägget för 10 % ska testas för ett projekt som kostar 100 miljoner kronor, så blir det troliga utfallet 100 miljoner kronor, det minimala utfallet 85 miljoner kronor och det maximala utfallet 125 miljoner kronor. Utfallet P85 är det utfall som sker i 85% av alla de simulerade utfallen. I detta examensarbete används detta som ram för att sätta budget. Ifall det verkliga utfallet exempelvis blev 117 miljoner kronor och det simulerade värdet P85 blir 118 miljoner kronor, så bedöms indata som vi tagit fram för ett pålägg på 10% hålla budget i ett verkligt scenario. Procentuella tillägg mellan 5-20% testades. I tabellen nedan illustreras hur många projekt som klarade hålla budget för respektive tillägg.

Tabell 3. Test av olika procentuella tillägg

Pålagd budgetreserv	Min	Troligt	Max	Projekt som klarar budget	Medelfel
5 %	89 %	100 %	112 %	0/9	4,44 %
10 %	85 %	100 %	125 %	4/9	3,53 %
15 %	87 %	100 %	140 %	8/9	5,38 %
20 %	87 %	100 %	155 %	9/9	9,21 %

De frågeställningar som ställdes besvarades enligt texten nedan.

1. *Vilka inmatningsvärden för minimum, maximum och mest troliga kostnad är lämpliga att använda vid ett tillämpande av Monte Carlo-simuleringar för kostnadsbedömning av byggprojekt?*

Resultaten som illustreras i Tabell. 1 är den indata som tagits fram för arbetets referensram och är den indata som får anses vara lämplig att använda sig av vid tillämpandet av en Monte Carlo-simulering.

2. *Klarar framtagna inmatningsvärden för studien hålla budget i ett verkligt scenario för ett riktigt projekt?*

Med en budgetreserv mellan 10-15% klarar de flesta projekt i detta arbete hålla budget och detta med en liten felmarginal. En budgetreserv på 20 % är svår att motivera för beställare och medelfelet för denna budgetreserv är avsevärt mycket högre.

Examensarbete avslutat 2019: *Tillämpning av Monte Carlo simulering för kostnadsbedömning av byggprojekt - Rapport TVBP- 5587.*

Handledare Stefan Olander, LTH samt Ola Karlsson, Harald Olsson Byggadministration AB.