

Förvaltningshögskolans rapporter  
nummer 157

# Beslutsanalys och prognosmodeller

Simuleringar och fallstudier

Alexis Palma och Osvaldo Salas

*Beslutsanalys och prognosmodeller. Simuleringar och fallstudier.*

Alexis Palma och Osvaldo Salas

Första upplagan

Första tryckningen

©2020

Författaren

Tryckning

Kompendiet

ISSN

1401-7199

# Förord

För att säkra existens och utveckling behöver de ekonomiska verksamheterna vara ständiga aktuella och det därför ytterst viktigt att blicka framåt. De beslut vi tar idag baseras på nuvarande förutsättningar. Detta antar att framtiden kommer att utvecklas inom vissa parametrar som vi inte har någon kontroll över. Frågan är därför: hur kommer verkligheten att se ut i morgon? Svaret har vi inte i förväg och inte heller säkra uppfattningar om verklighetens kommande kännetecken. Viktigt att komma ihåg är att de förändringar som inträffar i framtiden säkerligen kommer att påverka vår enskilda ekonomiska aktivitet. Det är således viktigt att gardera sig på ett effektivt sätt för att möta kommande förändringar i verkligheten. Problemet är större om det är en långsiktig investering. Vi vet, till exempel, att räntan och internationella valutor inte är fasta, små förändringar i dessa indikatorer påverkar avsevärt kostnadsstrukturen för ett investeringsprojekt. Med hänsyn till ovanstående resonemang måste beslutsfattaren vidta åtgärder som tar risk under osäkerhet. Framtiden kan inte förutsägas med noggrannhet, särskilt inte i den globaliserade ekonomins värld. Dynamiken och förändringarna som sker i den ekonomiska verkligheten är snabba att de kan skapa hinder för beslutsfattaren. Dessa skäl motiverar att analysen av en framtid investering bör, för att underlätta för beslutsfattaren, beakta flera alternativa resultat.

I föreliggande rapport ges en snabb inblick om hur vi arbetar med beslutsträd och statistiska metoder vid risk under osäkerhet. I båda metoder kan man genom att ändra modellens parametrar, erhålla olika resultat. Detta är själva kärnan i modellerna eftersom vi lämnar ett underlag som består av flera tänkbara resultat till beslutsfattaren. Rapporten vänder sig till universitetsstudenter och beslutsfattare såväl inom den privata som inom den offentliga sektorn

Göteborg, augusti 2020

Alexis Palma och Osvaldo Salas



# Innehållsförteckning

<b>Förord</b> .....	<b>1</b>
<b>Innehållsförteckning</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Introduktion</b> .....	<b>1</b>
1.1 Syfte .....	2
1.2 Rapportens disposition.....	3
<b>2. Beslutsanalys</b> .....	<b>5</b>
<b>3. Simulering: Beslutsträd som beslutsunderlag</b> .....	<b>14</b>
<b>4. Prognosmodeller</b> .....	<b>30</b>
<b>5. Fallstudier</b> .....	<b>39</b>
5.1 Fallstudie 1 – Prognos med glidande medelvärde.....	39
5.2 Fallstudie 2 – Prognos med dekomponering av tidsserier .....	46
5.2.1 Fallstudie 2a – Prognos med säsongskomponenten utan trend.....	51
5.2.2 Fallstudie 2b – Prognos med säsongskomponenten med trend.....	60
5.3 Fallstudie 3 – Prognos med exponentiell utjämning.....	67
5.4 Hur bra är prognosmodellen?.....	74
<b>6 Avslutande kommentarer</b> .....	<b>78</b>
<b>7 Referenslista</b> .....	<b>80</b>



# 1 Introduktion

Behovet av verktyg som hjälper ledare på olika nivåer att fatta beslut under osäkerhet har ökat avsevärt i dagens samhälle. En faktor som har lett till detta ökade behov är att idag, på grund av ökad information, sker förändringar i vår omvärld i en allt snabbare takt. Ett företag som var ledande i en bransch för något år sedan kan nu vara helt bortglömt. Den ökade användningen av sociala medier har inneburit att konsumenter förändrar sitt konsumtionsmönster mycket snabbare än tidigare och har ökat konsumenters möjligheter att jämföra priset, kvaliteten och andra egenskaper av produkten de vill köpa.

En annan faktor av betydelse, inte minst för företagen, är den globala ekonomin. Globaliseringen innebär att vi behöver ta hänsyn till faktorer som vi inte kan påverka eftersom de utvecklas helt utanför beslutfattarens kontroll. Exempel på detta kan vara, ränteläge, växelkurser, efterfrågan, etc. En snabbt förändrande omvärld och globaliseringen har lett till att beslutsfattande under osäkerhet har blivit allt viktigare för olika verksamheter eftersom dessa faktorer har lett till att beslutfattare möter en högre grad av komplexiteten i sin vardag och fler oväntade händelser som kräver att hastigt vidta åtgärder innan det kan bli för sent. Det är viktigt att poängtera att dessa variabler förändras ibland flera gånger under en kort period, vilket leder till att gjorda uppskattningarna måste göras om. Omvärlden förändras och utmaningen blir då att ständigt anpassa sig till de nya kraven. Denna situation kan illustreras med följande exempel: låt oss anta att vi har ett företag med en hög grad av monopolmakt vars huvudverksamhet är att sälja importerade produkter på hemmamarknad. En marknadsundersökning för dessa produkter pekar på att efterfrågan kommer att öka tack vare bristande konkurrens och ökad popularitet för produkterna. Samtidigt signalerar Riksbanken att en kraftig depreciering av den svenska kronan är nära förestående. Denna valutaförändring står helt utanför företagets

anamma de processer som betraktas avgörande och rationella för och av fältet som organisationen verkar inom (Meyer & Rowan, 1977; Meyer & Scott, 1983). Det är i synnerhet viktigt inom hälso- och sjukvårdssektorn då kvalitet och effektivitet är svårt att mäta (Kastberg & Siverbo, 2016; Kastberg & Siverbo 2013). Strävan efter legitimitet tenderar att homogenisera verksamhetsfält efter rådande vinnarrecept på organisering och effektivitet (DiMaggio & Powell, 1983). En av de trender inom hälso- och sjukvården som vunnit mark är det processorienterade sättet att organisera verksamheten på. Genom att skapa friktionsfria flöden ska barriärer och möjligheter identifieras och på så sätt förbättra effektivitet och kvalitet inom verksamheten över tiden (Hellman m.fl. 2019). Kastberg och Siverbo (2017) observerar hur processorienterade arbetssätt centererar kring att minska komplexitet via rutinisering, standardisering och genom att göra arbetet mindre beroende av en enskild anställd. Det kan lämpa sig i vissa organisationer men kan visa sig problematiskt inom offentlig sektor som står inför olika mål och värdekonflikter (Kastberg & Siverbo, 2017). När nya managementidéer och styrkoncept dyker upp, bör de således diskuteras och granskas utifrån en kritisk hållning och med en förståelse för rådande mekanismer.

Ett styrkoncept som under den senaste tiden har fått mycket uppmärksamhet och spridning i hälso- och sjukvården både inom Sverige och internationellt är patientcentrerad vård (PCV). I många fall är grundbulten för PCV den processorienterade organisationsformen. Konceptet fokuserar på vårdkvalité och syftar till att öka kvalitén vid patientens färd genom hälso- och sjukvården. Målet med PCV är att lyfta patientens perspektiv vid hur hälso- och sjukvården organiseras. Detta genom att sätta patientens behov, uppfattning och upplevelse av kvalitet i fokus (Bragato & Jacobs, 2003; Vårdanalys 2012; McNulty & Ferlie, 2004; Proudlove m.fl. 2008). Inom den svenska hälso- och sjukvården har målet att stärka patientens ställning funnits i över trettio år, likväl saknas det kunskap om just patientens ställning och hur vården blir mer patientcentrerad. Icke desto mindre är patientcentrering etablerat som en väsentlig kvalitetsdimension inom hälso- och sjukvården. Undersökningar visar att



svenska patienter i högre utsträckning upplever problem relaterade till bristfällig samordning inom vården än i andra länder. Vidare visar det sig att svenska patienter även är mindre involverade och engagerade av sina vårdgivare att medverka i beslutsfattande beträffande sin egen hälsa och vård, i internationella jämförelser (Vårdanalys, 2012; SFS 1982:763).

## 1.1 Problemformulering

Litteraturen indikerar att när fokus och utgångspunkt läggs på patientens upplevda resa genom hälso- och sjukvården, trotsas den traditionella synen på hur vården ska organiseras. Det som ofta beskrivs som det traditionella sättet att organisera hälso- och sjukvården utgår från en funktionell arbetsfördelning organiserat genom specialistkliniker och avdelningar där läkarna och professioner med samma inriktning samlas (Bragato och Jacobs, 2003; Mintzberg, 1983). Profession definieras i denna uppsats som ett vårdyrke som kräver legitimation samt hänvisar till Freidsons (2001) resonemang om att professionen som yrkesgrupp utmärks av att själva i hög grad tillåts styra sitt eget arbete. Ovan beskriven typ av organisering möjliggör en djupare specialisering inom specifika områden och främjar personalens kompetens inom just det området (Bragato och Jacobs, 2003; Mintzberg, 1983). I ljuset av PCV framstår den traditionella och funktionella typen av organisering som mindre optimal för patienten. Att utgångspunkten i PCV sätter patientens behov i centrum för planering och uppföljning trotsar även den professionella traditionen och logiken som utmärks av att med en hög grad av autonomi kunna styra sitt eget arbete (Chenhall, 2008). Det är exempelvis vanligt att PCV realiserar genom standardiserade arbetssätt utifrån förutbestämda patientgrupper och regler. Det innebär en centralisering av beslutsfattandet, och anses motverka den professionella autonomin och professionens möjlighet att lösa komplexa, moraliska och diffusa problem (Freidson, 2001; Waring & Bishop, 2013). Regler och standarder å ena sidan, autonomi och

metod. Kapitel 5 presenterar flera fallstudier där vi använder glidande medelvärde, dekomponering av tidsserier samt exponentiell utjämning för att göra prognoser. Med hjälp av dessa metoder analyserar vi data om BNP i Sverige, data från Stockholmsbörsen, data från resande till Australien, data om användningen av fjärrvärme i Sverige och om nederbörd i Malmö. I kapitel 6 presenteras några avslutande kommentarer

## 2. Beslutsanalys

Det är intressant att uppmärksamma att beslutsfattande är så bundet till våra liv att vi inte kan undvika att göra det. Vi kan avstå att fatta ett beslut, men att besluta att inte fatta ett beslut innebär i sig att ha fattat det. Det vi kan bestämma är om vi själva vill fatta ett beslut eller att överlåta åt någon annan att göra det för oss. I ett sådant fall beslutar vi att sätta kontrollen över vårt liv i händerna på en tredje part. Med andra ord kan individerna inte delegera ett beslut, till skillnad från företagande och offentliga verksamheter. Varje person är i det närmaste tvingade, genom handlingar eller underlåten att handla att fatta beslut. Det kan därför tyckas att det är positivt att vänja vid sig att aktivt fatta beslut, även om det handlar om små saker.

Det är värt att påpeka att när vi fattar ett beslut finns alltid en viss risk att projektets utfall inte blir det önskade. Av detta skäl finns det människor som tenderar att inte fatta beslut eftersom de är rädda för att göra fel och låter istället omständigheterna. Dessa typer av människor, som vägrar möjligheten att "misslyckas", når paradoxalt nog inte någon gång framgången eftersom de i själva beslutar verket att inte ge framgången en chans.

I en välfungerande ekonomisk verksamhet samverkar flera faktorer bland vilka kan nämnas beslut som fattas av företagsledning och den yttre miljön. Det förstnämnda bestäms av företagsledning, dvs de kan styras och påverkas i den inriktning som önskas. Den yttre miljön består däremot av alla de omständigheter som omger oss och som vi inte har någon kontroll över. Vi har alltså inga möjligheter att påverka dem.

Att fatta beslut kan innebära att vi måste bestämma idag om något som kommer att inträffa i framtiden vilket naturligtvis är förenat med risker eftersom vi saknar fullständig information om framtiden. Dessutom förändras verkligheten kontinuerligt vilket gör det omöjligt att uppskatta utvecklingen av till exempel ekonomiska variabler såsom arbetslöshetsnivån, räntan, växelkursen och inflationen. Det är således

uppenbart att ett projekts utfall inte kan uppskattas med hundra procents säkerhet. Däremot kan vi uppskatta flera eventuella utfall vilket kommer att ge oss en uppfattning om hur resultatet kan bli.

De flesta investeringar och satsningar är osäkra projekt. Man kan nästan påstå att det inte finns projekt, investeringar och satsningar som är inte förenade med risker. Emellertid kan vi säga att det föreligger osäkerhet i de flesta ekonomiska investeringar eller satsningar som man företa sig. Om vi producerar en vara, kan vi göra vårt yttersta för kvalitén och hålla låga priser, men vi kan inte styra marknadens utveckling.

Beslutsfattande sker dagligen i många olika områden, företagsledaren måste fatta beslut om att investera i nya affärsområden, småföretagaren måste bestämma om att öka eller minska produktionen när konkurrensen förändras, kommunfullmäktige måste fatta beslut om att bygga eller inte bygga en simhall. En gemensam nämnare för alla dessa beslutsfattare är framtidens osäkerhet. Dessutom bör tilläggas att den ekonomiska verkligheten förändras mycket snabbt idag när vi lever i en globaliserad ekonomi. Om till exempel ledningen i ett möbelföretag planerar att sälja sina produkter under en lång tid kan de inte överblicka marknadensutvecklingen flera år framåt. Under tiden kan det etableras några andra möbelföretag på marknaden. Följden av en sådan händelse är att försäljningen av möbler kan minska och därmed påverka resultatet negativt. Det kommer därför att behövas ett lämpligt beslutsunderlag som beaktar framtiden där olika tänkbara utfall uppskattas.

Beslutsteori kan definieras som en logisk och kvantitativ analys av alla faktorer som berör de erhållna resultat av ett beslut under osäkerhet. Beslutsteorin har utvecklat lämpliga modeller för olika situationer som beslutsfattarna möter. Beslutsfattande är en process genom vilken ett val görs bland de alternativ som finns för att lösa de problem eller svårigheterna som den ekonomiska verkligheten kan ställa till. De problem eller svårigheter som beslutsfattaren måste lösa förekommer i ett flertal olika kontexter såsom arbetsområde, investeringsfrågor, företagsvärlden, statligt styre och kommunal verksamhet. Beslutsfattande innebär, i grunden, att välja ett alternativ bland många möjliga som leder till att lösa ett aktuellt eller potentiellt problem.

## Beslutsfattandeprocess

### 1. Identifiering och diagnostik av problem.

Den första aktiviteten är fastställande av lämpliga mål. Därefter sätts de begränsningar upp som kan anses lämpliga för studiens ändamål och en diskussion om var problemet är som ska lösas, vilka för- och nackdelar som finns vid användning av olika metoder. Denna etapp, att definiera problemet, är avgörande eftersom den kommer att påverka relevansen av studiens slutsatser.

### 2. Utvärdering av alternativen:

Här lägger vi fokus på att identifiera möjliga lösningar på problemet eller frågan och dess möjliga konsekvenser. Vi måste väga, vad fördelarna och nackdelar med varje alternativ är?

### 3. Utvärdering av beslutet

När alla möjliga alternativ analyserats, måste vi välja den metod som verkar mest lämplig och ändamålsenlig.

### 4. Implementering av beslutet

När beslutet är taget måste vi genomföra det och följa dess utveckling. Här reflekterar vi och utvärderar om det var det korrekta beslutet.

### 5. Utvärdering av resultatet

Slutligen utvärderar vi resultatet. I denna sista fas måste vi överväga om problemet har lösts som det var tänkt. Därför måste vi analysera resultaten för att ändra eller ompröva processen i de aspekter som krävs för att uppnå det avsedda ändamålet. I detta skede frågar vi oss om det fattade beslutet gett de önskade resultaten?

En av de mest använda ansatserna för utredning och analys av beslutsfattande är operationsanalys förkortat OA (i den engelska litteraturen: OR, Operations Research). Operationsanalys är den övergripande termen för användning av matematiska metoder såsom linjär programmering, optimeringslära, matematisk statistik och beslutsträd. Alla dessa metoder används vid beslutsfattande.

Beslutsfattande betraktas som en viktig del av planeringsprocessen när man känner ett alternativ och ett mål, planeringskärnan kan alltså sägas vara beslutsprocessen. I denna kontext kan vi därför tillägga att processen som leder till ett beslutsfattande kan sammanfattas på följande sätt:

1. Utformandet
2. Identifiering av alternativ
3. Utvärdering av alternativ i termer av målsättning.
4. Valet av ett alternativ, det vill säga, att fatta ett beslut.

## **Operationsanalys**

Forskningen inom operationsanalys, specifikt beslutsfattande, har förbättrats med avancerade metoder där datavärlden har gjort det möjligt att behandla stora datamängder och beakta bredare problem. Operationsanalys använder kvantitativa metoder för att kunna strukturera ett underlag för beslutsfattande och problemlösning.

Koontz och Weihrich (2005) anser att operationsanalysforskning är tillämpningen av vetenskapliga metoder för att studera olika alternativ i en problematisk situation där perspektivet är att få en kvantitativ grund för att nå bästa möjliga lösning. I generella termer inkluderar definitionerna av operationsanalys tre grundläggande aspekter som är gemensamma för genomförandet av denna ansats vad det gäller administrativt beslutsfattande (Schoeder, 2013):

1. En helhetsvision av problemet som ska lösas.
2. Metodutveckling med känslighetsanalys för att övervinna osäkerhetsproblem.
3. Användning av specifika statistiska metoder såsom sannolikhet och matematiska modeller för att hjälpa beslutsfattaren att lösa problemet.

Operationsanalysforskning anses vara en teori om tillämpade beslut. Denna ansats går ut på att beakta helheten genom att integrera externa och interna variabler. Beslutsproblem angrips genom att betrakta studieobjektens externa och interna variabler som beroende av varandra. Vi tar som exempel en verksamhet som tillverkar olika typer av möbler där ledningen förväntar sig att vinstmaximera. Verksamhetens interna variabler att beakta kan vara arbetskraft och material och en extern variabel är marknadsefterfrågan på möbler. Dessa interagerar starkt och, med andra ord blir det ingen vinstmaximering om företaget lyckas väl med att utveckla och effektivisera arbetskraften men efterfrågan på möbler minskar.

Operationsanalyser använder som verktyg:

- Sannolikheten för beslut under risk och osäkerhet.
- Systematisering av statistiska uppgifter och dataanalys i syfte att få betydande lösningar.
- Användning av matematik i formuleringen av kvantitativa modeller.

Operationsanalysens olika verktyg grundar sig på matematiska modeller (Moskowitz, 1982) som endast är en symbolisk och förenklad representation av den organisatoriska verkligheten som är avsedd att undersökas. De mest använda modellerna är de matematiska, analytiska och simuleringsmodeller. Lösningen av en modell inom ramen för operationsanalys stöds matematiskt på en eller flera ansatser:

- **Spelteori** är ett verktyg som hjälper till att analysera interaktiva optimeringsproblem. Spelteori har många tillämpningar inom samhällsvetenskapen. De flesta av de situationer som studeras inom spelteori innebär intressekonflikter, strategier och fällor. Av särskilt intresse är situationer där ett bättre resultat kan uppnås när agenter samarbetar med varandra än när agenter försöker maximera deras egen nytta.
- **Simuleringsteori** är det bästa alternativet för att observera ett system. Det gör det möjligt att samla in relevant information om systemets beteende över tid. Simulering används för att uppskatta resultatmätningar av ett problem som var föremål för modellering. Det är ett statistiskt experiment och följaktligen bör resultaten tolkas med lämpliga statistiska test.
- **Grafteori** från grafteorin härleds metoder för planering och programmering av nätverk (CPM<sup>1</sup> och PERT<sup>2</sup>) som används inom byggande. Både CPM och PERT är pildigram som försöker identifiera den kritiska vägen genom att etablera ett direkt samband mellan faktorerna för tid och kostnad, vilket indikerar det så kallade ekonomiska optimum för ett projekt.
- **Sannolikhet** statistiska metoder gör det möjligt att få nödvändig information från tillgänglig data. Med andra ord, är det den metod med vilken samma information erhålls med en mindre mängd data. Den används ofta i de fall där data är svåra att få. En av de mest kända tillämpningarna av statistisk analys är kvalitetskontroll inom produktionshantering.

---





<sup>1</sup> CMP: Critical Path Method.

<sup>2</sup> PERT: Program Evaluation Review Technique.



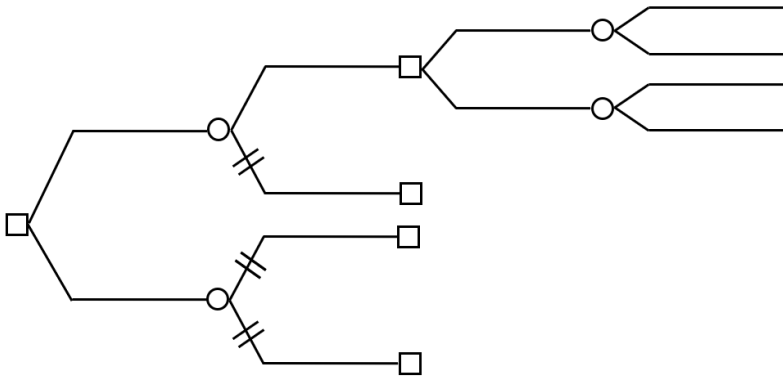
- **Beslutsträdsanalys** Ett beslutsträd är en schematisk modell av de tillgängliga alternativen och dess möjliga konsekvenser. Denna modell benämns som beslutsträd av den enkla anledningen att redovisning av modellens resultat liknar ett träd. I tabell 2.1 förklaras innebörden för varje symbol. Modellen består av flera kvadratiska noder som representerar beslutspunkter och från vilka grenar uppstår (som måste läsas från vänster till höger), som representerar de olika alternativen, grenarna som kommer från cirkel noder representerar händelser.
- **Tidsserieanalys** är namnet som ges till en rad olika tekniker som används för att analysera ett antal observationer av en och samma variabel som har registrerats i tur och ordning över en tidsperiod. Värdena i en tidsserie är kopplade till en specifik tidsperiod: år månader, veckor, dagar, timmar och till om med sekunder, även om dessa är ovanliga i ekonomiska sammanhang. Ögonblick, så att analysen av en serie innebär gemensam hantering av två variabler; variabeln under själva studien och tidsvariabeln. Förutom att analysera hur en tidsserie beter sig över tid, är tidsserieanalysens främsta uppgift att göra prognoser för de värden som kommer att uppnås i framtiden.

**Tabell 2.1** – Beskrivning av symboler i ett beslutsträd

Symbol	Namn	Beskrivning
	Beslutspunkt	Indikerar att det måste fattas ett beslut. Beslutsfattaren kan välja mellan åtminstone två handlingsalternativ.
	Händelsepunkt	Visar flera osäkra resultat. I en händelsepunkt inträffar en av flera möjliga händelser.
	Gren	Varje grenlinje indikerar ett möjligt resultat
	Förkastade alternativ	Visar ett alternativ eller ett resultat som inte bör beaktas

Figur 2.1 illustrerar ett beslutsträd. Processen börjar vid huvudbeslutet, dvs beslutspunkten. Därefter dras, i detta exempel, två linjer från beslutspunkten (□) till höger för varje möjlig lösning eller åtgärd. Denna linje slutar vid händelsepunkten (O) vilket förgrenas till möjliga lösningar.

Figur 2.1 - Beslutsträd



## 3. Simulering: Beslutsträd som beslutsunderlag

I denna fallstudie analyseras alternativa uppskattningar av en kommunal bygginvestering där lönsamheten beroende av efterfrågans beteende. Kommunen Bambuköping har byggt en stor Arena med kapacitet för 10 000 personer. Det betyder dock inte att det vid varje evenemang kommer att vara fullsatt. Det råder alltså en osäkerhet vilket gör det svårt att planera verksamhetens framtid. Beslutsfattaren behöver underlag för att uppskatta hur stor vinstmaximeringen kan bli eller i vilka situationer förlusten minimeras.

Eftersom efterfrågan på denna typ av verksamhet varierar över tid och beror på många faktorer är det mycket svårt att uppskatta säkra resultat. Beslutsfattaren behöver därför en studie som visar olika tänkbara resultat för att välja den mest lämpliga. Det är viktigt att notera att "det mest lämpliga" inte är synonymt med utfallet. Emellertid försvinner risken inte helt, men den minimeras. Av denna anledning är metoden för beslutsträd lämplig för denna typ av studier.

Arenan som kommunen Bambuköping har byggt ger några utmaningar när efterfrågan på tjänster inte kan styras. Arenan är avsedd för uthyrning till olika typer av evenemang som arrangeras av ett vinstmaximerande privat bolag. Biljettintäkterna måste alltså täcka alla kostnader såsom hyra och personalkostnader. Uthyrningskriterierna bygger på det totala antalet använda platser där hyresgränserna är 5 000, 7 500 och 10 000 platser. Det är således viktigt för en privat aktör att göra goda uppskattningar om huruvida den verkliga efterfrågan (antal besökare) kommer att stämma överens med antalet beställda platser. Till exempel, om arrangören räknar med 4 500 besökare måste de betala kommunen för den första hyresgränsen, dvs 5 000 platser.

Vid nästa evenemang kommer inträdesbiljetterna att kosta 400 kronor. Arrangör "Music AB" kommer att betala kommunen 250 kronor för varje såld biljett. Om det kommer flera personer till evenemanget än beräknat får arrangören betala 280 kronor.

En marknadsundersökning genomförs för att göra olika prognoser. För att förenkla analysen väljer arrangören att begränsa antalet möjliga värden på efterfrågan efter hyresgränserna, dvs 5 000, 7 500 och 10 000 platser. Då förefaller det också vettigt att låta handlingsalternativen utgöras av beställningskvantiteterna 5 000, 7 500 och 10 000 platser.

I detta fall står ett privat företag som hyr en kommunal egendom inför att ett fatta beslut under osäkerhet. Det gäller att minimera risken eller att maximera intäkterna. Därför är vår uppgift som utredare att undersöka hur olika utfall vilka värderas i ekonomiska termer kan föreligga som underlag för beslutsfattande. I detta fall är täckningsbidraget som kommer att användas som ekonomiskt mått. Här avser täckningsbidraget de erhållna intäkterna (inträdesbiljetterna) som arrangören för evenemangen minus de kostnaderna (det som arrangörer betalar till kommunen).

De uthyrda platserna som arrangören beställer hos kommunen benämns som beställning (B) och antalet sålda biljetter benämns som efterfrågan (E). Beräkningen måste beakta arrangören tre olika alternativa beställningar som kan sammanfalla med efterfrågan. Beställningen kan vara större eller mindre än efterfrågan och den kan också vara lika med efterfrågan. Utifrån dessa tre alternativa beställningar och värdena för inträdesbiljetterna (400 kronor) och för uthyrning per plats (250 kronor) definierar vi tre sätt att beräkna:

- 1) Beställning > Efterfrågan  $\rightarrow (E \times 400) - (B \times 250)$
- 2) Beställning = Efterfrågan  $\rightarrow E \times 150$
- 3) Beställning < Efterfrågan  $\rightarrow (E \times 400) - (B \times 250 + (E - B) \times 280)$

### Vid beställning 5 000 platser

$$B = E \rightarrow \text{Täckningsbidrag} = 5\,000 \times 150 = 750\,000$$

$$B < E \rightarrow \text{Täckningsbidrag} = (7\,500 \times 400) - (5\,000 \times 250 + (7\,500 - 5\,000) \times 280) = 1\,050\,000$$

$$B < E \rightarrow \text{Täckningsbidrag} = (10\,000 \times 400) - (5\,000 \times 250 + (10\,000 - 5\,000) \times 280) = 1\,350\,000$$

### Vid beställning 7 500 platser

$$B > E \rightarrow \text{Täckningsbidrag} = (5\,000 \times 400) - (7\,500 \times 250) = 125\,000$$

$$B = E \rightarrow \text{Täckningsbidrag} = 7\,500 \times 150 = 1\,125\,000$$

$$B < E \rightarrow \text{Täckningsbidrag} = (10\,000 \times 400) - (7\,500 \times 250 + (10\,000 - 7\,500) \times 280) = 1\,425\,000$$

### Vid beställning 10 000 platser

$$B > E \rightarrow \text{Täckningsbidrag} = (5\,000 \times 400) - (10\,000 \times 250) = -500\,000$$

$$B > E \rightarrow \text{Täckningsbidrag} = (7\,500 \times 400) - (10\,000 \times 250) = 500\,000$$

$$B = E \rightarrow \text{Täckningsbidrag} = 10\,000 \times 150 = 1\,500\,000$$

Beslutsmatrisen (Tabell 3.1) där konsekvenserna uttrycks som täckningsbidrag för olika kombinationer av beställda och efterfrågade platser.

**Tabell 3.1** – Beslutsmatris

Beställd kvantitet	5 000	7 500	10 000
5 000	750 000	1 050 000	1 350 000
7 500	125 000	1 125 000	1 425 000
10 000	-500 000	500 000	1 500 000

Observera att utfall som ligger under diagonalen i ovanstående tabell inträffar när arrangören har förbeställt för många platser. Å andra sidan utfall ovanför diagonalen innebär att fler besökare än beräknas kommit till evenemangen. I det första fallet beställning var mindre än efterfrågan medan i det andra fallet var beställningen större än efterfrågan. Det kan också inträffa en situation där beställning är lika med efterfrågan.

### **Beslutskriterier**

Hur många besökare evenemangen kan locka sig till är alltid svår att bedöma. Som framgår i tabellen ovan ger alla kombinationer ett positivt täckningsbidrag där undantaget är när det beställs 10 000 platser och kommer 5 000 besökare. Det är värt att tillägga att varje redovisad beräkning är en prognos som baseras på hur mycket beställs och hur stor efterfråga blir. Trots att de flesta händelser är positiva kvarstår problemet vilka av dem ger best utfall.

Beslutsmatrisen visar oss de olika utfall som kan erhållas beroende på hur många platser vi beställer och hur efterfrågan blir. Antal beställda platser bestämmer vi själva medan när det gäller efterfrågan (eller antal besökare) saknar vi kontroll över dess utveckling och därmed kan vi inte påverka och styra efterfrågan. Detta leder till att osäkerheten om att vi inte beställer i förväg de antal platserna som matchar efterfrågan är alldeles för stor. Det är därför användningsfullt att ha ett kriterium för att kunna rangordna handlingsalternativen och välja det som uppfyller det bästa utfallet. Som tidigare definieras, kan olika beräkningar genomföras, en som vi väljer det bästa alternativ bland de sämsta (pessimistisk), en som väljer det bästa bland de bästa (optimistisk) och en som minimera den maximala alternativförlusten.

Beräkningen efter detta kriterium innebär att evenemangschefen bör välja att beställa 5 000 platser eftersom det alternativet maximerar det minimala täckningsbidraget (maximin). Genom att välja handlingsalternativet 5000, är evenemangschefen garanterade att det lägsta täckningsbidraget inte understiger 750 000 kr. Det är det högsta garanterade minimibidraget evenemangschefen kan uppnå.

Här tar beslutsfattare minsta risk, men kan gå miste intäkter om efterfrågan blir högre än 5 000 besökare.

**Tabell 3.2 – Maximin-kriteriet** (Bästa bland de sämsta)

Beställd kvantitet	5 000	7 500	10 000	Minimum täckningsbidrag
5 000	750 000	1 050 000	1 350 000	750 000*
7 500	125 000	1 125 000	1 425 000	125 000
10 000	-500 000	500 000	1 500 000	-500 000

Detta beslutskriterium (tabell 3.2) betraktas som rationell pessimistisk eftersom den utgår på att man tittar på det sämsta som kan inträffa för varje handlingsalternativ och väljer sedan det handlingsalternativ som ger det bästa av de sämsta (rationellt).

**Tabell 3.3 – Maximax-kriteriet** (Bästa av de bästa)

Beställ kvantitet	5 000	7 500	10 000	Maximum täckningsbidrag
5 000	750 000	1 050 000	1 350 000	1 350 000
7 500	125 000	1 125 000	1 425 000	1 425 000
10 000	-500 000	500 000	1 500 000	1 500 000*

Om evenemangschefen vill satsa stor och ta risker väljer motsatsen till maximinkriteriet, det vill säga väljer maximax-kriteriet vilket baseras på de bästa utfall (tabell 3.3). Beräkningen efter detta kriterium innebär att evenemangschefen bör välja att beställa 10 000 platser eftersom det alternativet ger det bästa utfallet för respektive al-



ternativ. Om evenemangschefen beställer 10 000 platser kan chefen vid gynnsamt utfall komma upp i ett högsta täckningsbidrag på 1 500 000 kr. Detta beslutskriterium betraktas som rationell optimisten eftersom den utgår på att man tittar på det bästa som kan inträffa för varje handlingsalternativ och väljer sedan det handlingsalternativ som ger det bästa av de bästa utfallet.

Detta beslutskriterium passar väldigt bra för en riskvillig och optimistisk beslutsfattare som är villig att ta en chans. I detta fall chansar evenemangschefen om en efterfråga på 10 000 besökare vilken innebär om till exempel den blir 7 500 personer blir ingen förlust eftersom täckningsbidraget blir 500 000 kronor. Vid ett sådant utfall minskar täckningsbidraget avsevärt. Däremot blir efterfrågan 5 000 besökare då uppstår en stor förlust på 500 000 kronor. Som synes är risken stor vid 10 000, att evenemangschefen väljer detta alternativ kan förklaras med att chefen har bra kännedom om efterfrågan som säkert bygger på liknande tidigare evenemangen.

**Tabell 3.4** – Minimax-regret-kriteriet

Beställ kvantitet	5 000	7 500	10 000
5 000	<b>750 000</b>	1 050 000	1 350 000
7 500	125 000	<b>1 125 000</b>	1 425 000
10 000	-500 000	500 000	<b>1 500 000</b>

Vi återkommer till den beräknade beslutsmatrisen. Bästa utfall för respektive händelse (efterfrågan) har färgats svart i tabellen 3.4. Skuggade händelser visar var vi inte grämer oss. För händelsen efterfrågan på 5000, 7500 och 10 000 enheter får vi följande alternativ-förluster.

I tabell 3.5 beräkningen går ut på att om efterfrågan (eller blir det 5 000 besökare) blir tackningsbidraget 750 000 kronor. Om detta stämmer med antal beställda platser (5 000 platser) så blir förlusten lika med noll. Om antalet beställda platser blir 7 500 platser och en efterfråga 5 000 platser så blir förlusten 625 000 kronor. Vid 10 000 beställda platser och en efterfråga på 5 000 platser ökar förlusten till 1 250 000 kronor. På motsvarande sätt räknar vi för de andra efterfrågenivåerna (tabell 3.6 och 3.7).

**Tabell 3.5** – Bästa utfall för efterfrågan = 5 000

Beställd kvantitet	Alternativförlust ("regret")
5 000	$750\,000 - 750\,000 = 0$
7 500	$750\,000 - 125\,000 = 625\,000$
10 000	$750\,000 - (-500\,000) = 1\,250\,000$

**Tabell 3.6** – Bästa utfall för efterfrågan = 7 500

Beställd kvantitet	Alternativförlust ("regret")
5 000	$1\,250\,000 - 1\,050\,000 = 75\,000$
7 500	$1\,250\,000 - 1\,250\,000 = 0$
10 000	$1\,250\,000 - 500\,000 = 750\,000$

**Tabell 3.7** – Bästa utfall för efterfrågan = 10 000

Beställd kvantitet	Alternativförlust ("regret")
5 000	$1\,500\,000 - 1\,350\,000 = 150\,000$
7 500	$1\,500\,000 - 1\,425\,000 = 75\,000$
10 000	$1\,500\,000 - 1\,500\,000 = 0$

Alternativförlustmatrisen (eller "regretmatrisen") bildas utifrån de tre ovanstående matriser genom att plocka deras resultat och placera de i kolumnerna för 5 000, 7 500 och 10 000.

**Tabell 3.8** – Alternativförlustmatrisen  
(eller "regretmatrisen")

Beställd kvantitet	5 000	7 500	10 000	
5 000	0	75 000	150 000	150 000*
7 500	625 000	0	75 000	Max al. förlust
10 000	1 250 000	750 000	0	1 250 000

Högsta alternativförlust för respektive handlingsalternativ är 150 000, 625 000 och 1 250 000. Som kan observeras i ovanstående tabellen är 150 000 det lägsta högsta alternativförlust, alltså minimax-regret. 150 000, minsta värde, svarar mot en beställningskvantitet på 5000 platser.

Det är således klart att evenemangschefen bör välja handlingsalternativet 5000, eftersom det medför att chefen aldrig kan förlora mer än 150 000 kr jämfört med bästa handlingsalternativet (vilket inträffar då efterfrågan blir 10 000 enheter, då vi förlorar  $1\,500\,000 - 1\,350\,000 = 150\,000$ ).

Detta kriterium kan betraktas som en mindre pessimistisk variant av maximin-kriteriet eftersom i själva verket vi väljer det alternativ som minimerar den maximala alternativförlusten/grämelsen.

Om man vill gardera mot eventuella förluster är utan tvekan Minimax-regret-kriteriet en utmärkt indikator framför allt när vi saknar information om marknadsförhållandena som detta företag verkar i, dessutom i detta fall inte finns någon information om företagets ekonomiska situation. Vi får exempelvis inte information om deras omsättning och hur det har gått för de förut, därför är maximax-regret det säkraste kriteriet då man väljer det lägsta högsta alternativförlust. Eftersom samtliga utfall är positiva och vi vet inte någon information om företagets ekonomiska ställning så förefaller minimax-regret-kriteriet lämpligt. Väljer evenemangschefen handlingsalternativ 5000, kan chefen gardera sig mot stora alternativför-

luster. Detta kriterium är alltså mest säkert för att inte riskera att förlora mycket pengar. Det är alltså viktigare att undvika höga alternativförluster än att förhindra låga täckningsbidrag!

### Förväntat monetärt värde, EMV

Om vi beaktar sannolikheten för att bestämma beslutsunderlaget kan vi beräkna sannolikheten genom att beräkna den relativa frekvensen. Genom experiment som replikeras under samma betingelser kan sannolikheten för en händelse tolkas som den relativa frekvensen. I denna utredning kan sannolikheten för efterfrågan uppskattas genom att använda gamla fakta om antal använda platser i de senaste evenemang. I tabell 3.9 redovisas den relativa frekvensen i varje intervall. Här antar vi, med hjälp av statistik för tidigare händelser, att vid 20 händelser blir antalet använda platser i intervallet 0 – 5000 lika med två gånger. För intervallen 5000 – 7500 och 7500 – 10000 blir 10 respektive 8 gånger. Detta resultat redovisas i tabellen nedan:

**Tabell 3.9** – Beräkning av sannolikhet för antal hyrda platser

Antal platser	Relativ sannolikhet	Sannolikhet
$0 \leq x < 5\,000$	2	$2/20 = 0,1$
$5\,000 \leq x < 7\,500$	10	$10/20 = 0,5$
$7\,500 \leq x < 10\,000$	8	$8/20 = 0,4$
Summa	20	1,0

Beräkning av sannolikheten kan också baseras genom en subjektiv uppskattning. Det är viktigt att poängtera att detta inte gäller generellt utan vid specifika fall. Detta görs när vi inte kan göra ett experiment och vi har goda kunskaper och lång erfarenhet om branschen i fråga. Det handlar om att beskriva olika graden av trolighet. I detta

fall kan fråga ställas som hur mycket mer eller mindre sannolik är att en efterfrågan i intervall 0 – 5000 platser är jämfört med intervall 5000 – 10000 platser?

Låt oss anta att utredarna uppskattar (baserade på information och fakta) att efterfrågan i intervallet 5 000 – 7 500 är ca 5 gånger så trolig som efterfrågan i intervall 0 – 5000 och att efterfrågan i intervall 7 500 – 10 000 är ungefär 4 gånger mer sannolik än i intervall 0 – 5000. Om vi betecknar sannolikheten för 0 – 5 000 platser med  $p$ , får vi sannolikheterna  $5p$  och  $4p$  för intervall 5 000 – 7 500 respektive intervall 7 500 – 10 000 (tabell 3.10)

**Tabell 3.10** – Beräkning av sannolikhet för antal hyrda platser

Antal platser	Relativ sannolikhet	Sannolikhet
$0 \leq x < 5\,000$	$p$	0,1
$5\,000 \leq x < 7\,500$	$5p$	0,5
$7\,500 \leq x < 10\,000$	$4p$	0,4
Summa	$10p$	1,0

Med hänsyn till sannolikheterna kan vi beräkna ytterligare mått som kan ligga till grund för beslutsfattande. Den ena är den högsta förväntat värde (EMV) och den andra är lägsta förväntad alternativförlust (EOL).

Beräkning av den högsta förväntat värde för handlingsalternativen ges med de erhållna sannolikheterna från ovanstående tabell. Vi antar alltså att sannolikheten för:

Efterfrågan  $E = 5\,000$  är lika med 0,1

Efterfrågan  $E = 7\,500$  är lika med 0,5

Efterfrågan  $E = 10\,000$  är lika med 0,4

**Tabell 3.11** – Högsta förväntat värde (EMV)

Best. kvantitet	EMV
5 000	$0,1 \times 750\,000 + 0,5 \times 1\,050\,000 + 0,4 \times 1\,350\,000 = 1\,140\,000$
7 500	$0,1 \times 125\,000 + 0,5 \times 1\,125\,000 + 0,4 \times 1\,425\,000 = \mathbf{1\,145\,000*max}$
10 000	$0,1 \times -500\,000 + 0,5 \times 500\,000 + 0,34 \times 1\,500\,000 = 800\,000$

I tabell 3.11 kan observeras att 1 145 000 är det högsta förväntade täckningsbidraget. evenemangschefen bör välja handlingsalternativ 7 500 platser, eftersom detta alternativ maximerar EMV.

**Tabell 3.12** – Lägsta förväntad alternativförlust (EOL)

Best. kvantitet	EOL
5 000	$0,1 \times 0 + 0,5 \times 75\,000 + 0,4 \times 150\,000 = 97\,500$
7 500	$0,1 \times 625\,000 + 0,5 \times 0 + 0,4 \times 75\,000 = \mathbf{92\,500*min}$
10 000	$0,1 \times 1\,250\,000 + 0,5 \times 625\,000 + 0,4 \times 0 = 437\,500$

I tabell 3.12 är 92 500 den lägsta alternativförlusten. Evenemangschefen bör välja handlingsalternativ 7 500 platser eftersom detta alternativ minimerar förlusten.

Att välja den subjektiva sannolikheten kan vara föremål för diskussioner eftersom en viss grad av god tydlighet kan finnas. I det tidigare exemplet bestämdes sannolikheterna som 0,1, 0,5 och 0,4 procent, men de kunde också vara 0,2, 0,4, och 0,4. Det antas att när man använder subjektiv sannolikhet finns hos utredaren en god kännetecken av branschen i fråga, till exempel, en restaurangägare har goda

kunskaper om hur antal gästerna varierar under olika säsonger vilket gör det möjligt att göra uppskattningar som bygger, i detta fall, på restaurangägares erfarenhet.

Ett alternativ sätt att uppskatta sannolikheten är genom att kartlägga information om efterfrågans beteende under en viss period. Ju längre observationstid desto säkrare sannolikhet detta gäller framför allt för produkter vars konsumtion är säsongsbetingad. Hittills har vi använt i vårt exempel subjektiv sannolikhet och vi fick att högsta monetärt värde är 1 145 000 kronor vilket innebär att vi måste välja en beställning på 7 500 platser för att maximera vår verksamhet. Om vi bestämmer oss för att precisera mer vår rekommendation väljer vi att bygga våra beräknade sannolikheter på fakta, det vill säga, genom observation av verksamheten under en period och för detta ändamål anlitar vi en konsultfirma.

Kommunen låter en konsultfirma uppskatta det förväntade monetära värdet (EMV) baserat på uppskattningar av sannolikheter för utfallet av alla händelser. För att bygga ett underlag för skattning av sannolikheter observerar Konsultfirman under två år hur tre efterfrågenivåer, (5 000, 7 500 och 10 000) givet olika prognosutfall, sammanfaller vid 60 evenemang. För att underlätta tolkning av resultatet använder konsulten uthyrningskriterier som prognosnivåer, dvs 5000, 7500 och 10000. Vid varje evenemang noteras den verkliga efterfrågan.

**Tabell 3.13** – Observerade frekvenser av prognos och efterfrågan i uthyrning av Bambuköpings Arena

Konsultfirmans prognos	Verklig efterfrågan			Summa
	5 000	7 500	10 000	
5 000	12	8	0	20
7 500	5	12	8	25
10 000	4	6	5	15
<b>Summa</b>	21	26	13	60

I Tabell 3.13 redovisas till exempel att vid 12 evenemang blev prognosen och den verkliga efterfrågan 5000 personer.

Konsultfirma beräknar sannolikheten för prognosutfallen 5 000, 7 500 och 10 000 vilka skattas som:

$$P(\text{Prognos} = 5\ 000) = 20/60 = 0,33^*$$

$$P(\text{Prognos} = 7\ 500) = 25/60 = 0,42$$

$$P(\text{Prognos} = 10\ 000) = 15/60 = 0,25$$

\* i 20 fall av 60 blir prognosen 5 000 platser.

För att illustrera sannolikheterna i ett beslutsträd behöver vi också de betingade sannolikheterna. Här menas till exempel vilken är sannolikheten att det efterfrågas 5 000 platser givet att konsultfirmans prognos säger 5 000 platser? I tabell 3.13 redovisas att av de 60 prognoser som ansåg att efterfrågan skulle bli 5 000 var det 12 fall där det faktiskt blev en efterfrågan på 5 000, det var 8 där efterfrågan blev 7 500 och det var ingen som ansåg att efterfrågan skulle bli 10 000.

De betingade sannolikheterna, dvs efterfrågan givet prognosen kan skattas utifrån den information som återfinns i tabell 3.14.

För prognos = 5 000 platser får vi:

$$P(\text{Efterfrågan} = 5\ 000 \mid \text{Prognos} = 5\ 000) = 12/20 = 0,6^*$$

$$P(\text{Efterfrågan} = 7\ 500 \mid \text{Prognos} = 7\ 500) = 8/20 = 0,4$$

$$P(\text{Efterfrågan} = 10\ 000 \mid \text{Prognos} = 10\ 000) = 0/20 = 0$$

\* i 12 fall av 20 blir efterfrågan 5 000 platser givet att prognosen är 5 000 platser. De övriga betingade sannolikheter beräknas på samma sätt.



För prognos = 7 500 platser får vi:

$$P(\text{Efterfrågan} = 5\,000 \mid \text{Prognos} = 5\,000) = 5/25 = 0,2$$

$$P(\text{Efterfrågan} = 7\,500 \mid \text{Prognos} = 7\,500) = 12/25 = 0,48$$

$$P(\text{Efterfrågan} = 10\,000 \mid \text{Prognos} = 10\,000) = 8/25 = 0,32$$

För prognos = 10 000 platser får vi:

$$P(\text{Efterfrågan} = 5\,000 \mid \text{Prognos} = 10\,000) = 4/15 = 0,27$$

$$P(\text{Efterfrågan} = 7\,500 \mid \text{Prognos} = 10\,000) = 6/15 = 0,4$$

$$P(\text{Efterfrågan} = 10\,000 \mid \text{Prognos} = 10\,000) = 5/15 = 0,33$$

De beräkna betingade sannolikheterna för antal platser 5 000, 7 500 och 10 000 redovisas i tabell 3.14 . Därefter kan vi beräkna det förväntat monetärt värde för olika prognosnivåerna i tabell 3.15.

**Tabell 3.14** – Skattade betingade sannolikheter.

Konsultfirmans prognos	Verklig efterfrågan			Summa
	5 000	7 500	10 000	
5 000	0,60	0,40	0,00	1,00
7 500	0,20	0,48	0,32	1,00
10 000	0,27	0,40	0,33	1,00

I tabell 3.15 multipliceras de skattade sannolikheter för prognoser 5 000, 7 500 och 10000 med de erhållna värdena i tabell 2.2, dvs, beslutsmatrisen.

**Tabell 3.15** – Förväntat monetärt värde

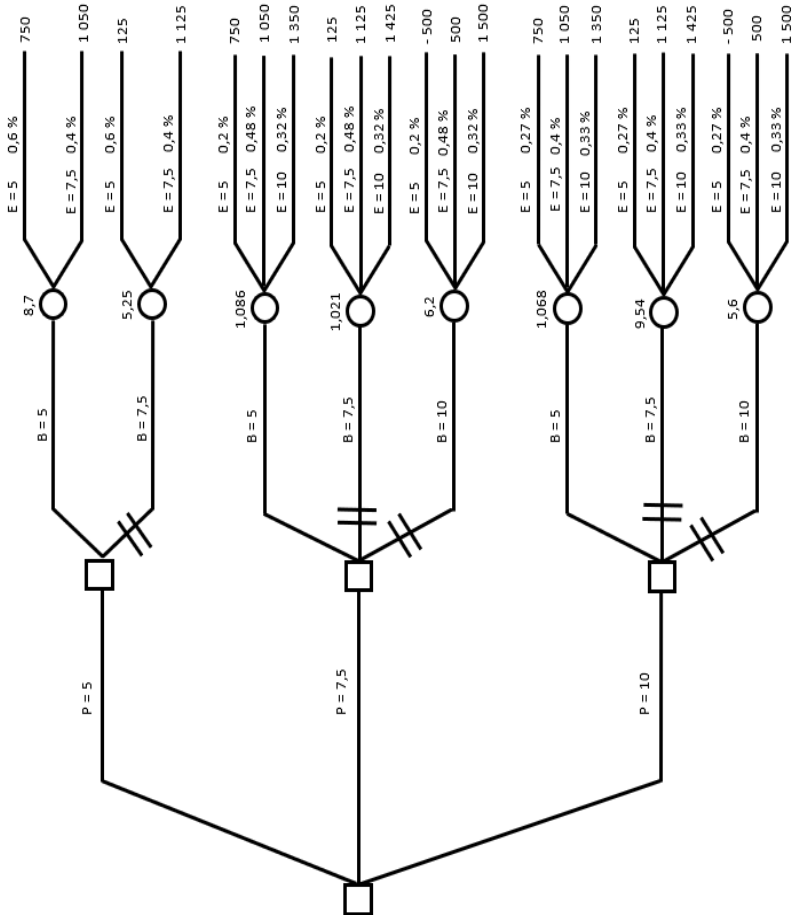
Prognos 5 000	$0,6 \times 750\,000 + 0,4 \times 1\,050\,000 + 0,0 \times 1\,350\,000$ = <b>870 000</b>
	$0,6 \times 125\,000 + 0,4 \times 1\,125\,000 + 0,0 \times 1\,425\,000$ = <b>525 000</b>
	$0,6 \times -500\,000 + 0,4 \times 500\,000 + 0,0 \times 1\,500\,000$ = - <b>100 000</b>
Prognos 7 500	$0,2 \times 750\,000 + 0,48 \times 1\,050\,000 + 3,2 \times 1\,350\,000$ = <b>1 086 000</b>
	$0,2 \times 125\,000 + 0,48 \times 1\,125\,000 + 3,2 \times 1\,425\,000$ = <b>1 021 000</b>
	$0,2 \times -500\,000 + 0,48 \times 500\,000 + 3,2 \times 1\,500\,000$ = <b>620 000</b>
Prognos 10 000	$0,27 \times 750\,000 + 0,4 \times 1\,050\,000 + 3,3 \times 1\,350\,000$ = <b>1 068 000</b>
	$0,27 \times 125\,000 + 0,4 \times 1\,125\,000 + 3,3 \times 1\,425\,000$ = <b>954 000</b>
	$0,27 \times -500\,000 + 0,4 \times 500\,000 + 3,3 \times 1\,500\,000$ = <b>560 000</b>

Sannolikheterna och förväntat monetärt värde kan nu skrivas in i beslutsträd vilket presenteras i figur 3.1. Om vi börjar med prognosen P = 5 000 längst upp i beslutsträdet kan vi observera att efterfrågan aldrig kan bli 10 000 platser eftersom resultatet är negativt (se tabell 3.15). Detta innebär att om prognosen är 5 000 ska beställas 5 000 platser.

De andra två prognoserna: P = 7 500 och P = 10 000 visar att de högsta monetära värdena infaller när beställning är 5 000.

Resultatet är i denna simulering är lite speciell eftersom vid samtliga prognosnivåerna kommer konsultfirma att rekommendera beställa 5 000 platser.

Figur 3.1: Beslutsträd och sekventiellas beslut



## 4. Prognosmodeller

I det alltmer komplexa, globala och digitaliserade samhälle vi lever i, möter beslutfattare på olika nivåer en hög grad av osäkerhet kring den framtida utvecklingen av viktiga faktorer som påverkar deras verksamhet. På regeringsnivå vet man inte hur bruttonationalprodukten (BNP), arbetslösheten, den aggregerade efterfrågan, inflationen samt växelkursen kommer att utvecklas de närmaste kvartalen. Dessa variabler är av stor betydelse för att bilda sig en uppfattning om vart konjunkturen är på väg. Utan denna information kan inte regeringen bedriva en effektiv finanspolitik. På regionalnivå vet man inte hur många individer från olika patientgrupper man kommer att behöva behandla på ett regionalt sjukhus. Denna information behövs för att planera nya avdelningar, anställa mer vårdpersonal samt köpa nya mediciner och utrustning för att behandla sjukhusets patienter. Ledningen för en flygplats kan ha information om antal landningar och avgångar under den närmaste tiden, men inte om hur många passagerare som kommer att använda flygplatsens olika faciliteter. Nya byggnader, ny utbildad personal och ny utrustning tar tid att beställa och installera. På företagsnivå, till exempel, finns det osäkerhet kring hur efterfrågan för en produkt kommer att se i framtiden. Utan denna information är det svårt att planera inköp, produktion, investeringar och anställningar. Prognoser är särskilt viktiga för företagsekonomiska beslut eftersom nästan alla företagsekonomiska beslut grundar sig på bedömningar, d.v.s. prognoser, om framtiden. En del forskare hävdar till och med att företagsekonomiska beslut inte kan tas utan prognoser (Sanders, 2015).

Eftersom en viss utveckling av en variabel i framtiden (antal arbetslösa, antal patienter, antal passagerare o.s.v.) kräver att åtgärder sätts in idag för att de ska kunna ge en effekt längre fram i tiden behöver beslutfattare bilda sig en uppfattning idag om hur framtiden kommer att se ut, d.v.s. de behöver göra prognoser. Vissa pro-

gnoser kan behövas flera år i förväg; man kan behöva ett par år för att bygga en ny fabrik för att öka produktionen och möta en stigande efterfråga. I ett annat fall kan man behöva göra prognoser för en händelse som kommer att inträffa dagen efter; på elmarknaden är prognoser för följande dagens efterfråga på el av stor betydelse, inte bara för en effektiv hantering av kraftsystemet utan också för att skapa en konkurrenskraftig elmarknad. Efterfrågan på el är en viktig faktor för elmarknadens funktionssätt och därför är marknadsagenter, producenter, systemoperatörer, tillsynsmyndigheter och konsumenter mycket intresserade av att studera hur efterfrågan på el varierar från period till period, inklusive från en dag till en annan (Shah & Lisi, 2015).

Man kan säga att en prognos är ett verktyg som beslutfattare kan använda för att göra förutsägelser om framtida händelser. Beslutfattare gör prognoser för att hantera osäkerhet kring händelser som kommer att inträffa i framtiden. Det finns prognoser som kräver en stor mängd information och avancerade matematiska beräkningar. Dessa modeller kallas *Explanatory*. I en sådan prognos är värdet av en variabel en funktion av värdet av ett antal andra variabler. En sådan modell kan se ut så här:

$$\text{Efterfråga på vara } X = f(\text{Pris på vara } X, \text{ Inkomst, Pris på vara } Y, \text{ Smak})$$

I denna modell är efterfrågan för en vara en funktion av priset på den varan, inkomsten, priset på andra varor som kan vara komplement eller substitut samt smak och preferenser. Värdet på variablerna på högersidan kan vara från samma period eller från en eller flera tidigare perioder. Variabeln på vänstersidan kallas beroende variabel. Variablerna på högersidan kallas förklarande, eller oberoende, variabler.

Det finns andra enklare modeller som utgår från idén att man kan göra en prognos för värdet av en variabel för en specifik period i framtiden med enbart informationen om de observerade värdena av

samma variabel men från tidigare perioder. I en sådan modell antar man att en variabels tidigare observationer innehåller all information vi behöver för att kunna göra prognoser, den förklarande variabeln och den beroende variabeln är samma variabel. Modellen kan se ut så här:

$$\text{Efterfråga på vara } X_{t+1} = f(\text{Efterfråga på vara } X_t, \text{Efterfråga på vara } X_{t-1}, \dots)$$

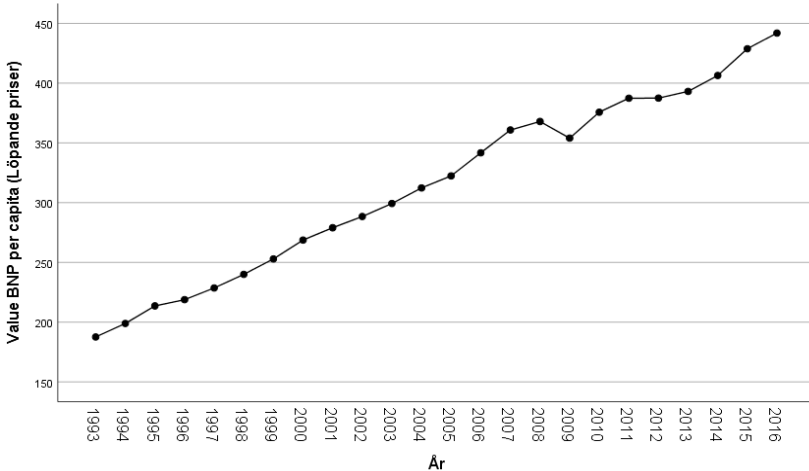
För en beslutfattare borde en sådan modell vara lockande, givet att mängden information vi behöver för att göra prognoser är mindre än vad vi behöver i en modell med många variabler. Med andra ord, det vi behöver i det här fallet är en tidsserie. En tidsserie är ett antal observationer för en och samma variabel för olika tidpunkter eller perioder i kronologisk ordning. Till exempel, en tidsserie med  $n$  observationer kan se ut så här:

$$y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$$

Perioderna kan vara timmar, dagar, månader, kvartal eller år. Ett krav man har för att man ska kunna analysera en tidsserie, är att tidpunkterna vid vilka man har samlat in information är konstant. Till exempel, om vi vill skapa en tidsserie av värdet på en aktie måste vi registrera värdet på aktien vid samma tidpunkt varje dag, till exempel vid börsens stängningsdags. Om de olika observationerna representerar en hel tidsperiod, måste tidsperioden vara den samma över hela tidsserien. Till exempel, om vi ska skapa en tidsserie över antal arbetslösa per kvartal måste alla observationer vi registrerar vara per kvartal. Ett annat krav är att alla perioder i ett specifikt tidsintervall ska vara representerade. Om vi analyserar försäljningen av en produkt mellan första kvartalet 2010 och sista kvartalet 2018 måste vi ha information om alla kvartal i perioden vi avser att analysera, det får inte finnas hopp i datamaterialet.

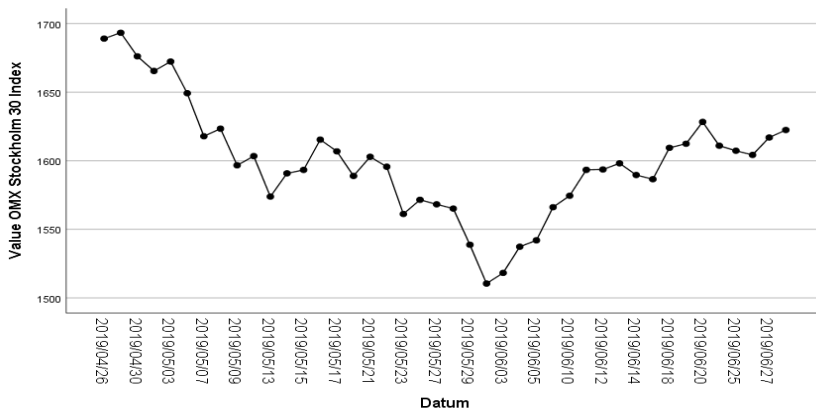
Tidsserier kan ha olika utseende. En tidsserie kan ha en tydlig, linjär eller icke-linjär, trend utan större variationer kring trenden. En annan tidsserie kan sakna trend men kan uppvisa en stor oregelbunden variation över tid. Mellan dessa två extrema alternativ finns det ett stort antal varianter vi kan möta i verkligheten. Figurerna 4.1 till 4.5 här nedan visar några få exempel på vilka olika utseenden en tidsserie kan ha. Medan figur 4.1, BNP per capita i löpande priser, visar en tydlig linjär trend utan större fluktuationer över tid visar figur 4.2, OMX Stockholm, varken en tydlig trend eller något återkommande mönster över tid. Figur 4.3, tusentals resenärer som anländer till Australien, visar en uppgående trend med återkommande och regelbundna ner- och uppgångar kring trenden. Figur 4.4, användningen av fjärrvärme i Sverige, visar tydliga repetitiva fluktuationer utan någon trend över tid. Till sist, figur 4.5, nederbörden i Malmö, visar varken något återkommande mönster eller någon långsiktig upp- eller nedgång.

**Figur 4.1 – BNP per capita i Sverige**



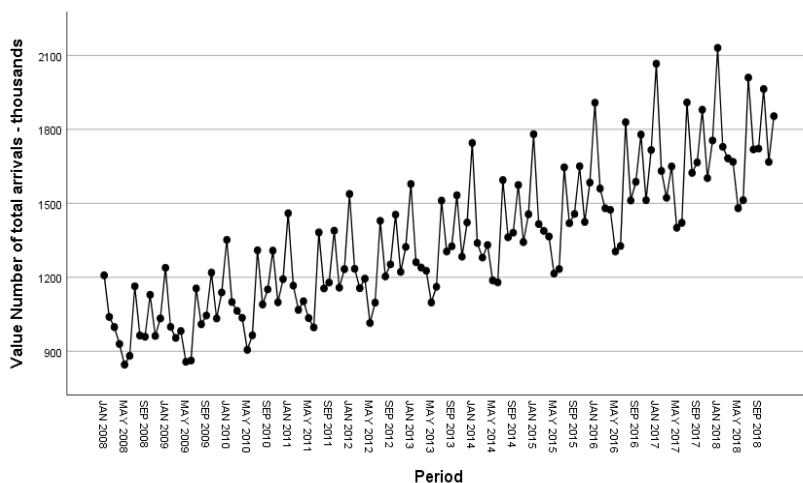
Källa: SCB

**Figur 4.2 – OMX Stockholm**



Källa: Yahoo Finance

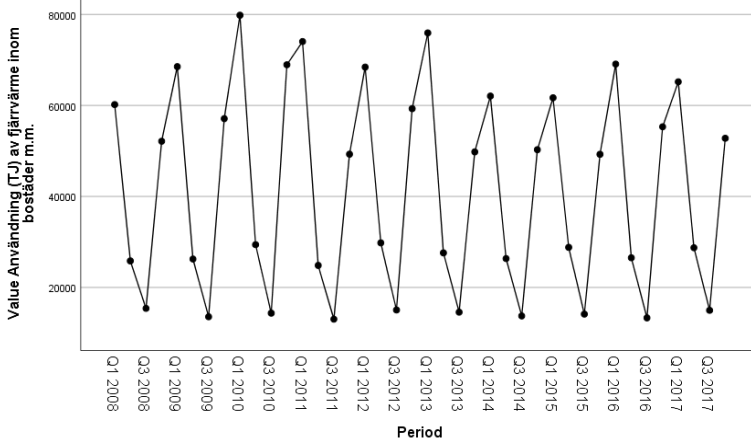
**Figur 4.3 – Antal resenärer som anländer till Australien**



Källa: Australian Bureau of Statistics

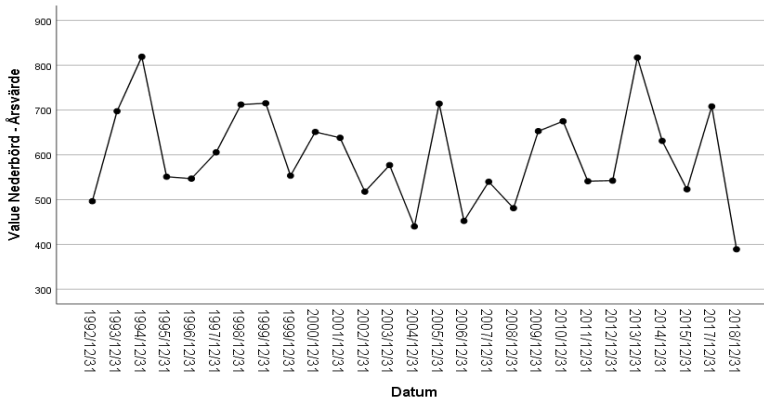


**Figur 4.4 – Användning av fjärrvärme i Sverige**



Källa: SCB

**Figur 4.5 – Nederbörd i Malmö**



Källa: <http://miljobarometern.malmo.se/klimat/klimat-och-vaderstatistik/nederbord/>

En ansats man kan använda för att analysera tidsserier, är att tänka sig en tidsserie som en funktion av flera olika komponenter: trendkomponenten, cykliska komponenten, säsongskomponenten och den slumpmässiga komponenten:

$$(1) \quad y_t = f(T_t, C_t, S_t, I_t) \quad t = 1, 2, 3, \dots, n$$

där:

$y$  är de observerade värdena av en tidsserie.

$t$  är den aktuella perioden.

$T$  är den långsiktiga och regelbundna utvecklingen hos tidsserien. Trenden fångar in effekten av långsiktiga ekonomiska, demografiska och teknologiska tendenser i samhället. Trenden som finns i data-materialet antas vara bestående och antas fortsätta lång tid framåt i tiden.

$C$  är den cykliska komponenten, dvs. oregelbundna svängningar med periodtid på över ett år, ofta mellan tre och nio. I ekonomiska sammanhang kallas denna komponent för konjunktur. Konjunkturer representerar effekten av ekonomiska, demografiska och teknologiska förändringar i samhället. Inom nationalekonomi är det välkänt att ekonomin följer konjunktursvängningar som påverkar BNP samt sysselsättningen och därmed vår konsumtion.

$S$  är säsongskomponenten. Den beskriver ett regelbundet återkommande mönster med periodtid på mindre än ett år. Säsongskomponenten fångar in effekten av att vi handlar vissa produkter mer under en årstid än en annan. Den fångar också effekten av att helger, som till exempel påsk, midsommar, jul med flera, inträffar under vissa perioder och inte andra. Säsongskomponenten fångar även in effekten av att de flesta människor i Sverige tar semester under perioden juni–augusti, vilket gör att vårt konsumtionsmönster, till exempel när det gäller resor, skiljer sig under dessa månader jämfört med resten av året.

$I$  är den slumpmässiga komponenten. Det är en oregelbunden variation hos tidsserien. Denna komponent är oförutsägbar och fångar in effekten av oregelbundna händelser som, till exempel, ovanligt mycket regn, ovanligt höga temperaturer, jordbävningar, översvämningar, bränder, krig, med mera.

$n$  är antal observationer av  $y$  i datamaterialet.

Utseende på funktionen  $f$  kan variera beroende på hur datamaterialet ser ut. Den komponenten som kanske drar mest intresse är trenden, eftersom den innehåller de långsiktiga tendenser som finns i datamaterialet utan de tillfälliga och oregelbundna variationer som kan störa analysen.

Innan vi går vidare och presenterar den första och enklaste metoden för att göra prognoser, kan det vara på sin plats att nämna några viktiga principer som är nödvändiga att ha i åtanke och som gäller oavsett vilken typ av prognos vi använder.

Prognoser är långt ifrån felfria. Det spelar ingen roll hur sofistikerad en prognos är, graden av osäkerhet i vår omvärld är för stor. Vi kommer aldrig att kunna kontrollera alla variabler och händelser som påverkar den tidsserie vi analyserar. Därför är risken att göra fel alltid stor. Så, frågan är inte hur vi kan göra prognoser utan att göra fel, utan hur kan vi göra prognoser, given den mängden information vi har, med minst möjliga fel till så låg kostnad som möjligt. Att planera en verksamhet utan prognoser, kan leda oss till att göra ännu större fel. Glöm inte att prognoser bara är ett av flera olika verktyg som beslutfattare använder i sin planering. Beslutfattares egna erfarenheter kan vara minst lika viktiga.

Prognoser fungerar bättre för grupper av varor än för enskilda varor. Prognoser är bättre på att göra prediktioner för, till exempel, konsumtionen av all typ av kött än för konsumtionen av kyckling. Anledningen till detta är enkel. Det finns slumpmässiga komponenter som påverkar efterfrågan på kyckling som är svåra att förutse, till exempel information om salmonellautbrott på en gård. Dessa slumpmässiga faktorer påverkar vissa köttsorter positivt och andra

negativt men de tar ut varandra när vi behandlar kött som en aggregerad grupp.

Prognoser fungerar bättre på kort sikt än på lång sikt. Anledningen till detta är ganska uppenbar. Graden av osäkerhet är lägre ju kortare tidshorisonten är. I de flesta fall, självklart beroende på vilken typ av data vi jobbar med, är fluktuationerna mindre på kort sikt, därför är det mer sannolikt att vi kommer att göra en korrekt prognos. När tidshorisonten ökar kommer fler och fler oförutsedda händelser att påverka tidsserien och risken att göra fel ökar.

På grund av den stora variationen av tidsserier av tidsserier som finns, finns det flera olika metoder som är lämpliga för att analysera datamaterialet. Det som avgör vilken metod som är lämpligast avgörs av datamaterialets utseende, dvs, vilken komponent, eller vilka komponenter, som är den dominerande. Här nedan redovisar vi flera fallstudier där var och en fokuserar på en egen metod.

## 5. Fallstudier

I detta kapitel presenterar vi fem olika fallstudier av prognoser baserade på olika metoder av tidsserieanalyser. De metoder vi använder är glidande medelvärde, dekomponering av tidsserier, med och utan trend och exponentiell utjämning.

### 5.1 Fallstudie 1 – Prognos med glidande medelvärde

I denna rapportens andra fallstudie analyserar vi datamaterialet från OMX Stockholm där varken en tydlig trend eller något återkommande mönster över tid kan antydast. En metod man kan använda för att identifiera långsiktiga fluktuationer i ett datamaterial är genom att rensa bort kortsiktiga fluktuationer. Metoden kallas i det fallet för glidande medelvärde, eftersom man beräknar en ny serie bestående av ett antal medelvärden där man beräknar ett medelvärde av ett antal observationer. Nästa medelvärde i serien beräknas genom att vi förflyttar oss ett steg framåt i serien och exkluderar den första observationen men inkluderar nästa observation i beräkningen. Idén bakom denna metod är att de observationer som ligger nära varandra i tiden också kommer att ligga nära varandra när det gäller deras värde i tidserien. Så, genom att beräkna ett medelvärde av observationer som ligger nära en observation ges en rimlig uppskattning av trenden vid den observationen. Medelvärdena man beräknar eliminerar en del av den slumpmässighet som finns i tidsserien, vilket ger en jämn trendkomponent.

Den generella formeln för ett glidande medelvärde är:

$$(2) \quad MA_t = \frac{y_{t-m} + y_{t-m+1} + \dots + y_t + \dots + y_{t+m-1} + y_{t+m}}{2 \times m + 1}$$

$m$  anger hur många observationer före och hur många observationer efter den aktuella perioden man kommer att använda i beräkningen. Antal observationer som används i beräkningen bestäms av hur regelbunden serien är samt av hur lång tid en observation omfattar; dagar, månader, kvartal osv., (Bergström, 1988). Om  $m = 2$  använder man 5 observationer och det glidande medelvärdet blir:

$$MA_t = \frac{y_{t-2} + y_{t-1} + y_t + y_{t+1} + y_{t+2}}{5}$$

Eftersom vi använder ett udda antal observationer kommer den första observationen för serien med de glidande medelvärdena att hamna på plats 3 och den sista på plats  $n - 2$ . Beräkningen av formel (2) kräver att man använder ett udda antal observationer i beräkningen av det glidande medelvärdet. Om vi vill beräkna glidande medelvärdet för att kunna identifiera säsongskomponenten kommer vi att behöva använda ett jämnt antal då det är vanligt förekommande att man beräknar säsongskomponenter med data för kvartal (glidande medelvärdet beräknas med 4 observationer) eller data för månader (glidande medelvärdet beräknas med 12 observationer). Om vi till exempel använder fyra kvartal i beräkningen kommer det första glidande medelvärdet att hamna mellan plats 2 och 3 i serien. Nästa mellan plats 3 och 4, o.s.v.

$$MA_{2,3} = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + y_4}{4} \qquad MA_{3,4} = \frac{y_2 + y_3 + y_4 + y_5}{4}$$

Detta innebär att vi måste beräkna ett så kallat centrerat glidande medelvärde

(CMA) som är medelvärdet av två konsekutiva glidande medelvärden.

$$CMA_3 = \frac{MA_{2,3} + MA_{3,4}}{2} = \frac{1}{8} \times y_1 + \frac{1}{4} \times y_2 + \frac{1}{4} \times y_3 + \frac{1}{4} \times y_4 + \frac{1}{8} \times y_5$$

Att använda glidande medelvärde är vanligt förekommande i analysen av finansiell data, då sådana tidsserier uppvisar ofta stora fluktuationer utan någon tydlig trend. Antal observationer man använder i finansiella analyser kan variera från 10 till 200 och kan appliceras på vilken tidsram som helst (minuter, dagar, veckor o.s.v.) beroende på tidshorisonten som analytikern har.

Ett glidande medelvärde som använder färre antal observationer kommer att reagera mycket snabbare på förändringar hos serien än ett glidande medelvärde som använder fler observationer. Tabell 5.1 här nedan visar OMX för perioden mellan 2019/04/26 och 2019/06/28. Eftersom det är svårt att avgöra a priori hur många observationer vi ska använda i beräkningen, visar vi fallet när vi använder 5 observationer och när vi använder 15 observationer.

Det första medelvärdet i serien MA - 5 beräknas på följande sätt:

$$MA_5 = \frac{1689 + 1693 + 1676 + 1665 + 1672}{5} = 1679$$

Nästa medelvärde är:

$$MA_6 = \frac{1693 + 1676 + 1665 + 1672 + 1649}{5} = 1671$$

**Tabell 5.1** – OMX,  $y_t$ , och glidande medelvärde med 5 observationer och 15 observationer

Period	$t$	$y_t$	MA - 5	$y_t$	MA - 15	
2019/04/26	1	1689	1679	1689	1631	
2019/04/29	2	1693		1693		
2019/04/30	3	1676		1676		
2019/05/02	4	1665		1671		1665
2019/05/03	5	1672		1656		1672
2019/05/06	6	1649	1645	1649		
2019/05/07	7	1618	1632	1618		
2019/05/08	8	1623	1618	1623		
2019/05/09	9	1597	1603	1597		
2019/05/10	10	1603	1598	1603		
2019/05/13	11	1574	1592	1574		
2019/05/14	12	1591	1595	1591		
2019/05/15	13	1593	1596	1593		
2019/05/16	14	1615	1599	1615		
2019/05/17	15	1607	1601	1607		
2019/05/20	16	1589	1602	1589		
2019/05/21	17	1603	1591	1603		
2019/05/22	18	1596	1584	1596		
2019/05/23	19	1561	1580	1561		
2019/05/24	20	1572	1572	1572		
2019/05/27	21	1568	1561	1568		
2019/05/28	22	1565	1551	1565		
2019/05/29	23	1539	1540	1539		
2019/05/31	24	1510	1534	1510		
2019/06/03	25	1518	1529	1518		
2019/06/04	26	1537	1535	1537		
2019/06/05	27	1542	1547	1542		



---

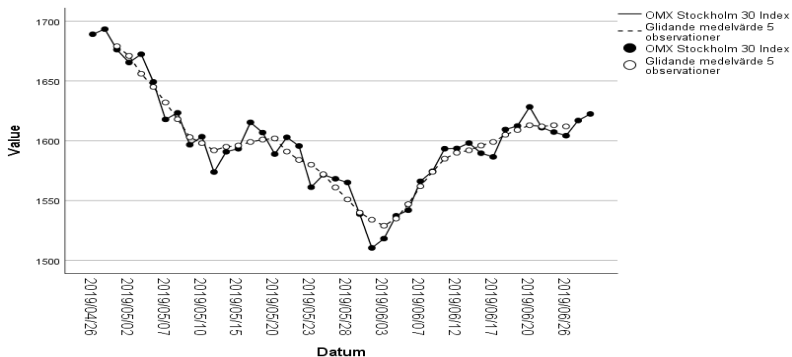
2019/06/07	28	1566	1562	1566	1566
2019/06/10	29	1574	1574	1574	1569
2019/06/11	30	1593	1585	1593	1573
2019/06/12	31	1594	1590	1594	1578
2019/06/13	32	1598	1592	1598	1584
2019/06/14	33	1590	1596	1590	1590
2019/06/17	34	1587	1599	1587	1595
2019/06/18	35	1609	1605	1609	1601
2019/06/19	36	1612	1609	1612	
2019/06/20	37	1628	1613	1628	
2019/06/24	38	1611	1612	1611	
2019/06/25	39	1607	1613	1607	
2019/06/26	40	1604	1612	1604	
2019/06/27	41	1617		1617	
2019/06/28	42	1622		1622	

---

När vi har beräknat glidande medelvärdet för alla perioder med 5 och med 15 observationer får resultatet som redovisas i tabell 5.1 här nedan.

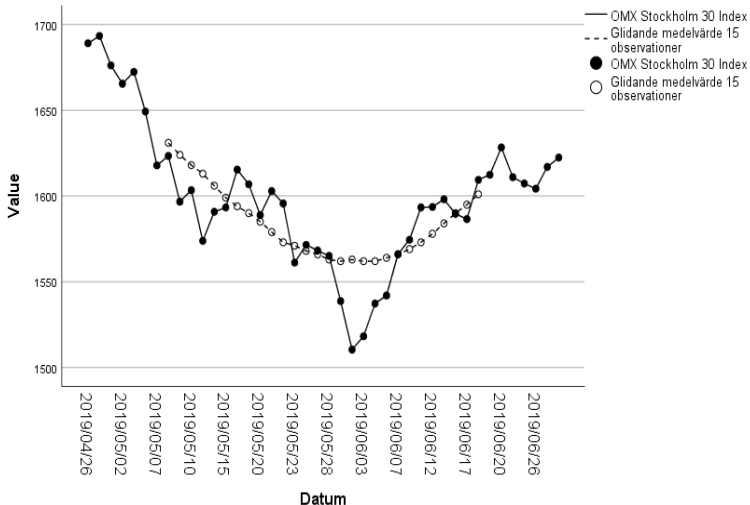
Figur 5.1, som redovisar den ursprungliga serien och glidande medelvärdet med 5 observationer, visar att linjen som representerar det glidande medelvärdet beräknat med 5 observationer är något jämnare än den ursprungliga tidsserien men den fångar tendenserna som finns datamaterialet. Linjen med de vita prickarna visar en nedgående trend som avstannar mellan den 10 och den 20 maj för att fortsätta nedåt fram till början av juni. Efter detta ökar visar serien en ökande trend som ser ut att avstanna i slutet av analysperioden. Figur 5.2 använde 15 observationer i beräkningen av glidande medelvärdet vilket innebär att varje medelvärde representerar en längre tidsperiod. Av denna anledning är linjen med de vita prickarna jämnare än den i Figur 5.1.

**Figur 5.1 – Glidande medelvärde med 5 observationer**



Källa: Yahoo Finance och egna beräkningar

**Figur 5.2 – Glidande medelvärde med 15 observationer**



Källa: Yahoo Finance och egna beräkningar

Linjen med de vita prickarna sjunker i början av analysperioden för att öka i den senare delen av perioden. Av detta drar vi slutsatsen att ju fler observationer vi använder i beräkningen av medelvärdena, desto jämnare är serien vi får fram.

Av figurerna ovan kunde vi se att ett glidande medelvärde med färre observationer ligger mycket närmare tidsserien än vad ett glidande medelvärde med fler observationer gör. Av denna anledning är ett glidande medelvärde med färre observationer mer intressant för en investerare med kortare tidshorisont eftersom det följer den ursprungliga serien närmare och producerar därför mindre *lag*, den tid det tar för ett glidande medelvärde att signalera att en trendförändring är på gång, än när fler observationer används. Å andra sidan är ett glidande medelvärde med fler observationer mer intressant för en investerare som har en mer långsiktig tidshorisont, som är mer intresserad av de långsiktiga trenderna i serien.

En viktig fördel med glidande medelvärde är att beräkningarna är enkla och inte kräver avancerade statistiska kunskaper. En annan fördel är att eftersom metoden bygger på beräkningar av medelvärde, är tolkningen av serien ganska enkel om man vet hur man tolkar ett medelvärde. En tredje fördel är att prognosen bygger på själva tidsserien, vilket innebär att vi inte behöver ha information om andra tidsserier.

En nackdel med denna metod är att det glidande medelvärdet beräknas utifrån historiska data som inte behöver innehålla information om hur tidsserien kommer att bete sig i framtiden. Därför kan resultaten med hjälp av glidande medelvärden vara mer eller mindre slumpmässiga. Man kan därför behöva göra antaganden om trenden om ens huvudsyfte med analysen är att göra prognoser (att trenden är linjär, exponentiell o.s.v.). Med andra ord fungerar det glidande medelvärdet ganska bra i tidsserier med tydliga trender, men dåligt i serier som är hackiga eller starkt varierande över tid. En annan nackdel med det glidande medelvärdet är att man förlorar observationer i början och i slutet av den beräknade tidsserien. Detta är särskilt bekymmersamt om man har få observationer i datamaterialet. Ett annat fall när detta är problematiskt är när observationer repre-

senterar månader, eftersom man då kommer att använda 12 observationer i beräkningen av det glidande medelvärdet, vilket medför att vi förlorar 6 observationer i början av serien och 6 i slutet. En tredje nackdel är att i många olika sammanhang råder det osäkerhet kring hur många observationer man ska använda i beräkningen av glidande medelvärdet. I vissa fall är det naturligt att använda ett visst antal observationer (till exempel 4 när observationer representerar kvartal) men i andra fall är det inte så enkelt. Det finns andra metoder som i princip använder informationen som finns i alla observationer i datamaterialet. En sådan metod är exponentiell utjämning. Denna metod går igenom längre ner i detta dokument.

En annan viktig tillämpning av det glidande medelvärdet, än den som visas i detta avsnitt, är att det kan hjälpa oss att identifiera långsiktiga rörelse i serier som innehåller en säsongskomponent. På så sätt kan vi rensa serien från den långsiktiga trenden för att sedan identifiera säsongskomponenten. Det är denna metod vi visar i nästa avsnitt.

## **5.2 Fallstudie 2 – Prognos med dekomponering av tidsserier**

Årets olika säsongers inverkan på den ekonomiska aktiviteten har sedan länge varit känd inom samhällsvetenskaperna, särskilt i ekonomiområdet. När vi levde i ett agrart samhälle där jordbruket var den dominerande verksamheten i ekonomin var det uppenbart att den ekonomiska aktiviteten var starkt beroende av årets väderförhållanden. Idag, när den ekonomiska aktiviteten domineras av tjänsteproduktion, har säsongernas påverkan minskat men inte försvunnit helt. Den är till och med högst påtaglig i många av de aktiviteter vi möter i vår vardag. Resande, hotellbeläggning, restaurangbesök, byggande, energiförbrukning och detaljhandel är bara några exempel på ekonomiska aktiviteter som påverkas av väderförhållanden, storhelger som jul, påsk, midsommar eller av andra aktiviteter som

upprepas från år till år som olika lov, semester samt skolavslutning och skolstart.

Tidsserier med en tydlig säsongvariation, som i figur 4.3, förekommer i många olika sammanhang men är särskilt vanligt inom ekonomi. Många ekonomiska aktiviteter som produktion, konsumtion, inventarier, marketing kan ha en regelbundenhet som kan fångas in med ett säsongsexponent. Därför är analysen av en tidsseries säsongskomponent ett viktigt inslag i uppbyggnaden av prognosmodeller.

Emellertid gör närvaron av en stark säsongvariation hos en tidsserie det svårt att identifiera eventuella trender som kan finnas i datamaterialet. En strategi är därför att först rensa datamaterialet från säsongskomponenten för att sedan beräkna trenden. Sedan kan man återigen introducera säsongskomponenten när själva prognosen görs (Ittig, 2004). Säsongskomponenten är därför intressant i sig men är också ett viktigt verktyg för att identifiera andra komponenter av tidsserien.

Det finns flera olika typer av modeller man kan använda men den vanligaste är den multiplikativa. För att förenkla presentationen av denna modell kommer vi att anta att det inte finns en cyklisk komponent i tidsserien. I denna modell antar man att tidsserien är resultatet av produkten av de olika komponenterna, d.v.s.:

$$(2) \quad y_t = T_t \times S_t \times I_t \quad t = 1, 2, 3, \dots, n$$

$T$ ,  $S$  och  $I$  förklarades ovan. Säsongskomponenten,  $S$ , är procentbaserat och är definierad så att genomsnittet är lika med 1,0 (eller 100 %). Vidare antar man att säsongskomponenten har period  $r$  vilket innebär att

$$(3) \quad S_{t+r} = S_t \quad \text{för alla } t$$

Detta innebär att säsongskomponenten är konstant över tid. Med andra ord, effekten av ett visst kvartal, säg en uppgång med 25 %, är samma ett visst år som nästa år och alla följande år. Dessutom, om man analyserar kvartalsdata:

$$(4) \quad \sum_{j=1}^r S_{t+j} = 4$$

Anledningen till detta krav är att den genomsnittliga säsongindex är lika med 1 och därmed måste summan av säsongindexen vara lika med antal säsonger per år. På samma sätt måste summan av säsongindexen vara lika med 12 om det är månadsdata vi använder. Om glidande medelvärdet fångar in trenden kan vi efter det att vi har beräknat glidande medelvärdet rensa bort trenden från serien för att få kvar bara säsongskomponenten och den slumpmässiga komponenten. Om man antar att tidsserien är en funktion av sina komponenter enligt funktion (2) är det ganska enkelt att rensa bort trenden då vi bara behöver dela den ursprungliga serien med serien med de glidande medelvärdena.

$$\frac{y_t}{MA_t} = \frac{\bar{X}_t \times S_t \times I_t}{\bar{X}_t} = S_t \times I_t$$

Det vi får kvar när vi beräknar kvoten ovan är bara säsongskomponenten och den slumpmässiga komponenten. Observera att eftersom vi förlorar några observationer i början och i slutet av serien när vi beräknar glidande medelvärdet, innehåller serien med kvoten  $y/MA$  färre observationer än serien  $y$ . Detta innebär att vi inte kan ha för få observationer för att genomföra denna beräkning. En rekommendation är att ha åtminstone ett par värden per säsong.

Lika enkelt som det är att rensa bort trenden från en multiplikativ serie är det att rensa bort trenden från en additiv tidsserie. Den additiva modellen skrivs:

$$(5) \quad y_t = T_t + S_t + I_t \quad t = 1, 2, 3, \dots, n$$

I den här modellen är kravet på säsongskomponenten:

$$(6) \quad \sum_{j=1}^r S_{t+j} = 0$$

Trenden rensas då bort genom att beräkna differensen mellan  $y$  och  $MA$ :

$$y_t - MA_t = \mathcal{X}_t + S_t + I_t - \mathcal{X}_t = S_t + I_t$$

Det vi får kvar när vi beräknar differensen här ovan är bara säsongskomponenten och den slumpmässiga komponenten. Även här gäller det att inte ha för få observationer.

Observera att det är enkelt att omvandla en multiplikativ modell till en additiv om vi tar logaritmen av båda sidor av ekvationen (2):

$$(7) \quad \ln y_t = \ln(T_t \times S_t \times I_t) = \ln T_t + \ln S_t + \ln I_t$$

$$y_t^* = T_t^* + S_t^* + I_t^*$$

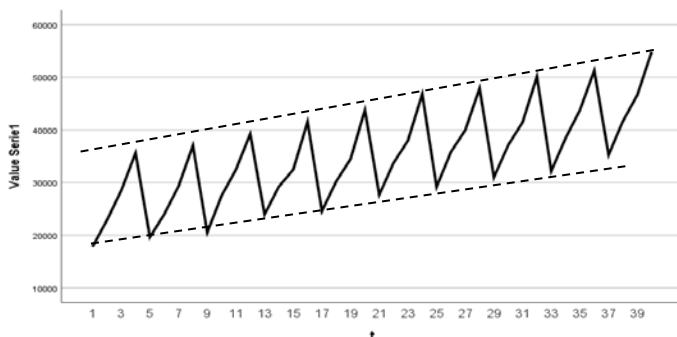
Kravet på säsongskomponenten blir samma som i den vanliga additiva modellen:

$$\sum_{j=1}^r S_{t+j}^* = 0$$

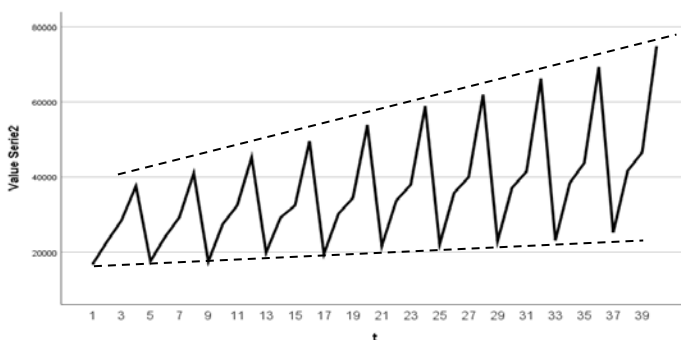
Att avgöra om en serie är multiplikativ eller additiv kan ibland vara enkelt, men inte alltid. Om vi gör ett linjediagram av tidsserien och avståndet mellan topparna och dalarna är konstant över tid, som i figur 5.3 (a) här nedan, är serien additiv. Om avståndet mellan topparna och dalarna ökar eller minskar över tid, som i figur 5.3 (b) här nedan, är serien multiplikativ. Med andra ord, om serien blir bredare över tid är det en tydlig signal på att modell (2) är den korrekta.

**Figur 5.3** – Additiv och multiplikativ säsongskomponent

(a)



(b)





I en additiv modell är effekten av en säsong, till exempel, 1 000 enheter oavsett var någonstans i trenden vi befinner oss. I en multiplikativ modell är effekten av en viss säsong beroende av var någonstans i trenden vi befinner oss, men i termer av procent är effekten konstant. Om tidsserien är sådan att vi inte kan avgöra om vi har situationen som visas i figur (a) eller (b) är vår rekommendation att testa båda modeller och sedan beräkna några av de måtten som redovisas längre ner i detta dokument för att avgöra om den multiplikativa eller den additiva modellen ger bäst prediktioner.

### 5.2.1 Fallstudie 2a – Prognos med säsongskomponenten utan trend.

Stegen för att beräkna ett säsongindex i en multiplikativ modell är följande:

1. Beräkna en serie med glidande medelvärden med lika antal observationer som antal säsonger (4 om det är kvartal, 12 om det är månader, o.s.v.).
2. Beräkna en serie med de centrerade glidande medelvärdena genom att beräkna medelvärdet av två konsekutiva glidande medelvärden.
3. Beräkna kvoten mellan den ursprungliga serien,  $y_t$ , och det centrerade glidande medelvärdet (CMA).
4. Beräkna säsongindex genom att beräkna medelvärdet för varje kvartal av de kvoten du beräknade i steg 3.
5. Kontrollera att summan av säsongindexen är lika med antal säsonger (4 om det är kvartal, 12 om det är månader, o.s.v.). Om så inte är fallet måste du justera dem.

När vi tillämpar stegen 1 till 3 på datamaterialet om fjärrvärme får vi siffrorna som redovisas i tabell 5.2 här nedan. I kolumn (2) redovisas det vanliga glidande medelvärdet och i kolumn (3) redovisas det centrerade glidande medelvärdet. Som man kan se i tabellen, är det

första värdet i kolumn (2) placerat mellan det andra och det tredje perioden. Anledningen till detta är att vi använde 4 observationer i beräkningen av detta medelvärde och om det värdet ska representera de fyra första observationerna i serien måste det hamna på plats  $(1 + 2 + 3 + 4)/4 = 2,5$ .

För att kunna få ett centrerat medelvärde måste vi beräkna medelvärdet av glidande medelvärdet vi hittar på plats 2,5 och på plats 3,5. Detta innebär att den första observationen av det centrerade medelvärdet hamnar på plats  $(2,5 + 3,5)/2 = 3$ .

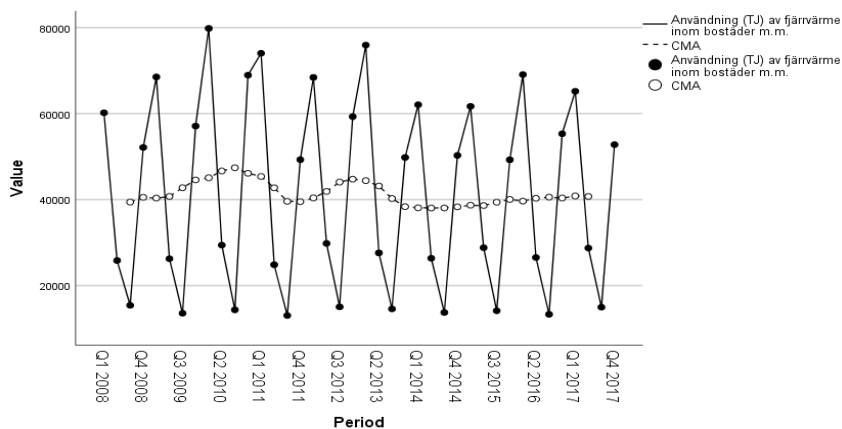
Av figur 5.4 här nedan kan vi se att kvartal 1 och kvartal 4 ligger över glidande medelvärdet men kvartal 2 och kvartal 3 ligger under. Kvoten mellan den ursprungliga tidsserien och det centrerade glidande medelvärdet, sista kolumnen i tabell 5.2, innehåller information om säsongskomponenten men innehåller även den slumpmässiga komponenten. Denna komponent kan rensas bort genom att beräkna medelvärdet för alla kvoter som hör till samma kvartal. Detta visas i tabell 5.3.

**Tabell 5.2** – Användning av fjärrvärme,  $y_t$ , och glidande medelvärde vid en multiplikativ modell

År	Kvartal	$t$	$y_t$	MA	CMA	Kvot
			(1)	(2)	(3)	(1)/(3)
2008	1	1	60189	38386	39427	0,390
2008	2	2	25828			
2008	3	3	15394			
2008	4	4	52131			
2009	1	5	68522	40111	40342	1,699
2009	2	6	26242	41352	40732	0,644
2009	3	7	13550	44178	42765	0,317
2009	4	8	57095	44967	44572	1,281
2010	1	9	79823	45168	45067	1,771
2010	2	10	29398	48130	46649	0,630
2010	3	11	14354	46684	47407	0,303
2010	4	12	68945	45544	46114	1,495
2011	1	13	74037	45212	45378	1,632
2011	2	14	24840	40298	42755	0,581
2011	3	15	13027	38894	39596	0,329
2011	4	16	49286	40133	39513	1,247
2012	1	17	68422	40638	40385	1,694
2012	2	18	29797	43140	41889	0,711
2012	3	19	15045	45018	44079	0,341
2012	4	20	59296	44468	44743	1,325
2013	1	21	75933	44347	44408	1,710
2013	2	22	27599	41972	43159	0,639
2013	3	23	14560	38503	40237	0,362
2013	4	24	49794	38188	38345	1,299
2014	1	25	62057	37981	38085	1,629
2014	2	26	26341	38100	38041	0,692
2014	3	27	13733	38005	38053	0,361

2014	4	28	50268	38623	38314	1,312
2015	1	29	61679	38724	38673	1,595
2015	2	30	28810	38470	38597	0,746
2015	3	31	14137	40322	39396	0,359
2015	4	32	49255	39749	40035	1,230
2016	1	33	69084	39543	39646	1,743
2016	2	34	26521	41057	40300	0,658
2016	3	35	13313	40084	40570	0,328
2016	4	36	55308	40635	40359	1,370
2017	1	37	65192	41048	40842	1,596
2017	2	38	28728	40415	40731	0,705
2017	3	39	14963			
2017	4	40	52777			

**Figur 5.4:** Användning av fjärrvärme och glidande medelvärde



Källa: Egna beräkningar

**Tabell 5.3** – Beräkning av säsongskomponenten vid en multiplikativ modell

År	Kvartal 1	Kvartal 2	Kvartal 3	Kvartal 4
2008			0,390	1,287
2009	1,699	0,644	0,317	1,281
2010	1,771	0,630	0,303	1,495
2011	1,632	0,581	0,329	1,247
2012	1,694	0,711	0,341	1,325
2013	1,710	0,639	0,362	1,299
2014	1,629	0,692	0,361	1,312
2015	1,595	0,746	0,359	1,230
2016	1,743	0,658	0,328	1,370
2017	1,596	0,705		
<b>Medelvärde</b>	<b>1,674</b>	<b>0,667</b>	<b>0,343</b>	<b>1,316</b>

Nu måste vi kontrollera att säsongsexponenten vi har beräknat fram uppfyller kravet som redovisas i formel (4).

$$\sum_{j=1}^r S_{t+j} = 1,674 + 0,667 + 0,343 + 1,316 = 4$$

Som vi kan se är summan ovan lika med antal säsonger per år så behöver vi inte beräkna någon justeringsfaktor. Eftersom det inte verkar finnas en uppgående eller nedgående trend i datamaterialet kan den långsiktiga tendensen i datamaterialet sammanfattas med medelvärdet av den ursprungliga serien.

$$\sum_{t=1}^n \frac{y_t}{n} = 41132$$

Av dessa beräkningar får vi fram att en prognos för första kvartalet efter sista observationer i tidsserien är:

$$\hat{y}_{41} = 41132 \times 1,674 = 68855$$

prognosen för andra kvartalet efter sista observationer i tidsserien är:

$$\hat{y}_{42} = 41132 \times 0,667 = 27435$$

o.s.v.

På samma sätt är stegen för att beräkna ett säsongsindex i en additiv modell följande:

1. Beräkna en serie med glidande medelvärden med lika antal observationer som antal säsonger (4 om det är kvartal, 12 om det är månader, o.s.v.).
2. Beräkna en serie med de centrerade glidande medelvärdena genom att beräkna medelvärdet av två konsekutiva glidande medelvärden.
3. Beräkna differensen mellan den ursprungliga serien,  $y_t$ , och det centrerade glidande medelvärdet (CMA).
4. Beräkna säsongsindex genom att beräkna medelvärdet för varje kvartal av de kvoter du beräknade i steg 3.
5. Kontrollera att summan av säsongsindexen är lika med noll. Om så inte är fallet måste du justera dem.

När vi tillämpar steg 1 till 3 på datamaterialet om fjärrvärme, får vi siffrorna som redovisas i tabellen 5.4 här nedan. I kolumn (2) redovisas det vanliga glidande medelvärdet och i kolumn (3) redovisas det centrerade glidande medelvärdet.

**Tabell 5.4** – Användning av fjärrvärme,  $y_t$ , och glidande medelvärde vid en additiv modell

År	Kvartal	$t$	$y_t$	MA	CMA	Differens
			(1)	(2)	(3)	(1) - (3)
2008	1	1	60189	38386	39427	-24033
2008	2	2	25828			
2008	3	3	15394			
2008	4	4	52131			
2009	1	5	68522	40111	40342	28180
2009	2	6	26242	41352	40732	-14490
2009	3	7	13550	44178	42765	-29215
2009	4	8	57095	44967	44572	12523
2010	1	9	79823	45168	45067	34756
2010	2	10	29398	48130	46649	-17251
2010	3	11	14354	46684	47407	-33053
2010	4	12	68945	45544	46114	22831
2011	1	13	74037	45212	45378	28659
2011	2	14	24840	40298	42755	-17915
2011	3	15	13027	38894	39596	-26569
2011	4	16	49286	40133	39513	9773
2012	1	17	68422	40638	40385	28037
2012	2	18	29797	43140	41889	-12092
2012	3	19	15045	45018	44079	-29034
2012	4	20	59296	44468	44743	14553
2013	1	21	75933	44347	44408	31525
2013	2	22	27599	41972	43159	-15560
2013	3	23	14560	38503	40237	-25677
2013	4	24	49794	38188	38345	11449
2014	1	25	62057	37981	38085	23972
2014	2	26	26341	38100	38041	29438
2014	3	27	13733	38005	38053	-13779

2014	4	28	50268	38623	38314	-27257
2015	1	29	61679	38724	38673	14949
2015	2	30	28810	38470	38597	24351
2015	3	31	14137	40322	39396	-12003
2015	4	32	49255	39749	40035	-24033
2016	1	33	69084	39543	39646	11611
2016	2	34	26521	41057	40300	28180
2016	3	35	13313	40084	40570	-14490
2016	4	36	55308	40635	40359	-29215
2017	1	37	65192	41048	40842	12523
2017	2	38	28728	40415	40731	34756
2017	3	39	14963			
2017	4	40	52777			

**Tabell 5.5** – Beräkning av säsongskomponenten vid en additiv modell

År	Kvartal 1	Kvartal 2	Kvartal 3	Kvartal 4
2008			-24033	11611
2009	28180	-14490	-29215	12523
2010	34756	-17251	-33053	22831
2011	28659	-17915	-26569	9773
2012	28037	-12092	-29034	14553
2013	31525	-15560	-25677	11449
2014	23972	-11700	-24320	11954
2015	23006	-9787	-25259	9220
2016	29438	-13779	-27257	14949
2017	24351	-12003		
<b>Medelvärde</b>	27992	-13842	-27157	13207



Nu måste vi kontrollera att säsongindexet vi har beräknat fram uppfyller kravet som redovisas i formel (6) ovan.

$$\sum_{j=1}^r S_{t+j} = 27992 - 13842 - 27157 + 13207 = 200$$

Eftersom summan av säsongkomponenten från de olika kvartalen inte är lika med noll måste vi beräkna korrigeringsfaktorn.

$$\frac{200}{4} = 50$$

Den slutliga säsongkomponenten är:

$$S_1 = 27992 - 50 = 27942$$

$$S_2 = -13842 - 50 = -13892$$

$$S_3 = -27157 - 50 = -27207$$

$$S_4 = 13207 - 50 = 13157$$

$$\sum_{j=1}^r S_{t+j} = 27942 - 13892 - 27207 + 13157 = 0$$

Av dessa beräkningar får vi fram att en prognos för första kvartalet efter sista observationer i tidsserien är:

$$\hat{y}_{41} = 41132 + 27942 = 69074$$

Prognosen för andra kvartalet efter sista observationer i tidsserien är:

$$\hat{y}_{42} = 41132 - 13892 = 27240$$

o.s.v.

## 5.2.2 Fallstudie 2b - Prognos med säsongskomponenten med trend

Begreppet trend används i ekonomiska sammanhang för att representera långsiktiga tendenser hos en tidsserie. Orsakerna till dessa tendenser är ofta förknippade med strukturella fenomen som befolkningstillväxt, tekniska framsteg, kapitalackumulering och nya affärsmetoder (Handbook on Seasonal Adjustment, 2018).

En nackdel med beräkningen av glidande medelvärdet är att metoden inte ger oss en funktion som sammanfattar de långsiktiga rörelserna i datamaterialet. Vi behöver därför anta att trenden kan sammanfattas med en funktion som sedan kan användas för prognoser. Tre vanliga trender som används i ekonomiska sammanhang är den linjära trenden, den exponentiella och den kvadratiske.

$$(7) \quad T_t = a + b \times t$$

$$(8) \quad T_t = a \times e^{b \times t}$$

$$(9) \quad T_t = a + b \times t + c \times t^2$$

Den linjära trenden och den exponentiella trenden är enkla att använda eftersom de har endast två parametrar som ska beräknas och är enkla att tolka. Den linjära trenden används när serien har en konstant absolut ökning, eller minskning, över tid. Den exponentiella trenden används när serien har en konstant relativ ökning, eller minskning, över tid. Den kvadratiske trenden används när serien ändrar riktning någonstans under perioden man analyserar.

För att vi ska kunna räkna fram en funktion som representerar trenden måste vi säsongrensa tidsserien. Man säsongrensar tidsserien genom att dela den ursprungliga serien,  $y_t$ , med de säsongsin-

der man har beräknat i de stegen som beskrivs ovan. Om trenden är linjär använder man formel 7 ovan där

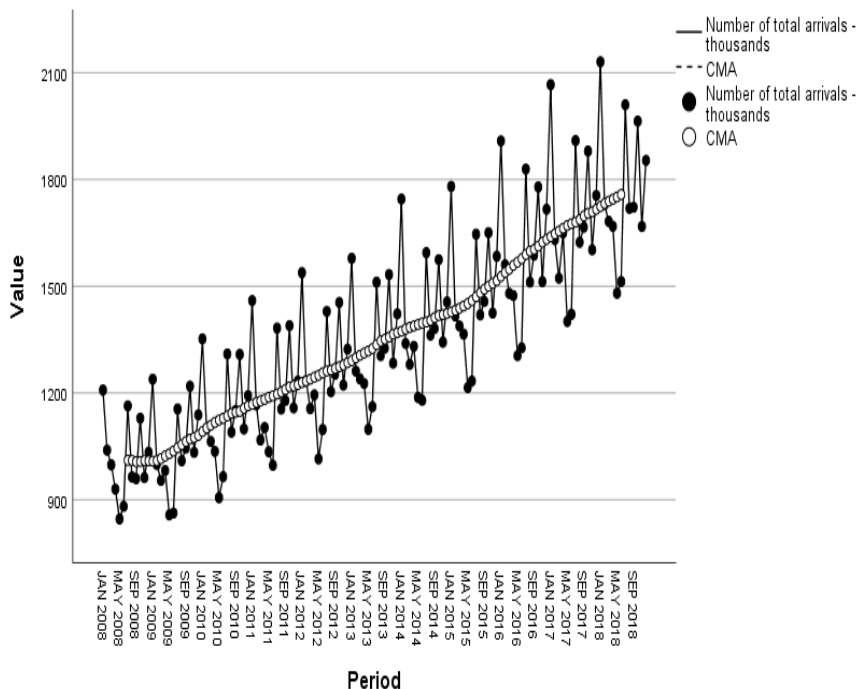
$$(10) \quad b = \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y}) \times (t - \bar{t})}{\sum_{t=1}^n (t - \bar{t})^2} = \frac{\sum_{t=1}^n y_t \times t - \frac{(\sum_{t=1}^n y_t) \times (\sum_{t=1}^n t)}{n}}{\sum_{t=1}^n t^2 - \frac{(\sum_{t=1}^n t)^2}{n}}$$

$$(11) \quad a = \frac{\sum_{t=1}^n y_t}{n} - b \times \frac{\sum_{t=1}^n t}{n}$$

I exemplet med fjärrvärme hade tidsserien ingen trend därför är i det fallet  $b = 0$  vilket innebär att  $a$  är lika med medelvärdet av  $y_t$ .

Tidsserien som redovisas i figur 4.3, där observationerna representerar tusentals besökare per månad som anländer till Australien, visar ett tydligt repetitivt mönster av månader med ovanligt många besökare och månader med ovanligt få besökare, kring en uppgående trend. Om vi följer stegen som redovisas ovan får vi serien med det centrerade glidande medelvärdet och säsongsindexet som visas i figur 5.5 och tabell 5.6 här nedan.

**Figur 5.5 – Antal besökare till Australien och glidande medelvärde**



Källa: Egna beräkningar

Säsongberäkningarna anger att i januari, juli, oktober och december ligger antal besökare över trenden med 24,5 %, 13,7 %, 12,3 % respektive 3,2 %. De andra månaderna ligger serien under trenden, där maj är månaden med lägst antal besökare då man ligger 16,4 % under trenden.

**Tabell 5.6** – Säsongsindex för antal besökare, tusentals, till Australien

Månad	Ojusterad	Justerad
Januari	1,245	1,246
Februari	0,992	0,992
Mars	0,942	0,942
April	0,951	0,952
Maj	0,836	0,836
Juni	0,851	0,852
Juli	1,137	1,138
Augusti	0,958	0,959
September	0,981	0,981
Oktober	1,123	1,123
November	0,947	0,947
December	1,032	1,032
<b>Summa</b>	<b>11,996</b>	<b>12,000</b>

Vi redovisar här nedan bara de relevanta summorna vi behöver för att beräkna trenden.

$$\sum_{t=1}^n y_t = 178\,283$$

$$\sum_{t=1}^n y_t \times t = 13\,066\,554$$

$$\sum_{t=1}^n t = 8\,778$$

$$\sum_{t=1}^n t^2 = 775\,390$$

Vilket ger oss följande beräkningar:

$$b = \frac{13\,066\,554 - \frac{178\,283 \times 8\,778}{132}}{775\,390 - \frac{8\,778^2}{132}} = 6,32$$

$$a = \frac{178\,283}{132} - 6,32 \times \frac{8\,778}{132} = 930,52$$

$$\hat{T}_t = 930,52 + 6,32 \times t$$

Tolkningen av detta resultat är att tidsserien har en tydlig linjär trend som startar vid  $930,52 + 6,32 \times 1 = 936,84$ . Sedan ser vi också att antal besökare ökar med 6 320 personer per månad.

Fördelen med denna metod är att man kan göra prognoser långt fram i tiden om man är beredd att anta att trenden och säsongskomponenten som vi har beräknat baserat på tidigare observationer kommer att gälla även i framtiden. Om vi, till exempel, vill göra en prognos för januari 2019 måste vi stoppa in 133 i funktionen ovan och multiplicera det med 1,245:

$$\hat{y}_{t=133} = (930,52 + 6,32 \times 133) \times 1,245 = 2\,204,99$$

På samma sätt är stegen för att beräkna säsongsexponenten i en multiplikativ modell med linjär trend följande (Ittig, 1997):

1. Anpassa en linjär trendekvation till data för varje säsong separat genom regression. De resulterande fyra trendekvationerna betecknas  $y_j$ , där  $j$  är ett index för säsongerna ( $j = 1 \dots 12$  eftersom säsongen här är månader):

$$y_{j,t} = a_j + b_j \times t \quad j = 1 \dots 12.$$

2. Parametrarna  $a$  och  $b$  i den övergripande trendekvationen (2) kan beräknas som anges här nedan om vi använder månadsdata:

$$a = \sum_{j=1}^{12} \frac{a_j}{12}$$

och

$$b = \sum_{j=1}^{12} \frac{b_j}{12}$$

3. Ta bort trenden från den ursprungliga serien genom att beräkna kvoten mellan varje datapunkt med motsvarande värde för den övergripande trendekvationen  $T = a + b \times t$ ; det vill säga  $y / (a + b \times t)$ . Detta liknar den välbekanta processen att säsongrensa datamaterialet men det man får i detta fall ett preliminärt säsongsex.
4. Beräkna den slutliga säsongsex genom att beräkna medelvärdet för varje kvartal av de kvoter du beräknade i steg 3.
5. Kontrollera att summan av säsongsexen är lika med noll. Om så inte är fallet måste du justera dem.

Om vi tillämpar stegen ovan på datamaterialet om resenärer till Australien får vi regressionskoefficienterna som redovisas i tabellen här nedan. Att interceptet för de olika regressionerna varierar stor är inte förvånande de olika regressionslinjerna representerar punkter som ligger olika nivåer. Att även riktningskoefficienterna varierar är inte heller förvånande med tanke på att vi har antagit en multiplikativ modell vilket, enligt figur 5.3 (b), genererar en truttformad bild, smälare för tidigare observationerna men bredare för de senare. De genomsnittliga koefficienterna ligger mycket nära de koefficienterna vi fick när vi estimerade regressionen på det säsongrensade datamaterialet.

**Tabell 5.7** – Estimering av de olika månaders trend och den totala trenden

Månad	$a_j$	$b_j$
Januari	1154,35	7,91
Februari	941,97	6,03
Mars	889,71	5,84
April	864,83	6,32
Maj	773,82	5,36
Juni	797,27	5,33
Juli	1057,89	7,20
Augusti	884,31	6,20
September	905,33	6,28
Oktober	1064,21	6,72
November	886,52	5,83
December	938,54	6,80
<b>Medelvärde</b>	<b>929,90</b>	<b>6,32</b>

Utifrån dessa resultat beräknar vi säsongindex som visas i tabell 5.8. Vi kan se att resultaten ligger mycket nära de vi fick med den traditionella metoden. Detta innebär att:



**Tabell 5.8** – Säsongsindex för antal besökare, tusentals, till Australien enligt alternativ metod

Månad	Ojusterad	Justerad
Januari	1,245	1,244
Februari	0,998	0,998
Mars	0,949	0,948
April	0,950	0,950
Maj	0,837	0,837
Juni	0,854	0,853
Juli	1,139	1,138
Augusti	0,960	0,960
September	0,980	0,979
Oktober	1,120	1,120
November	0,945	0,944
December	1,030	1,030
<b>Summa</b>	<b>12,006</b>	<b>12,000</b>

### 5.3 Fallstudie 3 – Prognos med exponentiell utjämning

En alternativ modell till det traditionella glidande medelvärdet är modellen som kallas exponentiell utjämning. I exponentiell utjämning beräknar man seriens utjämnade värde, dvs. trenden, för period  $t + 1$  utifrån det observerade värdet föregående period korrigerat för skillnaden mellan det observerade värdet och prognosen för den perioden:

$$(10) \quad \hat{y}_{t+1} = \hat{y}_t + \alpha \times (y_t - \hat{y}_t)$$

som efter en omskrivning blir:

$$(11) \quad \hat{y}_{t+1} = \alpha \times y_t + (1 - \alpha) \times \hat{y}_t$$

där:

$y_t$  = observerat värde för period  $t$

$\hat{y}_t$  = prognos för period  $t$

$\hat{y}_{t+1}$  = prognos för period  $t + 1$

$\alpha$  = viktningsfaktor  $0 \leq \alpha \leq 1$

Parametern  $\alpha$  representerar vikten man ger åt det senaste observerade värdet och  $(1 - \alpha)$  representerar vikten man ger åt det utjämnade värdet av tidigare observationer. Ett lågt värde på  $\alpha$  ger en lägre vikt åt det senaste observerade värdet och en högre vikt åt tidigare prognoser. Anledningen till detta är att en lägre viktningsfaktor gör att prognoser reagerar långsammare på förändringar i tidsserien medan ett högre värde gör att prognosen reagerar snabbare. Att välja en lämplig viktningsfaktor är inte så enkel som det kan verka. En vanlig strategi är att, med hjälp av något av dem mått vi redovisar i nästa avsnitt, välja den viktningsfaktor som genererar det minsta prognosfelet. Som för att hitta den mest lämpliga med hjälp av prognosfel som vägledning beslutet. I den praktiska användningen av denna modell bör beslutfattare hitta en balans mellan fördelarna med att jämna ut de slumpmässiga variationer som finns i en tidsserie och som hindrar att vi tydligt identifierar seriens utveckling (dvs. ett lågt värde på  $\alpha$ ), med fördelarna med att tidigt identifiera verkliga förändringar om och när de inträffar (dvs. ett högt värde på  $\alpha$ ).

Om vi i ekvation (11) ersätter prediktionen för period  $t$  med funktionen som vi använde för att beräkna den får vi följande uttryck:

$$\begin{aligned}\hat{y}_{t+1} &= \alpha \times y_t + (1 - \alpha) \times (\alpha \times y_{t-1} + (1 - \alpha) \times \hat{y}_{t-1}) \\ &= \alpha \times y_t + \alpha \times (1 - \alpha) \times y_{t-1} + (1 - \alpha)^2 \times \hat{y}_{t-1}\end{aligned}$$

Man skulle kunna fortsätta med att ersätta prognosen för perioden  $t - 1$  med funktionen som användes för att beräkna den. Till slut får vi följande funktion

$$\begin{aligned}\hat{y}_{t+1} &= \alpha \times y_t + \alpha \times (1 - \alpha) \times y_{t-1} + \alpha \times (1 - \alpha)^2 \times y_{t-2} \\ &\quad + \alpha \times (1 - \alpha)^3 \times y_{t-3} + \dots\end{aligned}$$

Med andra ord är prognosen för period  $t + 1$  en funktion av alla tidigare observationer. Emellertid, ju längre bakåt i tiden vi går, desto mindre betydelsen har de observerade värdena för prognosen.

Som vi ser i formel (11) så beror prognosen för en period av det observerade värdet föregående period och prognosen för föregående period. Detta skapar problem för att göra prognosen för den första observationen i serien. En metod man kan använda för att lösa detta är att anta:

$$\hat{y}_1 = y_1$$

Fördelen med denna strategi är att den är enkel men om den första observationen man har i serien är en ovanlig observation, kommer det att påverka alla resultat. Därför använder många en alternativ metod där:

$$\hat{y}_1 = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6}{6}$$

Det vill säga: prognosen för den första perioden är medelvärdet av de 6 första observationerna. I nästa exempel kommer vi att använda metod 1.

Till exempel prognosen för period 3 med parameter 0,2 är:

$$\hat{y}_3 = 0,2 \times y_2 + (1 - 0,2) \times \hat{y}_2 = 0,2 \times 1693 + (1 - 0,2) \times 1689 = 1690$$

För period 4 är prognosen:

$$\hat{y}_4 = 0,2 \times y_3 + (1 - 0,2) \times \hat{y}_3 = 0,2 \times 1676 + (1 - 0,2) \times 1690 = 1687$$

När vi gör detta för alla perioder, både med parameter 0,2 och parameter 0,6, får vi fram tabellen som visas här nedan. Observera att prognosen för period 43 när parametern är 0,2 beräknas som:

$$\hat{y}_{43} = 0,2 \times y_{42} + (1 - 0,2) \times \hat{y}_{42} = 0,2 \times 1622 + (1 - 0,2) \times 1605 = 1608$$

och när parametern 0,6 är:

$$\hat{y}_{43} = 0,6 \times y_{42} + (1 - 0,6) \times \hat{y}_{42} = 0,6 \times 1622 + (1 - 0,6) \times 1613 = 1618$$

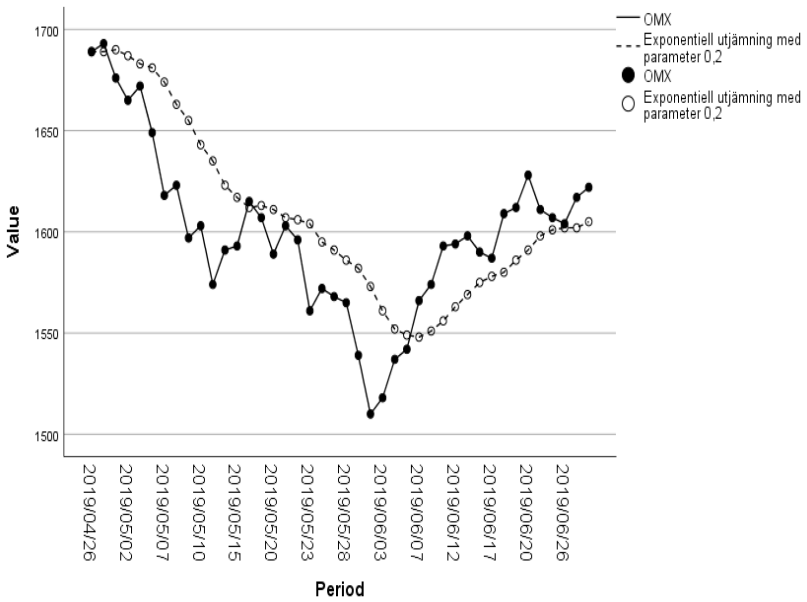
En stor fördel med exponentiell utjämning är att metoden kräver relativt enkla beräkningar och kunskap bara om den förra periodens observation och prognos. Detta gör att metoden är lämplig för situationer när vi behöver göra ett stort antal prognoser eller saknar mer avancerade statistiska program då exponentiell utjämning kan även beräknas med, till exempel, Excel. En nackdel är dock att man bara kan göra prognoser en period framåt i tiden. Det är inte förrän vi har fått den senaste observationen som vi kan göra prognosen för ytterligare en period.

**Tabell 5.9** – OMX,  $y_t$ , och exponentiell utjämning  
Med parameter 0,2 och 0,6

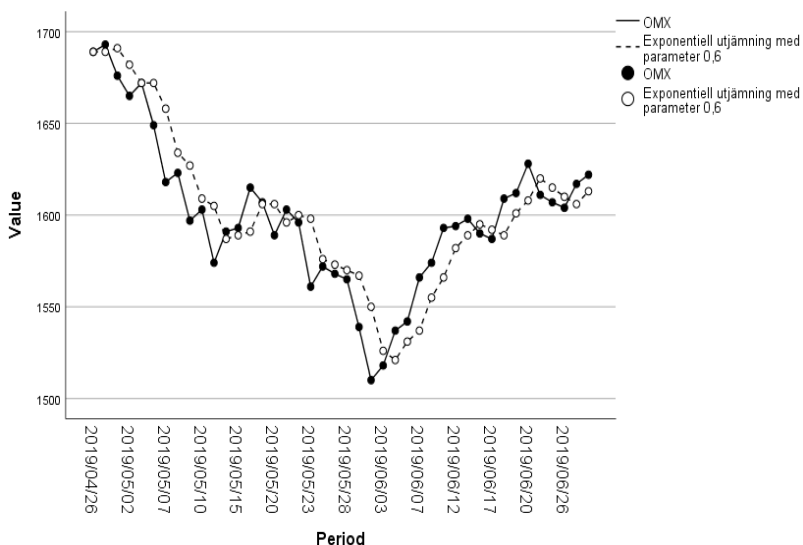
Period	$t$	$y_t$	$\alpha = 0,2$	$\alpha = 0,6$
2019/04/26	1	1689	1689	1689
2019/04/29	2	1693	1689	1689
2019/04/30	3	1676	1690	1691
2019/05/02	4	1665	1687	1682
2019/05/03	5	1672	1683	1672
2019/05/06	6	1649	1681	1672
2019/05/07	7	1618	1675	1658
2019/05/08	8	1623	1664	1634
2019/05/09	9	1597	1656	1627
2019/05/10	10	1603	1644	1609
2019/05/13	11	1574	1636	1605
2019/05/14	12	1591	1624	1586
2019/05/15	13	1593	1617	1589
2019/05/16	14	1615	1612	1591
2019/05/17	15	1607	1613	1605
2019/05/20	16	1589	1612	1606
2019/05/21	17	1603	1607	1596
2019/05/22	18	1596	1606	1600
2019/05/23	19	1561	1604	1598
2019/05/24	20	1572	1595	1576
2019/05/27	21	1568	1590	1574
2019/05/28	22	1565	1586	1570
2019/05/29	23	1539	1582	1567
2019/05/31	24	1510	1573	1550
2019/06/03	25	1518	1560	1526
2019/06/04	26	1537	1552	1521
2019/06/05	27	1542	1549	1531

2019/06/07	28	1566	1548	1538
2019/06/10	29	1574	1552	1555
2019/06/11	30	1593	1556	1566
2019/06/12	31	1594	1563	1582
2019/06/13	32	1598	1569	1589
2019/06/14	33	1590	1575	1594
2019/06/17	34	1587	1578	1592
2019/06/18	35	1609	1580	1589
2019/06/19	36	1612	1586	1601
2019/06/20	37	1628	1591	1608
2019/06/24	38	1611	1598	1620
2019/06/25	39	1607	1601	1615
2019/06/26	40	1604	1602	1610
2019/06/27	41	1617	1602	1606
2019/06/28	42	1622	1605	1613
<i>Prognos</i>	43		1608	1618

Figur 5.6 – OMX och exponentiell utjämning med  $\alpha = 0,2$



Källa: Egna beräkningar

**Figur 5.6** – OMX och exponentiell utjämning med  $\alpha = 0,6$ 

Källa: Egna beräkningar

## 5.4 Hur bra är prognosmodellen?

Som vi nämnde tidigare finns det inga felfria prognoser, därför är ett viktigt steg i utvecklingen av en bra prognosmodell att identifiera hur stort fel vi gör med vår modell. Detta är extra viktigt när vi har flera modeller att välja mellan eller när vi måste välja mellan olika värden för en parameter. Det som är viktigt att ha i åtanke, särskilt när vi jämför olika modeller, är att dessa mått måste ställas mot graden av komplexitet i de modeller vi jämför. Användaren bör fundera om det är värt att välja en mycket mer komplex modell, som kanske kräver fler variabler, bara för att få ner dessa mått några få procent.

De kanske vanligaste måtten som används för att mäta hur bra modellen är Mean absolute error (MAE), Mean absolute percentage error (MAPE) och Mean square error (MSE).



$$(12) \quad MAE = \frac{1}{n} \times \sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t|$$

$$(13) \quad MAPE = \frac{100}{n} \times \sum_{t=1}^n \frac{|y_t - \hat{y}_t|}{y_t}$$

$$(14) \quad MSE = \frac{1}{n} \times \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2$$

Det genomsnittliga absoluta felet (MAE) mäts i samma enheter som den ursprungliga tidsserien. Många föredrar att använda detta mått på grund av den enkla tolkningen. Det genomsnittliga absoluta procentuella felet (MAPE) är också användbart för rapporteringsändamål. Måttet uttrycks i generiska procentuella termer som kommer att ge någon form av mening även för någon som inte har någon aning om vad som utgör ett *stort* fel i just det sammanhanget. En nackdel med MAPE är det kan bara beräknas på data som garanterar positiva värden. Det genomsnittliga kvadratfelet (MSE) är mer känsligt för extrem stora fel, eftersom kvadreringen som används i beräkningen ger opropotionerlig stor vikt till de fel som avviker från resten. Kvadreringen gör också att tolkningen av detta mått är något svårare eftersom den anger den genomsnittliga kvadrerade felet. Ett alternativ, som för tillbaka måttet till samma enheter som den ursprungliga serien, är att beräkna kvadratroten av MSE och rapportera det värdet istället. I många fall kommer dessa mått att ge en likartad indikation om vilken som är den bästa modellen. Detta kommer inte att vara fallet om det finns uteliggare bland feltermerna (Saigal & Mehrotra, 2012).

Tabell 5.10 här nedan visar att en högre viktningsfaktor genererar bättre prognoser, lägre prognosfel, än lägre viktningsfaktor. Anledningen till detta är att även om tidsserien som används i analysen, OMX, visar en relativ tydlig långsiktig utveckling med en nedgående

trend fram till slutet av maj och en uppgående trend därefter, innehåller trenden för lite information om var värdet för nästa period kommer att hamna. Även om det finns kortsiktiga variationer är inte de tillräcklig kraftiga och därför innehåller dem information som är användbar för att göra prognoser.

**Tabell 5.10** – MAE, MAPE och MSE vid olika viktningsfaktor med OMX

$\alpha$	MAE	MAPE	MSE
0,2	25,68	1,62%	929,23
0,4	17,55	1,10%	473,65
0,6	14,73	0,93%	333,78
0,8	13,30	0,84%	280,05

Vi kan jämföra dessa resultat med resultaten vi får när vi tillämpar exponentiell utjämning på nederbörden i Malmö, som visas i tabell 5.11 här nedan. Tabell 5.11 visar att för detta datamaterial, en högre viktningsfaktor genererar sämre prognoser. Anledningen till detta är att för tidsserien, Nederbörd i Malmö, den kraftiga variationen från period till period, föregående periods värde innehåller för lite information om vad som kommer att hända nästa period för att det värdet ska vara av betydelse för att göra en prognos för nästa period. Det bästa man kan göra är att ge därför att använda en lägre viktningsfaktor eftersom den långsiktiga trenden innehåller mer information och är därför bättre för att göra prognoser, genererar lägre prognosfel.

**Tabell 5.11** – MAE, MAPE och MSE vid olika viktningsfaktor med Nederbörd i Malmö

$\alpha$	MAE	MAPE	MSE
0,2	97,72	16,74%	14790,04
0,4	103,72	17,95%	16093,88
0,6	113,08	19,67%	18310,60
0,8	121,96	21,34%	21371,16

## 6 Avslutande kommentarer

I den komplexa världen vi lever i är det omöjligt att veta *a priori* och med absolut säkerhet om en väg vi väljer genom de beslut vi fattar idag är det korrekta. Det är dock möjligt att vidta några åtgärder för att försöka göra den valda vägen till den rätta. Planeringen av, till exempel, investeringar, försäljning och produktion tvingar beslutsfattaren att bedöma den framtida utvecklingen av den aktivitet denne ansvarar för.

Denna rapport har haft som huvudsyfte att presentera olika verktyg som beslutsfattare kan använda för att hantera den komplexa verkligheten i vilken de tvingas analysera, planera och fatta beslut för sin verksamhet. Rapporten har också belyst de olika verktygens fördelar och nackdelar för att göra potentiella användare av dessa verktyg varse om deras styrkor och svagheter och på sätt underlätta verktygens tillämpning på en verklig verksamhet. I denna rapport har vi också reflekterat över det faktum att beslutsfattande innebär, bland annat, att beakta förekomsten av problem och hur dessa problem påverkar en verksamhet. Om det finns ett problem är det nödvändigt att identifiera det i god tid och sedan starta en strategi för att hitta den bästa möjliga lösningen.

I rapportens första del användes beslutsträd som verktyg. I det fallet kom vi fram till att det är omöjligt att med exakthet föreslå en beställningsnivå när efterfrågan inte kan styras eller bestämmas med säkerhet därför är det nödvändigt att genomföra en känslighetsanalys. En känslighetsanalys innebär att vi betraktar olika scenarier, eller olika tänkbara händelseförlopp, baserade på olika antaganden. Detta innebär att vi har beräknat, eller kommit fram, inte till en väg, utan till ett flertal vägar att följa. På grund av detta blir underlaget för beslutsfattaren inte *ett* exakt utfall att planera för utan *flera* möjliga att ta hänsyn till vilka kommer att underlätta beslutsfattaren att skapa

sig en bild av hur verkligheten kan komma att bli beroende på, i detta fall, hur efterfrågan på en idrottsarenas platser utvecklas.

I rapportens andra modeller har vi visat hur tidserieanalys kan användas prognoser på olika typer av datamaterial som är vanligt förekommande i ekonomiska sammanhang. En viktig insikt som vi vill förmedla med vår rapport är att det svårt att ha en enda modell som fungerar på många olika tidsserier. Varje tidsserie har sina egna egenskaper vilket gör att beslutfattare som vill använda dessa modeller först måste ägna tid åt att reflektera över vilken modell som är mest lämplig för det aktuella datamaterialet innan någon modell kan tillämpas för att göra prognoser. En annan viktig insikt som vi vill förmedla är att prognoser ska tas för vad de är, inte ett säkert framtida scenario utan en i hög grad osäker förutsägelse baserad på den information som finns inbäddad i tidigare observationer av en variabel som är viktig för en verksamhet. Detta kan i sin tur användas som grund för planering av åtgärder för att vara förberedd för att möta den osäkra framtiden på bästa möjliga sätt. Så, om en korrekt tillämpning av de modeller vi presenterar i denna rapport används som en av flera komponenter i underlaget för att fatta beslut, tillsammans med en medvetenhet om de begränsningar som finns i alla former av prognosmakeri, kommer det att göra oss till mycket bättre beslutfattare än vi hade varit utan dessa prognosmodeller. Detta kommer att göra en osäker framtid inte till ett hot utan en möjlighet.

## 7 Referenslista

Bergström, R., (1988), *Prognoser i praktiken*, 1:4 uppl., Stockholm: Liber.

Ittig, P. T., (1997), *A Seasonal Index for Business*, *Decision Sciences*, 28 (2), pp. 335–355.

*Handbook of Seasonal Adjustment*, (2018), Eurostat.

Ittig, P. T., (2004), *Comparison of Efficient Seasonal Indexes*, *Journal of Applied Mathematics and decision Sciences*, 8(2), pp. 87–105.

Koontz, H. & Wehrich H., (2005) *Management: A global perspective*. Tata McGraw-Hill.

Saigal, S & Mehrotra D., (2012), *Performance Comparison of Time Series Data Using Predictive Data Mining Techniques*, *Advances in Information Mining*, 4(1), pp. 57–66

Sanders, N., (2015), *Forecasting Fundamentals*, Business Expert Press.

Schroeder, R., (2013), *Operations Management in the Supply Chain: Decisions and Cases*. McGraw-Hill

Shah, I. & Lisi, F., (2015), *Day-ahead electricity demand forecasting with nonparametric functional models*, Conference Paper.

Moskowitz, H., Wright, G. P., Franco, G., & Carlos, A. (1982). *Operations research techniques for management*. Investigación de operaciones.

## Förvaltningshögskolans rapporter

(pris inkl porto+moms)

20:157 Alexis Palma och Osvaldo Salas <i>Beslutsanalys och prognosmodeller. Simuleringar och fallstudier.</i>	90:-
20:156 Alexander Nilsson <i>Patientcentrerad vård. En systematisk litteraturstudie om konceptets förverkligande</i>	90:-
20:155 Ylva Norén Bretzer <i>Ordning och samordning. En utvärdering av 3 § LOV ordningsvakter i Gamlestaden, Göteborg.</i>	90:-
20:154 Sime Zupan <i>Lokaljournalistiken som blåslampa. Medias inverkan på redovisningskvalitet i svenska kommuner</i>	90:-
20:153 Petra Svensson (red) <i>Att styra på tvären. Tre studier om tvärsektoriell koordinering och dess aktörer i offentlig förvaltning</i>	140:-
19:152 Emilia Kahn och Amanda Lycke <i>Ömsesidigt förtroende eller rättsstatsprincipen? Vilket grundläggande värde prioriteras av EU-domstolen i förhandsavgöranden angående den europeiska arresteringsordern?</i>	90:-
19:151 Kerstin Bartholdsson, Louise Holm och Allison Östlund <i>Effektivitet och rättssäkerhet vid brandskyddstillsyn – utmaningar och målkonflikter för kommunala tjänstemän</i>	140:-
19:150 Petra Fogelholm, Jenny de Fine Licht, Peter Esaiasson <i>När beslutet fattas. När beslutet fattats. En studie av kommuners hantering av skolnedläggningar</i>	90:-
19:149 Sylwia Jedrzejewska <i>När hjärtat skriker av glädje och sorg. Hur faddrar påverkas av sitt frivilliga engagemang för ensamkommande flyktingbarn</i>	90:-
18:148 Magnus Thor <i>Revisionskvalitet i svenska kommuner. En studie om följsamhet mot redovisningsregleringen</i>	90:-
18:147 Louise Holm och Osvaldo Salas <i>Finanspolitiska åtgärder. En keynesiansk ansats</i>	90:-
18:146 Henry Bäck <i>Kommunrevisorers testamente</i>	90:-
18:145 Christoffer Matshede <i>Public Procurement and the Public-Private Value Conflict in the Transport Sector – A Research Model</i>	90:-
18:144 Kerstin Bartholdsson <i>Utveckling av medborgardialog – ett samarbete mellan Ale kommun och Ghanzi District i Botswana</i>	90:-

17:143 Lena Kindborg <i>64 % män. Kvinnor och män i kurslitteraturen vid Förvaltningshögskolan</i>	90:-
17:142 Robin Andersson <i>Samverkan i demokratins försvar. En studie om den offentliga sektorn, civilsamhället och arbetet mot våldsbejakande extremism</i>	140:-
17:141 Malin Isaksson <i>Kunskapsstaden Göteborg – varför och för vem? Tre organisationers syn på kunskap och Göteborg som kunskapsstad 2000–2016</i>	140:-
16:140 Therese Jakobsson och Helena Richardsson <i>Politik och förvaltning på nätet</i>	60:-
16:139 Carl Odhnoff <i>Att förstå EBP. Översättningar av idén om en evidensbaserad praktik i den svenska socialtjänsten</i>	60:-
16:138 Kerstin Bartholdsson och Ylva Norén Bretzer <i>Samordnande samverkan – En utvärdering av Samordningsförbundet Vänersborg/Mellerud</i>	60:-
16:137 Hanna Hellgren <i>Mellan pedagogisk professionalism och marknadsmässiga tekniker – Institutionella logiker i organisering av förskolan</i>	60:-
15:136 Nazem Tahvilzadeh <i>Socialt hållbar stadsutveckling? Stadsdelsnämnderna, stadsutvecklarrollen och sociala konsekvensanalyser i planeringen av Göteborgs stad.</i>	60:-
15:135 Gustaf Kastberg <i>Ändamålsenlig organisering. Förvaltningsstruktur, målkomplexitet och förändrad omvärld</i>	60:-
15:134 Inga-Lisa Adler <i>Medskapardemokrati. Interaktiva styrningsprocesser och medskapande dialogarbetssätt</i>	60:-
15:133 Johan Sandén <i>Mer papper, klokare barn? Hur lärares administrativa arbete kan påverka kvaliteten i skolan</i>	60:-
15:132 Andreas Lundstedt <i>Styrmedlens outtalade politik. En av studie av New Orleans kulturekonomiska landskap</i>	60:-
15:131 Kristofer Johansson <i>Den svenska polisens yrkeskultur. En studie av polisstudenters utbildningslitteratur</i>	60:-
14:130 Oliver Bjerhem och Peter Rundblom Andersson <i>Är ni med på noterna? En studie om kommunala redovisningsval och notavvikelser</i>	60:-
14:129 Anna Laurell och Jessica Moström Axelfelt <i>The Socio-Economic Impacts of CSR. A Case Study of Swedish-related Companies and Corporate Social Responsibility in Vietnam</i>	60:-
14:128 Louise Holm och Osvaldo Salas <i>Investeringskalkyl och beslutsteori. Verktyg för beslutsfattande under osäkerhet</i>	60:-
13:127 Maja Rhodin Edlund <i>Where did all the women go? Representation of women and men in the Standing Committees of the European Parliament</i>	60:-



13:126 Erik Bergman	
<i>Interkommunal samverkan – en nödoändig lösning på kommunala utmaningar</i>	60:-
13:125 Angelica Börjesson och Marcus Starcke	
<i>Politiska granskare. Den kommunala revisionens roll för kommunalt ansvarsutkrävande</i>	60:-
12:124 Mats Bengtsson och David Karlsson	
<i>Demokratins svängrum. Lokalpolitikens roll i den specialreglerade verksamheten</i>	60:-
12:123 Osvaldo Salas	
<i>Samhällsekonomska utvärderingar</i>	60:-
12:122 Marcus Johansson	
<i>De som jagar makt mellan himmel och jord. – Om det civila samhällets roll vid implementeringen av jaktpolitiska EU-direktiv.</i>	60:-
11:121 Oskar Johansson	60:-
<i>Lika men olika? – redovisning av effektivitet inom statliga myndigheter</i>	
11:120 Louise Skoog	
<i>Alla följer partilinjen – en studie om hur kommunpolitiker tolkar sitt mandat i praktiken</i>	60:-
10:119 Osvaldo Salas, César Villanueva och Rebecka Villanueva Ulfgård	
<i>Välståndspolitik under utveckling i Mexico</i>	60:-
10:118 Petra Svensson	
<i>”Den nya svenskinspirerade föräldrapenningen har haft avsedd verkan” - En studie om den tyska föräldraförsäkringens förändring ur ett jämställdhetsperspektiv</i>	60:-
10:117 Andrea Egerlundh och Isabella Enbågen	
<i>När det ideella blir offentligt... eller när det offentliga blir ideellt</i>	60:-
<i>En jämförande studie om möjligheten till ansvarsutkrävande i governance tidevarv</i>	
10:116 Elin Jakobsson	
<i>Global Policy Making on Climate Refugees – What is the Problem?</i>	60:-
10:115 Sara Bansmann	
<i>Bör staten försvara sig mot sina antagonister? Moderaternas och Socialdemokraternas ställningstaganden i FRA-frågan</i>	60:-
10:114 Margareta Lundberg Rodin	
<i>Chefer i korstryck. Att hantera krav i politiskt styrda organisationer</i>	60:-
10:113 Moa Aronsson	
<i>Medfinansiering Om relationen mellan stat och kommun i infrastrukturprojekt</i>	60:-
10:112 Richard Vahul	
<i>På väg mot en förbättrad kommunal redovisning. Konsekvenser av ett förändrat balanskrav</i>	60:-
09:111 Osvaldo Salas	
<i>Från utoandningsland till invandringsland. En analys av migrationsströmmar till och från Chile.</i>	60:-
09:110 David Ljung	
<i>Does Network Management Matter? The Coordination of Integration Policy Delivery at the Local Level in Sweden</i>	60:-
09:109 Johan Strömblad	
<i>Kan nätverksstyrning förenas med folkstyre? Stadsbyggnad, governance och demokrati i planeringen av Norra och Södra Ålestranden i Göteborg</i>	60:-

- 09:108 Gustaf Rönneklev  
*Att kasta pengar i sjön? En undersökning av nystartsjobbets direkta undanträngningseffekter* 60:-
- 09:107 Adiam Tedros  
*Lokala krisaktörer – Katastrofoolontärer eller profitörer? Den lokala krishanteringen i två kommuner under stormarna Gudrun och Per.* 60:-
- 08:106 Annika Berggren  
*Jämn könsfördelning på höga chefsnivåer. En studie om framgångsfaktorer* slut
- 08:105 Christina Alvelins och Gabriella Sjöman  
*Vem tar ansvar för de nollplacerade? Om rehabilitering och försörjning för sjuka utan inkomst* 60:-
- 08:104 Nathalie Munteanu  
*Det bästa av två världar. - En studie om kommunala självstyrande skolor som hybrider i det svenska utbildningssystemet.* 60:-
- 08:103 Helena Öhrvall  
*De nya moderaterna? Om moderaternas socialpolitik i retorik och praktik under perioden 1999-2007*
- 08:102 Lotta Valinder 60:-  
*Pengar är inte allt. En studie av fyra högstadieskolor i Mellansverige.*
- 08:101 Niklas Andersson 60:-  
*De som fiskar efter makt. Om svensk fiskepolitik och intresseorganisationernas inflytande.*
- 08:99 Andreas Ivarsson 60:-  
*Från Gudrun till Per – om kommunal krishantering, erfarenheter och förändring*
- 08:98 Lars Johansson 60:-  
*Tjänsteförseelse - Disciplinansvar och påföljder i rättspraxis*
- 08:97 Mathias Henriksson 60:-  
*Arenapolitik på 2000-talet – om kommuner som bestämmer sig för att satsa på en ny idrotts- och evenemangsarena*
- 08:96 Staffan Kling 60:-  
*Organisationskulturens betydelse för hantering av tomrum*
- 07:95 Andreas Gustavsson och Stefan Laang 60:-  
*Prat och handling – en studie om kommunernas pensionsredovisning.*
- 07:94 Osvaldo Salas 60:-  
*Miljöhänsyn lönar sig. Samhällsekonomiska följder av luftföroreningsminskningen i två peruanska städer: En cost-benefit-analys.*
- 07:93 Marie Persson 60:-  
*Lojalitet & Konflikt. - En studie av förstalinjenchefens delade lojalitet inom hemtjänsten.*
- 07:92 Emil Gustafsson, Michael Nilsson 60:-  
*Varför bäst i klassen?  
– En jämförandestudie av högstadieskolor i Göteborg*
- 07:91 Adrian Nählinder 60:-

*"Nej, gudskelov". Om (förekomsten av) styrning och påverkan av hur professionella organisationer arbetar med högskolans tredje uppgift.*

- 07:90 Osvaldo Salas 60:-  
*Rörligheten på arbetsmarknaden bland invandrare. En litteraturoversikt.*
- 07:89 Daniel Bernmar 60:-  
*Aktörer, nätverk och spårvagnar: EN studie i organiserandet av ett trafikpolitiskt projekt*
- 07:88 Viveka Nilsson 60:-  
*Genusperspektivet vid Sahlgrenska akademien*
- 06:87 Lena Lindgren 60:-  
*Arbetsmarknadspolitik "på det nedersta trappsteget". En utvärdering av projekt ENTER*
- 06:86 Sara Brorström 60:-  
*Något utöver det vanliga - en studie av sex kommunala projekt.*
- 06:85 Jane Backström 60:-  
*Inget är för evigt - en studie av sextimmarsdagen i Kiruna.*
- 06:84 Pierre Donatella 60:-  
*Bra och dåliga årsredovisningar - En studie om kvalitetsskillnader.*
- 06:83 Vicki Johansson red. slut  
*Tillsynens mångfasetterade praktik inom det sociala och hälso- och sjukvårdsområdet.*
- 06:82 Anders Björnsson 60:-  
*Max Weber - inblickar i en tid och ett tänkande.*
- 06:81 Alexander Baena 60:-  
*Varför slösas det samtidigt som det sparas? - en studie om budgetproblematik i kommunal verksamhet.*
- 06:80 David Karlsson 60:-  
*Den svenska borgmästaren. Kommunstyrelsens ordförande och den lokala demokratin.*
- 05:79 Kerstin Bartholdsson 60:-  
*Tre nyanser av grönt: Om betydelsen av kommunala miljöchefers personliga engagemang för miljön.*
- 05:78 Björn Brorström, Stellan Malmer, Viveka Nilsson 60:-  
*Varför tillväxt i kommuner? En studie av nyckelaktörers uppfattningar*
- 05:77 Thomas Vilhelmsson 60:-  
*Kommunala pensionsavsättningsbeslut.*
- 05:76 Henry Bäck, Folke Johansson & Adiam Tedros 60:-  
*Ledarskap och lokalsamhälle i lokal politik - Fyra politiska initiativ i Göteborg och Stockholm i komparativ belysning.*
- 05:75 Östen Ohlsson & Björn Rombach 60:-  
*Den friska organisationen.*
- 05:74 Henry Bäck, Nina Granqvist, Siv Sandberg, Sundback 60:-  
*Svenskt och finskt i kommunerna.*
- 5:73 Charlotta Ekman  
*Varför görs det ris i Åhus? Om mötet mellan näringslivspolitik och etableringsstrategi.*
- 05:72 Sven Siverbo (red.) 60:-

<i>Evolutionsteori för offentliga organisationer.</i>	
05:71 Nazem Tahvilzadeh	60:-
<i>Minoritetsmedier i Göteborgs Stad. En studie om integration, makt och icke-beslut i stadspolitiken.</i>	
05:70 Sven Siverbo	60:-
<i>Inkomstutjämning och kommunalekonomiska incitament</i>	
05:69 Andreas Ivarsson	60:-
<i>På väg mot paradoxala resultat? En studie av möjligheter till ökad handlingskraft genom resultatstyrning av sektorsövergripande frågor inom statsförvaltningen med jämställdhetspolitiken som exempel.</i>	
05:68 Sofie Cedstrand	60:-
<i>Idealism till salu? Om ideella organisationers strategival och dess demokratiska betydelse.</i>	
04:67 David Karlsson & Carina Andersson	
<i>84% män. Kvinnor och män i kurslitteraturen.</i>	60:-
04:66 Björn Brorström & Sven Siverbo	
<i>Skattehöjning enda lösningen? Om ekonomiska problem och behov av avceremonialisering och självständighet.</i>	60:-
04:65 Anders Falk	
<i>Varför lyckades Geriatriken? En fallstudie av två verksamhetsområdens implementering av balanserad styrkort inom hälso- och sjukvården.</i>	60:-
04:64 Daniel Lindin & Josip Mrnjavac	
<i>Varför blir det detta pris? En studie i hur kommuner sätter sina tomtpriser.</i>	60:-
04:63 Elisabeth Ravenshorst	
<i>Den sensuella organisationen . Ett perspektiv på kommuner och dess chefskap.</i>	60:-
04:62 Katrin Söderlind	
<i>Målstyrning av grundskolan. En fallstudie i Partille kommun.</i>	60:-
04:61 Henry Bäck och Maritta Soininen	
<i>Politisk annonsering eller nätverkande? Uppföljning och utvärdering av partiernas särskilda informationsinsatser till invandraväljare vid 2002 års val.</i>	60:-
04:60 Anette Gustafsson	
<i>Vem är feminist? Om politiska könsideologier i svensk kommunpolitik.</i>	60:-
04:59 Henry Bäck	
<i>Av de många ett. Västra Götlandsregionens politiker. Partipolitiska och territoriella skiljeliner Göteborg: Förvaltningshögskolan.</i>	60:-
04:58 Tobias Johansson	
<i>Kollision eller konfirmation? - Ett möte mellan transaktionskostnadsteorin och kommunal äldreomsorg.</i>	60:-
04:57 Anna Berg och Charlotta Fagring	
<i>Internationella reglers påverkan på kommunal redovisning -Ett resultat av anpassning eller anpassning som ett resultat</i>	60:-
04:56 Aida Alic och Pernilla Wallén	
<i>Centralisera mera? Hur organiseras inköpsfunktionen i en kommun för en bättre efterlevnad av LOU?</i>	60:-
03:55 Mats Lindblad	

Perspektiv på europeisk integration i svensk riksdag. Jämförande analyser av riksdagsdebatterna om grundlagsändringarna 1994 och 2003 angående överlåtelse av beslutsrätt till EG/EU. 60:-

03:54 Mia Davidsson  
*Kommunala upphandlare - En studie om hur de fattar beslut.* 60:-

03:53 Mats Bengtsson  
*Kvinnor och Män i lokalpolitiken.* 60:-

03:52 Peter Arkevåg, Björn Brorström, Carina Andersson och Tobias Johansson  
*För bra för för få - Årsredovisningar inom staten.* 60:-

03:51 Johan Berlin och Eric Carlström  
*Balans eller nonchalans? - En studie av kommuner som beviljats extra finansiellt stöd av staten.* 60:-

03:50 Roger Andersson  
*Praktisk kommunal upphandling.* 60:-

03:49 Carina Andersson med flera  
*Intervjuer.* 60:-

03:48 Kajsa Värna och Birgitta Örnfeldt  
*Långlivade förvaltningschefer - strateger som verkar utan att synas.* 60:-

02:47 Paula Rodrigo Blomqvist  
*Från assimilation till separation. Den finska invandrargruppens krav på finskspråkig undervisning.* 60:-

02:46 Henry Bäck, Gunnar Gjelstrup, Folke Johansson, Jan Erling Klausen (red)  
*Lokal politik i storstad - stadsdelar i skandinaviska storstäder.* 60:-

02:45 Lena Andersson-Felé  
*När gamla vårdar ännu äldre ...* 60:-

02:44 Björn Brorström och Sven Siverbo  
*Framgångsrik vändning.* 60:-

02:43 Ann-Charlotte Bengtsson och Eva-Britt Pettersson  
*Modell för kvalitetsmätning inom äldreomsorgen - Finns det något samband mellan kvalitet och kostnad?* 60:-

02:42 Joacim Rydmark  
*Beslut under osäkerhet - En experimentell mikrovärldsstudie av metoder för att hantera osäkerhet vid ledning och beslutsfattande i komplexa och dynamiska miljöer.* 60:-

02:41 Anna Holmqvist  
*Beslutsprocesser och investeringskalkyler i fastighetsbranschen. En jämförelse mellan allännyttiga och börsnoterade fastighetsbolag.* 60:-

02:40 Carina Andersson  
*Tidens ekonomi.* 60:-

02:39 Patrik Johansson  
*Vem tar notan? Skandaler i svensk offentlig sektor.* 60:-

02:38 Conny Pettersson  
*Från Global idé till lokal praktik - Om näringspolitik för hållbar utveckling.* 60:-

02:37 Gustaf Kastberg

- Omsorg om Marknaden - En studie av hur reglerna på en offentlig marknad skapas och förändras. 60:-  
01:36 David Karlsson  
*Sveriges kommunala kulturpolitiker.* 60:-
- 01:35 Anders Björnsson  
*Systemskiften - En explorativ essä.* 60:-
- 01:34 Henry Bäck, Sven Siverbo och Björn Brorström  
*Ny politisk organisation i Härryda och Stenungsund.* 60:-
- 01:33 Maria Palm  
*Maxtaxa - en studie av nytt avgiftssystem inom den kommunala barnomsorgen.* 60:-
- 01:32 Alexandra Jönsson  
*Den sociala dialogen i EU och jämställdheten i Europa.* 60:-
- 01:31 Björn Brorström och Pär Falkman  
*Kommunal redovisning - teoriutveckling.* 60:-
- 01:30 Niklas Theodorsson  
*Det lokala uppror - Om aktionsgrupper i den kommunala demokratin.* 60:-
- 00:29 Theresa Larsen  
*Kommunerna som arbetsgivare.* 60:-
- 00:28 Björn Brorström  
*Kommunalekonomen - några funderingar om förutsättningar, förhållningssätt och professionell utveckling.* 60:-
- 00:27 Östen Ohlsson & Björn Rombach  
*Organisationspyramiden och Buridans Åsna - en lagom teori.* 60:-
- 00:26 Jenny Svärd  
*Bestående nätverk - en studie av den sociala dimensionens betydelse.* 60:-
- 00:25 Lillemor Bergman och Virginia Leinen  
*Ekonomisk information i världen - en studie om styrmodellens påverkan på förhållningssättet till ekonomisk information.* 60:-
- 00:24 Rolf Solli, Peter Demediuk and Rob Sims  
*Chief Finance Officer in local government - Sweden vs Australia.* 60:-
- 00:23 J. Henrik Bergström  
*Hur ölskatterna sänktes - Om lobbning, pilsner och pluralism.* 60:-
- 99:22 Björn Brorström  
*Institutioner och institutionell förändring Perspektiv, teori och tillämpning på kommunal utveckling.* 60:-
- 99:21 Ylva Mühlenbock  
*När det lokala tar hand om det centrala Hur två kommuner omvandlar den statliga styrningen av skolan.* 60:-
- 99:20 Malgorzata Erikson  
*Frihet inom rollen - den politiska ledningens betydelse för en kommuns utveckling i ett längre perspektiv.* 60:-
- 99:19 Sven Siverbo

<i>Kommuner och ekonomisk kris - en studie av kommuner som sökt extra finansiellt stöd av staten.</i>	60:-
99:18 Pär Falkman	
<i>Statlig redovisning ur två perspektiv.</i>	60:-
98:17 Anette Gustafsson, David Karlsson och Paula Rodrigo Blomqvist	
<i>Forskning att räkna med - tre kvantitativa studier om den lokala demokratins förutsättningar.</i>	60:-
98:16 Katarina Orrbeck	
<i>Finansiella rapporter och ekonomiska krav - politikernas perspektiv.</i>	60:-
98:15 Björn Brorström och Rolf Solli	
<i>Ekonomistyrning har betydelse.</i>	slut
98:14 Björn Rombach	
<i>Nöjdhetsmätningar - en kritisk granskning av attitydundersökningar i sjukvården.</i>	slut
98:13 Björn Brorström, Henry Bäck, Sven Siverbo och Annika Svensson	
<i>Ingen nämnd - Stenungsunds modell för vitalisering av kommunalpolitiken.</i>	60:-
98:12 Henry Bäck och Folke Johansson	
<i>Politisk decentralisering i skandinaviska storstäder.</i>	60:-
98:11 Sven Siverbo	
<i>Kapacitet att handla? Om politisk styrning och omprövning av verksamhet på lokal nivå.</i>	60:-
97:10 David Karlsson	
<i>Kommunerna och rättvisan.</i>	60:-
97:9 Patrik Johansson och Jonas Persson (red)	
<i>KommunAktuellt nummer 5 1997 – sju betraktelser.</i>	60:-
97:8 Björn Brorström och Bo Hallin	
<i>Varför är kommuner framgångsrika? En studie av framgångens kännetecken och orsaker.</i>	slut
97:7 Östen Ohlsson och Björn Rombach	
<i>Res pyramiderna.</i>	60:-
97:6 Hasse Ekstedt och Stellan Malmer	
<i>Ränta är priset för att vänta - En analys av den kommunala kalkylräntan.</i>	60:-
97:5 Björn Brorström, Rolf Solli och Östen Ohlsson	
<i>Minihandbok i utvärdering.</i>	slut
96:4 Anna Cregård och Patrik Johansson	
<i>89 % män – Vem skriver kurslitteraturen?</i>	60:-
96:3 Rolf Solli	
<i>Kommunalekonomen i imperfektum, presens, futurum eller i cyberspace.</i>	slut
96:2 Henry Bäck och Maritta Soinen	
<i>Invandrarna, demokratin och samhället.</i>	60:-
96:1 Björn Brorström och Björn Rombach	
<i>Kommunal förändringsobenägenhet.</i>	60:-

