

# Störningshantering och produktionsplanering inom processindustrin

Anna Lindholm, Reglerteknik, Lunds Tekniska Högskola

En populärvetenskaplig sammanfattning av doktorsavhandlingen

*Hierarchical Scheduling and Utility Disturbance Management in the Process Industry*, oktober 2013.

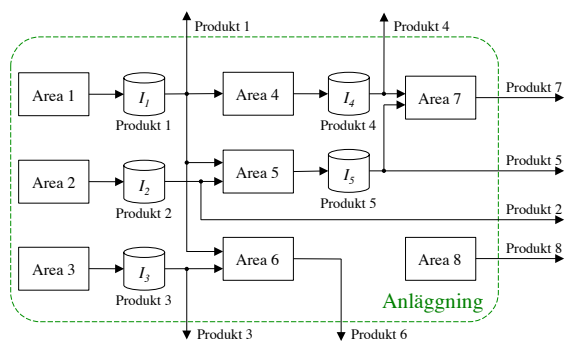
Avhandlingen kan laddas ner via [www.control.lth.se/Publications.html](http://www.control.lth.se/Publications.html).

Processindustrier är typiskt råvarubaserade, energi- och kapitalintensiva industrier som tillverkar produkter för andra producerande företag. Några exempel är massa- och pappersindustrin, kemi- och plastindustrin och gruvindustrin. Den kemiska processindustrin producerar kemikalier som t.ex. polyoler, syror och estrar. Dessa ämnen går oftast inte direkt till konsumenter utan säljs vidare till andra företag, där de används till exempel som tillsatsämnen i färg, eller för att producera repfria skärmar till mobiltelefoner.



En processindustriell anläggning i Stenungsund.

En processindustriell anläggning består ofta av flera fabriker, eller *areor*, som producerar antingen biprodukter eller slutprodukter. Areorna är ofta kopplade så att en area producerar en produkt som i sin tur är råmaterial till en annan area. Detta gör att anläggningen kan beskrivas som ett nätverk av areor. Mellan areorna kan det finnas lager av produkterna, ofta i form av bufferttankar i den kemiska processindustrin.



Kopplade produktionsareor på en anläggning.

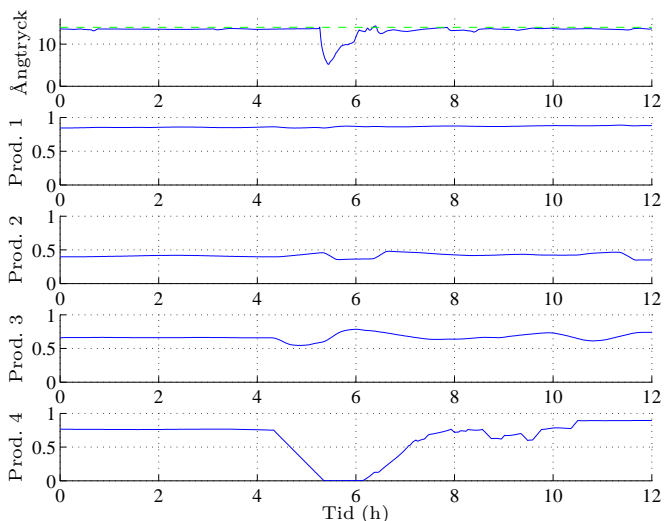
Inom processindustrin är det mycket vanligt att stödmaterial, eller *utilities*, såsom ånga och kylvatten används i produktionen. Utilities delas ofta mellan flera produktionsareor på en anläggning, vilket gör att en störning i funktionerna hos en utility troligtvis påverkar stora delar av anläggningen. För att minska de ekonomiska förlusterna på grund av störningar på utilities måste de tillgängliga resurserna av varje utility fördelas på ett bra sätt mellan de areor som använder dem då en störning inträffar. Eftersom man måste ta hänsyn både till kopplingarna mellan areor på grund av produktionsflödet, nivåerna i bufferttankar mellan areorna och lönsamheten för olika produkter är det inte självklart hur tillgången av utilities ska fördelas.



Kyltorn på en processindustriell anläggning.

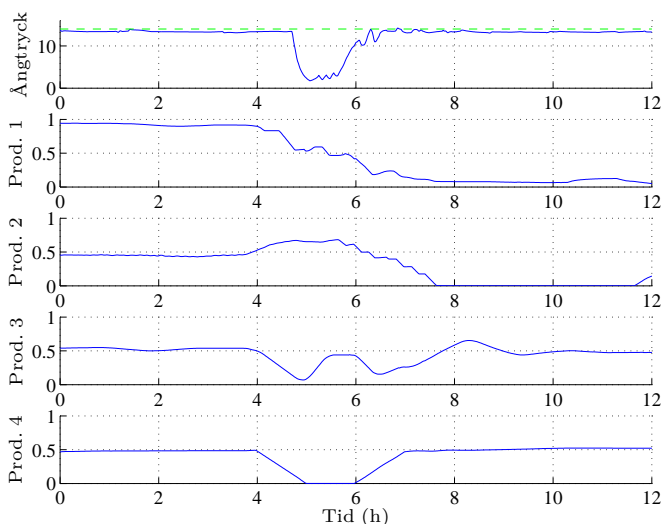
Man kan särskilja två typer av störningshantering för utilities då syftet är att minska de ekonomiska förlusterna: proaktiv och reaktiv störningshantering. Proaktiv störningshantering innebär att man försöker minska förlusterna på grund av utility-störningar i framtiden, till exempel genom att satsa på att förbättra funktionen hos den utility som orsakar störst förluster. Reaktiva störningshanteringsstrategier föreslår hur en störning ska hanteras då den inträffar, till exempel hur den tillgängliga ångan ska fördelas mellan areorna på en anläggning då en ångpanna fungerar dåligt och orsakar en dipp i ångtrycket. Hur mycket ånga som tilldelas en area påverkar i sin tur hur mycket som kan produceras i arean, vilket gör att

störningshanteringsstrategin påverkar hur produktionen styrs på anläggningen. Ett exempel taget från en riktig processindustriell anläggning visas i figuren nedan. Här kan vi se en störning där ångtrycket har minskat under en period. Under ångtrycksstörningen kunde full produktion inte upprätthållas utan operatörerna på anläggningen var tvungna att minska produktionen av några produkter. Hur detta gjordes visas i samma figur.



Ångtrycksstörning – Exempel I.

Som man kan se i figuren hanterades ångtrycksstörningen genom att dra ner på produktionen av produkt 4 under en tid. Ett annat exempel på en ångtrycksstörning på samma anläggning visas i figuren nedan.



Ångtrycksstörning – Exempel II.

I denna figur kan man se att störningen hanterades genom att huvudsakligen dra ner på produktionen av produkt 1 och 2, vilket visar att en liknande störning kan hanteras på olika sätt. Idag finns det på de flesta

anläggningar inget beslutsstöd för hur man ska hantera den här typen av störningar för att förlusterna ska minimeras, utan produktionen körs helt och hållet baserat på personalens erfarenheter.

Eftersom reaktiva störningshanteringsstrategier för utilities involverar råd för hur produktionen på en anläggning ska styras blir detta tätt kopplat till produktionsplanering. En produktionsplan för en anläggning är en plan för hur mycket som ska produceras av varje produkt under en viss tidsperiod, till exempel hur mycket som ska produceras varje dag under en månad. Planen görs bland annat utifrån information om vilka ordrar som finns för produkterna, vilka ordrar som beräknas inkomma och vilka transporter som är planerade. För att planeringen ska fungera bra måste den koordineras med produktionsstyrningen som görs då störningar på utilities inträffar. Om en störning till exempel gör att det produceras för lite av en viss produkt under en dag måste planen göras om så att man kan köra ikapp och ta igen den förlorade volymen.

I avhandlingen *Hierarchical Scheduling and Utility Disturbance Management in the Process Industry* presenteras en generell metod för att minska de ekonomiska förlusterna på grund av störningar på utilities. Metoden behandlar identifiering av störningar på utilities, uppskattning av förlusterna på grund av dessa störningar och presenterar både proaktiva och reaktiva strategier för att minska förlusterna i framtiden. För att kunna använda metoden behövs en modell av anläggningen och dess utilities, som beskriver hur produktionen påverkas då någon utility inte fungerar perfekt. I avhandlingen presenteras en enkel modelleringsmetod, som sedan används för att hitta den optimala tilldelningen av utilities till varje area då tillgången är begränsad. Detta görs genom att ta hänsyn till bland annat lönsamheten för varje produkt, kopplingen mellan olika produktionsareor och begränsningar på produktionstakter och lager. Givet en prediktion av hur man tror att en störning på en utility kommer att se ut i framtiden fås ett förslag på hur produktionen i varje area ska köras under denna tidsperiod, och hur bufferttankarna på anläggningen ska utnyttjas för att de ekonomiska effekterna av störningen ska bli så små som möjligt. I avhandlingen kopplas detta även ihop med produktionsplanering, så att månadsplaneringen av produktionen och den dagliga störningshanteringen koordineras på ett bra sätt. För att ge ytterligare beslutsstöd för störningshantering presenteras dessutom en metod för att ta fram modeller för vanliga utility-störningar, som till exempel störningar i ångtryck och kylvattentemperatur. Fokus i avhandlingen har varit på den kemiska processindustrin, men metoderna har formulerats på ett generellt sätt för att kunna vara användbara även för andra typer av processindustriella anläggningar. Metoderna som presenteras i avhandlingen har testats i fallstudier på Perstorps anläggning i Stenungsund, och på enkla case som är designade för att efterlikna verkliga processindustriella anläggningar.