

Thesis 195

En effektivare asfaltprocess -från tillverkning till utläggning

Anders Tykesson



Trafik och väg
Institutionen för Teknik och samhälle
Lunds Tekniska Högskola, Lunds universitet

En effektivare asfaltprocess

-från tillverkning till utläggning

Anders Tykesson

Thesis / Lunds Tekniska Högskola,
Institutionen för Teknik och samhälle,
Trafik och väg, 195

ISSN 1653-1922

Anders Tykesson

En effektivare asfaltprocess –från tillverkning till utläggning

2010

Ämnesord:

Asfaltprocess, effektivitet, produktionsplanering, planeringsstruktur, tidsbuffert,

Referat:

Rapportens syfte är att föreslå hur asfaltprocessen, från tillverkning till utläggning, ska planeras för ökad effektivitet. Med hjälp av teoristudier och en nulägesbeskrivning har asfaltprocessen beskrivits och analyserats ur ett logistiskt och företagsekonomiskt perspektiv. Resultatet från dessa studier visar dels vilka effektiviseringspotentialer som finns och dels vad som krävs för att uppnå effektivitet. Det som i första hand krävs är en stabil och hållbar planering. I rapporten identifieras tre huvudsakliga hinder mot en hållbar planering; förseningar, oförutsedda händelser samt kundens krav. Dessa tre hinder omsätts till tre frågeställningar som ligger till grund för en ny planeringsstruktur. Med jämförelser från andra branscher och studier av planeringsteorier har ett förslag till en ny planeringsstruktur skapats vars huvudsakliga syfte är att, med hjälp av bl.a. tidsbuffertar och frystider, göra planeringen hållbar. Strukturens rimlighet testas med hjälp av intervjuer med erfarna personer, och slutsatserna är att asfaltverksamheten i princip redan arbetar enligt föreslagen struktur. Däremot är de variabler som måste ingå i strukturen för att den ska vara värdefull inte fastställda på ett optimalt sätt, vilket gör detta examensarbete till en grund inför fortsatta undersökningar.

English title:

A more efficient asphalt process –from manufacturing to paving

Citeringsanvisning:

Anders Tykesson, En effektivare asfaltprocess –från tillverkning till utläggning. Lund, Lunds Tekniska Högskola, Institutionen för Teknik och samhälle. Trafik och väg 2010. Thesis. 195

Institutionen för Teknik och samhälle
Trafik och väg
Lunds Tekniska Högskola, LTH
Lunds Universitet
Box 118, 221 00 LUND

Traffic and Roads
Department of Technology and Society
Faculty of Engineering, LTH
Lund University
Box 118, SE-221 00 Lund, Sweden

Förord

Detta examensarbete är avslutningen på civilingenjörsutbildningen Väg och Vatten. Examensarbetet utfördes vid avdelningen för Trafik och Väg vid Institutionen för Teknik och Samhälle vid Lunds Tekniska Högskola samt Region Asphalt och Betong Syd vid Skanska Sverige AB. Jag har en viss koppling till Asphalt och Betong Syd i det att jag har arbetat som asfaltarbetare i uppskattningsvis 20 månader, före och under civilingenjörsutbildningen. Samtidigt som examensarbetet utfördes praktiserade jag i ungefär fyra månader som arbetsledare vid Distrikt Beläggning Syd. Examensarbetet initierades av Per Smidfeldt, distriktschef Beläggning Syd, tillsammans med Skanskas utvecklingsprojekt Asphalt 20-10. Tack till mina handledare Per Ekendahl vid Skanska, samt Sven Agardh vid LTH. Tack även till min examinator Monica Berntman.

Lund, december -2008

Anders Tykesson

1	Inledning	- 1 -
1.1	Problembakgrund	- 1 -
1.2	Introduktion till Region Asphalt och Betong Syd	- 1 -
1.2.1	Verksamhet och organisation	- 2 -
1.2.2	Geografisk placering	- 2 -
1.2.3	Kundkrets	- 3 -
1.2.4	Strategi och Ledning	- 4 -
1.3	Syfte och frågeställning	- 4 -
1.4	Förkortningar/begrepp	- 5 -
2	Metod	- 5 -
2.1	Val av synsätt	- 5 -
2.2	Datainsamling	- 9 -
2.2.1	Primär- och sekundärdata	- 9 -
2.2.2	Litteraturstudie	- 9 -
2.2.3	Observationer	- 10 -
2.2.4	Intervjuer	- 10 -
2.3	Genomförande av analys	- 10 -
2.4	Avgränsningar	- 11 -
3	Teori	- 12 -
3.1	Effektivitet	- 12 -
3.1.1	Yttre och inre effektivitet	- 12 -
3.1.2	Effektivitetsdimensioner	- 13 -
3.1.3	Effektivitetsvariabler	- 14 -
3.2	Teorier om effektiv produktion	- 14 -
3.2.1	Toyota Production System	- 15 -
3.2.2	Scania Production System	- 18 -
3.2.3	Lean construction	- 20 -
3.2.4	Baksidorna av Lean Production/construction	- 21 -
3.2.5	Critical path	- 21 -
3.2.6	Last Planner System	- 22 -
4	Empiri	- 28 -
4.1	Asfaltprocessen	- 28 -
4.1.1	Kostnadsfördelning	- 30 -
4.1.2	Kartläggning av asfaltprocessens aktörer	- 31 -
4.1.3	Planering och produktionsstyrning	- 32 -
4.2	Asfaltbranschen	- 34 -
4.2.1	Asfaltbranschens svårförutsägbara natur	- 34 -
4.2.2	Kundrelationer	- 35 -
4.2.3	Framgångsfaktorer	- 35 -
4.3	Effektivitet i asfaltbranschen	- 36 -
4.3.1	Negativa faktorer för effektiviteten	- 39 -
4.4	Specificering av hinder för en effektiv asfaltprocess	- 39 -
4.4.1	Förseningar	- 39 -

4.4.2	Oförutsedda händelser	- 40 -
4.4.3	Kundens krav	- 40 -
4.5	Erfarenheter från andra branscher	- 41 -
4.5.1	Färdigbetongtillverkning	- 41 -
4.5.2	Mejeri	- 41 -
4.5.3	Sjukvård	- 42 -
5	Diskussion	- 43 -
5.1	Lean och asfaltbranschen	- 43 -
5.1.1	En möjlig Lean-koppling?	- 44 -
5.2	Effektivitetspotentialer	- 45 -
5.2.1	Effektivitet och dess förutsättningar	- 45 -
5.3	Sammanfattande diskussion	- 47 -
5.3.1	Slutsatser av diskussion	- 48 -
5.4	Frågeställningar	- 48 -
6	Analys och förslag	- 48 -
6.1.1	Hantering av oförutsedda händelser inom planeringens ram	- 48 -
6.1.2	Minimering förseningar vid utläggning	- 49 -
6.1.3	Att bemöta kundens krav	- 51 -
6.1.4	Planeringssekvens	- 51 -
6.1.5	Förslag till planeringsstruktur	- 54 -
6.2	Förankring av förslag till planeringsstruktur	- 56 -
6.2.1	Slutsatsernas rimlighet	- 56 -
6.2.2	Strukturens rimlighet	- 56 -
6.2.3	För- och nackdelar	- 57 -
7	Slutsatser och rekommendationer	- 58 -
7.1	Förslag till fortsatt utveckling	- 58 -
8	Referenser	- 59 -
9	Bilagor	- 61 -

Sammanfattning

Ett av Skanska Sveriges mål är att minska kostnaderna för asfaltbeläggningar genom att industrialisera byggprocessen. Genom att se över asfaltverksamhetens ingående processer ska ett bättre utnyttjande av befintliga resurser kunna ske.

Asfaltprocessen består av tillverkning, transport och utläggning. Asfalttillverkning är en tillverkningsprocess, där råmaterial (stenmaterial, bitumen och tillsatsmedel) förädlas till asfalt. Asfaltutläggning ses lämpligen ur utläggningsenheternas perspektiv då deras arbete är en ständigt pågående kedja av olika stora projekt som utförs över stor geografi. Asfalttransporter har avgränsats från examensarbetet.

Detta examensarbete behandlar asfaltprocessen med fokus på planering. Syftet är att skapa ett förslag till hur asfaltprocessen ska planeras för att öka effektiviteten.

För att uppnå detta syfte har den övergripande arbetsgången haft en så kallad *mål-medel-orientering*. Detta innebär att först konstatera att ett problem föreligger i det reella systemet, där systemet i detta fall är asfaltprocessen. Problemet kan sägas vara en brist på måluppfyllelse, där målet är en effektivare asfaltprocess. Därefter vidtar en systemanalys med syftet att formulera problemet. Att analysera ett system innebär att kartlägga mönster och bestämma finalitetssamband. Insamling av data till systemanalysen sker genom nyttjande av sekundärt material, direkta observationer och intervjuer. Efter kartläggning av problemet utformas en ny systemkonstruktion med stöd av ytterligare datainsamling.

Systemanalys

Systemanalysen i examensarbetet innehåller en beskrivning av asfaltprocessen från tillverkning till utläggning, samt hur planering och produktionsstyrning av de olika delarna sker. Dessutom beskrivs inbördes relationer mellan aktörer som är kopplade till asfaltprocessen.

För att skapa en bild av asfaltbranschen, beskrivs denna med avseende på kundrelationer, framgångsfaktorer, samt svårigheten i att planera med framförhållning.

Med hjälp av teoristudier har de effektivitetsvariabler som är viktiga för asfaltprocessens respektive delar identifierats. Ytterligare teoristudier har visat vad som kan höja effektiviteten i dessa variabler. En effektiv asfaltprocess har högt resursutnyttjande av både tillverkning och utläggning. För asfaltverksamhetens kunder är leveransprecision, ledtid och flexibilitet viktiga effektivitetsvariabler. Högt resursutnyttjande erhålls om asfaltverket kan producera med kort- och långsiktig jämnhet samtidigt som beläggningsenheterna kan producera utan störningar och enligt en optimal geografisk rutt.

Tillverkning och utläggning är sammankopplade i ett dragande (pull) system där asfaltverket tillverkar på utläggningens önskemål med mycket kort ledtid. Detta gör att variationer i beställningsmängd skapar variationer i tillverkningsmängd. Variationer i tillverkningsmängd gör att asfaltverkets resursutnyttjande blir lidande, vilket i sin tur kan

skapa problem för utläggningen i det att brist i asfaltleveranserna kan uppstå. Alltså gäller att:

- Förutsättning för en optimal process är en jämn produktion i alla led.

Faktorer som hindrar effektivitet vid utläggning, men som inte beror på asfaltverket, har examensarbetaren delat upp i tre avsnitt; oförutsedda händelser, förseningar samt kundens krav. Denna uppdelning beror på att hindren måste angripas på olika sätt.

Att höja asfaltprocessens effektivitet kräver att resurserna planeras noggrant med god framförhållning i en optimal sekvens för asfaltprocessens alla delar. Men även om planering av utläggningsverksamheten och tillverkningen teoretiskt kan planeras i en gemensamt optimal sekvens, blir det svårt att få denna sekvens att hålla eftersom utläggningsverksamheten är relativt svåröversäglig. Trots detta kvarstår faktum:

- En jämn produktion kräver framförhållning, vilket i sin tur kräver en hållbar planering.

För att komma till rätta med hållbarheten i planeringssekvensen måste de faktorer som gör planeringen ohållbar hanteras. Dessa faktorer kan sägas vara samma faktorer som hindrar utläggningsverksamhetens effektivitet:

- Följande faktorer är hinder för en hållbar planering:
 - Oförutsedda händelser som idag inte hanteras
 - Förseningar av olika slag i samband med utläggning
 - Kundens krav på leveranstider som ger en ojämn produktion

Således ligger problemets kärna i ovanstående tre faktorer, och den övergripande frågeställningen kan brytas ner till tre mer specifika frågeställningar:

- Hur bör oförutsedda händelser hanteras inom planeringen?
- Hur minimeras förseningar vid utläggningen?
- Hur bemöts kundens krav (ledtid, leveransprecision och flexibilitet) inom en planering som syftar till en jämn produktion?

Med dessa tre frågeställningar som förlaga konstrueras i examensarbetet ett nytt system, eller en ny *planeringsstruktur*.

Systemkonstruktion

Med idéer från tillverkningsindustrin (i examensarbetet exemplifierad av Toyota och Scania), intervjuer med representanter från tre olika branscher (som alla har likheter med asfaltbranschen, fast på olika sätt), samt studier av planeringsteorier har ett förslag till en planeringsstruktur skapats. Denna strukturs syfte är att göra planeringen hållbar; en grundförutsättning för att kunna planera beläggningsverksamheten i en optimal sekvens. Detta innebär att planera in beläggningsobjekt i en sekvens som skapar en jämn beställningsgrad för asfaltverket samtidigt som kundernas önskemål tillfredställs och beläggningsenheternas geografiska rutt beaktas. Dessutom måste ett beläggningsobjekt uppfylla ett antal krav innan det får läggas in i en slutlig planeringssekvens. Detta för att objektet med största sannolikhet ska kunna utföras utan hinder inom planerad tid. Hållbarheten i den optimala sekvensen skapas genom användande av tidsbuffertar och frystider.

Tillämpning

För att avgöra planeringsstrukturens rimlighet har ett antal intervjuer gjorts inom beläggningsverksamheten. Den viktigaste slutsatsen av dessa intervjuer är att planering inom verksamheten i princip redan sker enligt den föreslagna strukturen. Däremot är de variabler som måste ingå i strukturen för att den ska vara värdefull inte fastställda på ett optimalt sätt. Värdet med examensarbetet är att den struktur som presenterats kan ligga till grund för ytterligare undersökningar som syftar till att fastställa optimala variabler till strukturen.

Slutligen ges förslag på fortsatt utveckling av planeringsstrukturen, en utveckling som är nödvändig för att examensarbetets förslag ska kunna användas för att skapa en effektivare asfaltprocess.

- Kundstyrning.
En förutsättning för den föreslagna strukturen är möjligheten att styra kundernas önskemål så att beläggningsobjekt kan utföras i en sekvens som är optimal för beläggningsverksamheten.
- Lämpliga periodbuffertar för olika typer av beläggningsenheter.
Jämförelse mellan planerade objekts utförandetid och verkliga utförandetider kan ge en uppfattning om förseningsgrader för olika beläggningsenheter och ligga till grund för att fastställa lämpliga bufferttider.
- Lämplig tid för fryst sekvens.
Den frysta sekvensens längd får inte överstiga förarbetesresursernas ledtid. Det kan därför vara lämpligt att basera frystidens längd på en undersökning av förarbetestider.

Summary

One of Skanska Sweden's goal, as part of efforts to industrialize the building process, is to reduce the cost of asphalt. By reviewing the asphalt business processes involved, a better use of existing resources could be made.

The asphalt process consists of manufacturing, transportation, and paving. Asphalt manufacturing is a manufacturing process, where raw materials (aggregate, bitumen and additives) is refined to asphalt. Asphalt paving is seen preferably from the paving units perspective while their work is a continuous chain of various projects carried out over a large geography. Asphalt transportation is delimited from this thesis.

This thesis deals with the asphalt process with a focus on planning. The aim is to create a proposal for how the asphalt process should be planned to increase efficiency.

To achieve this purpose, the main method of work has had a so called goal-means-orientation. This method consists of a number of steps, which are: establish the problem (the problem in this case is the lack of a more efficient asphalt process), analyze the system, construct a new system and, finally, apply the new system.

All of these steps requires data, which has been gathered through literature studies, interviews and direct observations.

System analysis

The system analysis in this thesis contains a description of the asphalt process from manufacturing to paving, and how planning and production management of the different parts are carried out. It further describes the internal relations between the actors of the asphalt process.

To create an image of the asphalt industry as whole, this industry is described regarding customer relations, success factors, and the difficulty in planning with foresight.

Using theory studies, variables of efficiency that are important for the asphalt process and its components has been identified. Further theoretical studies have shown what can increase the effectiveness of these variables. An effective asphalt process has high resource utilization of both the manufacturing and paving. For the asphalt company's clients, important performance variables are delivery precision, lead time and flexibility. High resource utilization is achieved if the asphalt plant can produce with short-and long-term smoothness while paving units can produce without interference and according to an optimal geographical route.

Manufacturing and paving are interconnected in a pull system where the asphalt plant produces on the paving activities requests with very short lead time. This means that variations in the order quantity creates variations in production volume. Variations in production volume means that the asphalt plant resource utilization will suffer, which in turn can create problems for the paving activities because shortage of asphalt supplies may occur. Thus, the following applies:

- A prerequisite for an optimal process is a steady production at every stage.

Factors that hinder the effectiveness of paving, but not due to asphalt plant, is divided into three sections; unforeseen circumstances, delays and customer requirements. This breakdown is due to the fact that these obstacles must be tackled in different ways.

Raising efficiency in the asphalt process requires that resources are carefully planned with good foresight in an optimal sequence for all parts in the process. But even if the planning of asphalt manufacturing and paving theoretically can be planned together in a optimal sequence, it becomes difficult to keep the sequence stable, as the asphalt business is relatively difficult to forecast. Despite this, the following fact remains:

- A steady production requires advance planning, which in turn requires a sustainable planning.

In order to address sustainability in the planning sequence, the factors that make planning unsustainable must be managed. These factors can be considered the same factors that prevent efficiency during asphalt paving:

- The following factors prevent sustainable planning:
 - Unforeseen events that are currently not handled
 - Delays of various kinds related to paving
 - The customer have different demands regarding delivery times, which gives an uneven production

Thus, the crux lies in the three factors above, and the overall issue can be broken down into three more specific questions:

- How should unforeseen events be handled in the planning?
- How are delays minimized during paving?
- How should one consider the customers requirements (lead time, delivery precision and flexibility) in a planning aimed at consistent production?

With these three issues as foundation, this thesis handles the design of a new planning system.

System design

With ideas from the manufacturing sector (in the thesis exemplified by Toyota and Scania), interviews with representatives from three different industries (all of which have similarities with the asphalt industry, but in different ways), and studies of planning theories, a proposal for a planning structure have been created. The purpose of the structure

is to make planning sustainable, a basic requirement in order to plan the paving operations in an optimal sequence. This means planning the paving operations in a sequence that creates a constant demand rate for the asphalt plant, while customers' preferences are satisfied and the geographical route of the paving units are considered. In addition, a paving object must meet a number of requirements before its allowed to enter the final planning sequence, to maximize the probability that the object is carried out without hindrance within the planned timeframe. Sustainability of the optimal sequence is created through the use of time buffers and freezing times.

Implementation

In order to determine the reasonableness of the planning structure, a number of interviews has been made in the paving operation. The main conclusion of these interviews is that planning is already carried out according to the principles of the proposed structure. By contrast, the variables that must be part of the structure for it to be valuable, are not determined in an optimum manner. The value of the thesis is that the structure presented can serve as a basis for further investigations which aim to determine the optimal variables of the structure.

Finally, the thesis suggests further development of the planning structure, a development that is necessary if the proposed structure is to be used to create a more efficient asphalt process.

1 Inledning

1.1 Problembakgrund

Inom tillverkningsindustrin är produktutveckling och ökad produktivitet ledord för varje företag som önskar behålla eller öka sin konkurrenskraft och därmed överlevnad. Produktivitetsökning uppnås kortfattat genom att konsekvent utnyttja effektivitetsvinster av upprepat användande av standardmetoder och komponenter samt att fördjupa samarbetet med utvalda leverantörer. Minskad lagerhållning och färre montageplatser ger bättre kassaflöde, effektivare hantering och minskat spill (Fia Sverige 2006).

Vid anläggningsarbeten finns ett flertal hinder för en utveckling som motsvarar den i tillverkningsindustrin. Där tillverkningsindustrin är processororienterad är anläggningsarbeten ofta projektorienterade. I en projektorienterad organisation är det svårare att standardisera metoder och ta tillvara på kunskapskapital. Varje projekt byggs på en ny plats med nya förutsättningar (Fia Sverige 2006). I asfaltbranschen är detta mycket påtagligt eftersom en beläggningsenhet kan byta plats flera gånger dagligen. Dessutom är asfaltbranschen traditionsbunden med hög entreprenörsanda och snabba tempoväxlingar där erfarenhet, hårt arbete och snabba beslut premieras.

Trots detta borde det finnas möjligheter för asfaltbranschen att ta lärdom av tillverkningsindustrin med effektivitetsvinster som resultat. Ett av Skanska Sveriges mål, som ett led i att industrialisera byggprocessen, är att sänka kostnaderna för asfalt. Genom att se över asfaltverksamhetens ingående processer ska ett bättre utnyttjande av befintliga resurser kunna ske. En grupp som leds av Skanskas verksamhetsutveckling, och som tillsatts för att se över asfaltprocessen har funnit potentialer för ökat resursutnyttjande i samtliga av asfaltprocessens delar.

Asfaltprocessens ingående komponenter är asfaltverk och asfaltutläggningsverksamhet, dvs. både en tillverkningsindustri och en form av byggindustri. Problemet ligger i att kombinera dessa två skilda system till en effektiv enhet.

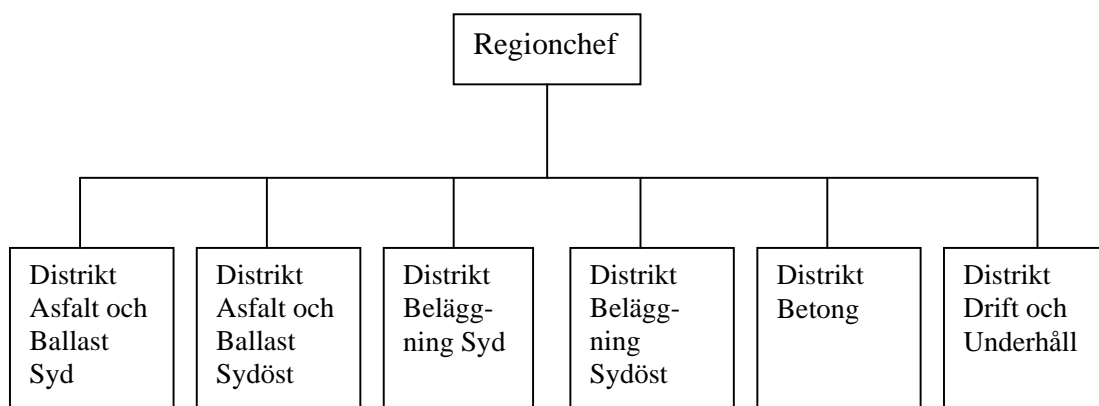
Den outnyttjade kapaciteten beror dels på en icke optimal planering och dels på en mängd störningsmoment. Dessa problem är tätt sammanlänkade då störningsmomenten ofta är svåra att förutsäga, vilket i sin tur medför att planeringen fallerar.

1.2 Introduktion till Region Asfalt och Betong Syd

Examensarbetet har utförts i samarbete med Skanskas Region Asfalt och Betong Syd, som presenteras kortfattat i detta kapitel. Informationen är hämtad från Skanskas interna nätverk Forum Sverige.

1.2.1 Verksamhet och organisation

Region Asphalt och Betong Syd tillhör en av Skanskas verksamhetsgrenar Asphalt och Betong, som också en av Skanskas strategiska specialenheter då verksamheten är en resurs i Skanskas stora anläggnings- och husprojekt. Region Asphalt och Betong Syd producerar betong, asfalt samt berg- och krossprodukter. Förutom denna produktion utför regionen även utläggning av asfalt samt drift och underhåll av Vägverksområden. Regionen är uppdelad i sex distrikt enligt figur 1.1. Distrikt Asphalt och Ballast Syd och Sydöst tillverkar asfaltmassa, medan Distrikt Beläggning Syd och Sydöst utför utläggningsverksamhet. Distrikt Betong tillverkar betong och Distrikt drift och underhåll sköter drift och underhåll av Vägverksområden. (Forum Sverige, 2007)



Figur 1.1 Organisation Asphalt och Betong Syd

1.2.2 Geografisk placering

I dagsläget är Region Asphalt och Betong uppdelad i två geografiska distrikt för tillverkning och utläggning av asfalt. Beläggning Syd innefattar Skåne och Beläggning Sydöst innefattar Blekinge, Småland och Östergötland.

Regionens asfaltverk är placerade geografiskt ganska heltäckande, med viss koncentration i Skåne (se figur 1.2). Distrikt Beläggning Syds asfaltverk finns i Dalby, Önnestad och Helsingborg. Distrikt Beläggning Sydösts Asfaltverk finns i Rockneby, Råppe, Gamleby, Forserum och Norrköping (Forum Sverige, 2007).



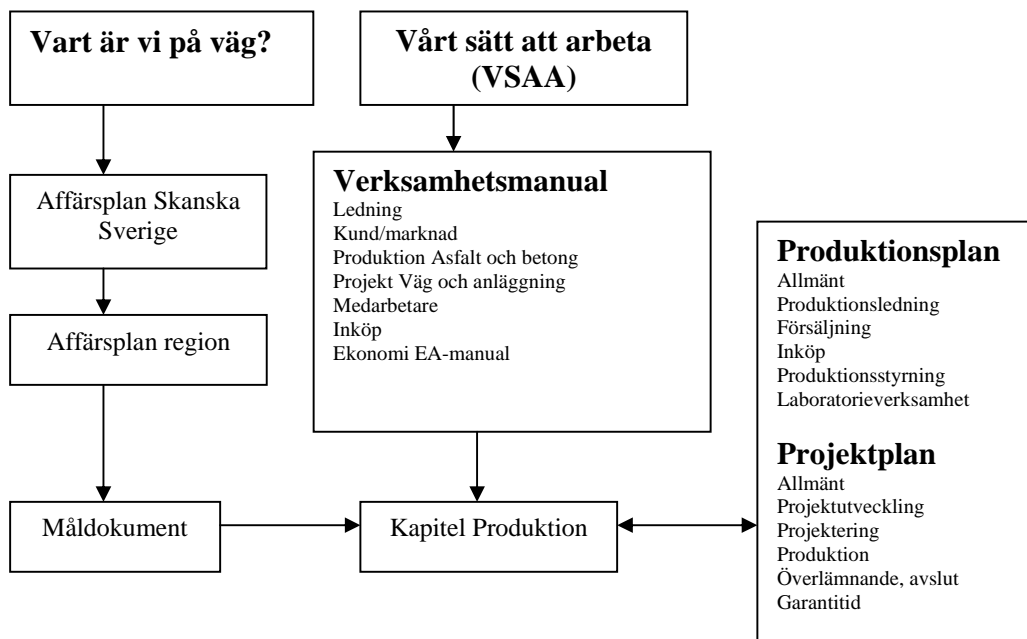
Figur 1.2 Geografisk placering av asfaltverk i Region Asfalt och Betong Syd

1.2.3 Kundkrets

Regionens kunder är i huvudsak Vägverket, Banverket, kommuner och entreprenörer samt interna kunder inom Skanska Sverige AB i Skåne, Blekinge, Småland och Östergötland. Till dessa tillkommer även privatkunder. (Forum Sverige, 2007)

1.2.4 Strategi och Ledning

På Skanska Sveriges intranät, Forum Sverige, kan varje medarbetare få kunskap om Skanskas mål, strategier och arbetssätt. Skanska beskriver arbetssätten i "Vårt sätt att arbeta", förkortat VSAA, samt mål och strategier i ett avsnitt kallat "Vart är vi på väg?".



Figur 1.3 Samband mellan "Vart är vi på väg?" och VSAA samt produktions- och projektplaner (Forum Sverige, 2007)

Samtliga regioner har affärsplaner som är anpassade efter respektive verksamhet men har sin grund i Skanska Sveriges affärsplan. Således är de mål som upprättats i denna grunden för all strategi. Affärsplanen är ytterligare anpassad för varje distrikt.

Region Asfalt och Betong Syd har en regionplan, där syftet är att säkerställa de krav och mål som ställts upp i regionens affärsplan gällande tid, ekonomi, kvalitet, miljö och arbetsmiljö. I regionplanen beskrivs även de delar av VSAA som är specifikt för regionen. Figur 1.3 visar sambandet mellan VSAA, verksamhetsmanualen, regionplanen, projekt- och produktionsplanen samt Affärsplanerna och Måldokumenterna i Vart är vi på väg? (Forum Sverige 2007).

1.3 Syfte och frågeställning

Syftet med examensarbetet är att studera, beskriva och analysera asfaltprocessen –från tillverkning till utläggning, ur ett processperspektiv samt hur den planeras. Med hjälp av teoristudier och jämförelser med andra branscher hoppas författaren kunna föreslå hur asfaltprocessen skall planeras för ökad effektivitet. Den övergripande frågeställningen blir därav: Hur ska asfaltprocessen planeras för att öka effektiviteten?

1.4 Förkortningar/begrepp

DC –Distriktschef

PrC –Projektchef

PC –Produktionschef

Asfalt 20-10 –Namnet på Skanska Sveriges utvecklingsprojekt för asfaltverksamheten, vars syfte är att sänka kostnaderna för asfalt med 20 procent till år 2010.

TPS –Toyota Production System

SPS –Scania Production System

Lean production -Lean production kan summeras i tre punkter: ta bort slöseri, dragande system, reducera variationer genom att kontrollera osäkerheter i processer. ”Lean” definieras av the National Institute of Standards and Technology Manufacturing Extension Partnership´s Lean Network som:

“A systematic approach to identifying and eliminating waste through continuous improvement, flowing the product at the pull of the customer in pursuit of perfection”

Dragande och tryckande system –Examensarbetarens översättning av *push* och *pull*; där *push* är strategin att tillverka mot prognos och *pull* är att tillverka enbart på kundens beställning.

Ledtid -Den tid som går från det att en process startar tills den är fullbordad och fyller sitt syfte.

Beläggingsenhet/utläggingsenhet/asfaltlag/läggjarlag –Samlingsnamn för arbetslag som lägger ut asfalt, antingen maskinellt (maskinlag) eller för hand (handläggjarlag/gång).

Utläggingshastighet –Mängd (ton) asfalt som läggs ut per tid.

2 Metod

2.1 Val av synsätt

Enligt Arbnor & Bjerke (1994) är metoder ”*vägledande principer för kunskapande*”. Dessa principer måste bygga på dels problemets beskaffenhet och dels kunskaparens (den som avser skaffa kunskap om ett ämne) *grundläggande föreställningar*.

För att kunna fastställa metodsynsätt utifrån grundläggande föreställningar, införs ett begrepp kallat *paradigm*, som beskriver varje uppsättning av övergripande och

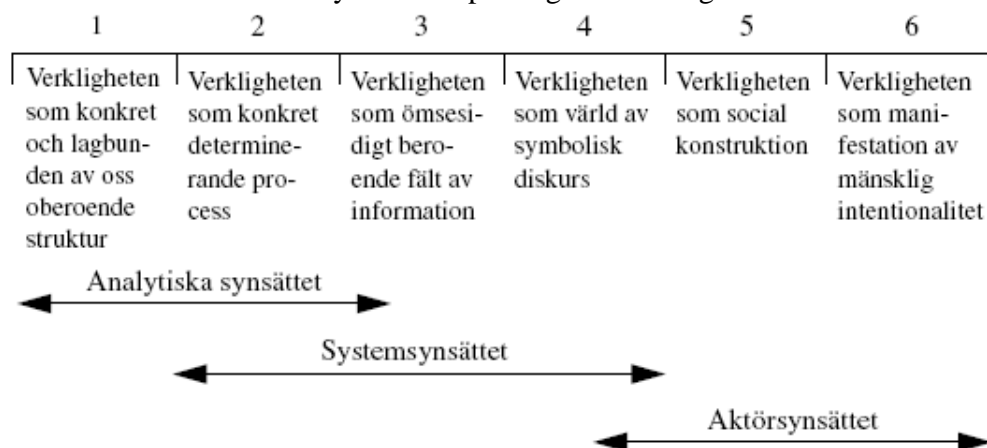
grundläggande uppfattningar om verklighetens beskaffenhet, vetenskapens struktur, vetenskapliga ideal och etik.

Ett paradigm beskriver alltså kunskaparens syn på sin omvärld. Olika människor har självfallet olika paradigm och dessa kan sammanfattas i ett antal paradigmatiska kategorier. Kategorierna kan placeras enligt en skala, där den vänstra ytterligheten representerar begrepp som objektivitet, rationalitet, förklarande kunskap och empiriska resultat. Högerledet däremot, representerar subjektivitet, relativitet, filosofi, förstående kunskap och eidetiska resultat. Kunskaparen gör bäst i att välja det metodsynsätt som överensstämmer med det paradigm som stämmer bäst med honom/henne själv samt problemets beskaffenhet.

Baserat på dessa paradigmatiska kategorier identifierar Arbnor & Bjerke (1994) följande metodsynsätt:

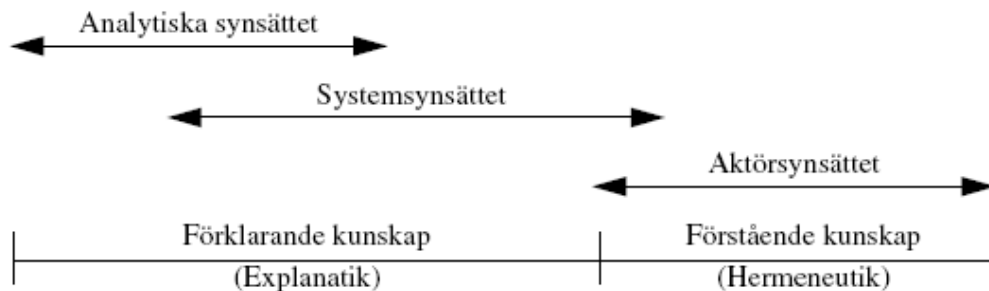
- Analytiska synsättet
- Systemsynsättet
- Aktörsynsättet

Förhållandet mellan metodsynsätt och paradigm visas i figur 2.1.



Figur 2.1 Förhållande mellan paradigm och metodsynsätt (Arbnor & Bjerke, 1994)

En annan viktig aspekt är skillnaden mellan förklarande kunskap (explanatik) och förstående kunskap (hermeneutik). Explanatikern antar att samma analysmetoder gäller för både samhällsvetenskap och naturvetenskap, att den sociala världen måste förenklas och reduceras så att sociala sammanhang och förlopp kan betraktas som fakta och objekt och därmed analyseras enligt naturvetenskapliga metoder. Hermeneutikern gör däremot en tydlig distinktion och anser att naturvetenskapliga metoder är olämpliga för samhällsvetenskap. I figur 2.2 visas metodsynsättens förhållande till förklarande och förstående kunskap.



Figur 2.2 Metodsynsättens förhållande till explanatik och hermeneutik (Arbnor & Bjerke, 1994)

Det analytiska synsättet bygger på att verklighetens beskaffenhet har en summativ karaktär, dvs. att helheten är summan av dess delar. Systemsynsättet menar istället helhetens summa kan bli både större eller mindre än summan av delarna, alltså att synergieffekter eller dess motsats kan uppstå. Aktörsynsättet bygger som sagt på hermeneutikernas verklighetsuppfattning och syftar till att förstå aktörers handlingar i ett socialt sammanhang.

Dessa synsätts skilda grundföreställningar ger olika *förutsättningar* som i sin tur är grunden för de *förklaringar*, den *förståelse* och de *resultat* som eftersträvas.

Det metodsynsätt som appliceras i examensarbetet är systemsynsättet eftersom författaren har en strikt naturvetenskaplig bakgrund och tror på synergieffekter, samt att problemets beskaffenhet är av explanatisk natur.

Både det analytiska synsättet och metodsynsättet syftar till att kartlägga den objektiva verkligheten, men där det analytiska synsättet medför en relativt strikt metodisk procedur, är det med systemsynsättet svårare att välja en korrekt teknik. Detta beror på att analys av ett reellt system är en form av sökningsarbete där teknikerna ändras under arbetets gång.

En undersökning enligt systemsynsättet kan ställas upp i fem ambitionsnivåer. Att:

- Typbestämna
- Beskriva
- Sambandsbestämna
- Förutsäga
- Vägleda

De tre första nivåerna går egentligen inte helt att skilja från varandra, eftersom relativa helheter som inte innehåller samband går att betrakta som system. Ett system är en mängd komponenter och relationer mellan dessa. Studieobjektet har alltså komponenter i interaktion med varandra, istället för orsak-verkan-samband.

Ambitionerna i det analytiska synsättet är att arbeta fram bilder av den objektiva verkligheten (ung. samma för systemsynsättet). Dessa bilder kan kallas för modeller. Att

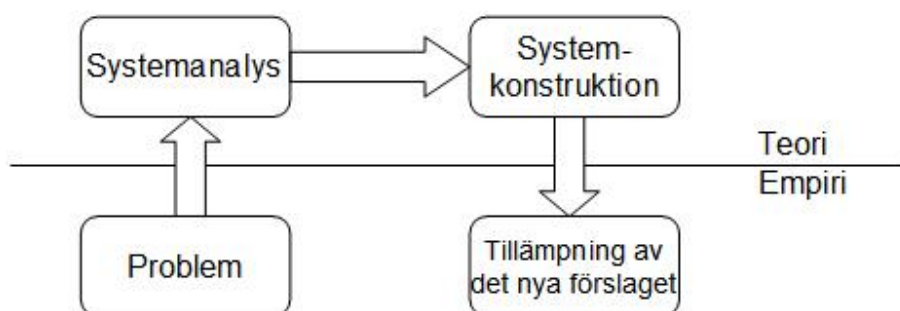
betona olika tillståndsegenskaper vid modellarbete med reella system kallas traditionellt en *strukturell syn*. Alternativt kan beskrivningen av reella system innebära att ange förloppet hos olika komponenter och relationer över tiden. Detta kallas *processuell syn*. Som vanligt när det gäller systemsynsättet behöver, i en studie, det ena inte utesluta det andra.

Enligt Arbnor & Bjerke, (1994) gäller:

- Att ha ett strukturellt perspektiv innebär att man fokuserar statiska och dynamiska strukturer samt sådana icke regelbundna processer som innebär (eller kan innebära) byte av struktur
- Att ha ett processuellt perspektiv medför att man fokuserar dynamiska strukturer och icke regelbundna processer.

Asfaltprocessen måste självfallet ses som en process, men processen får sägas befinna sig i en struktur. Perspektivet på planering av processen borde ligga någonstans emellan struktur och process, men jag väljer att anlägga ett i huvudsak strukturellt perspektiv.

Den huvudsakliga orienteringen för en studie enligt det strukturella perspektivet är en mål-medel-orientering. Arbetsgången för en sådan orientering är i princip enligt figur 2.3.

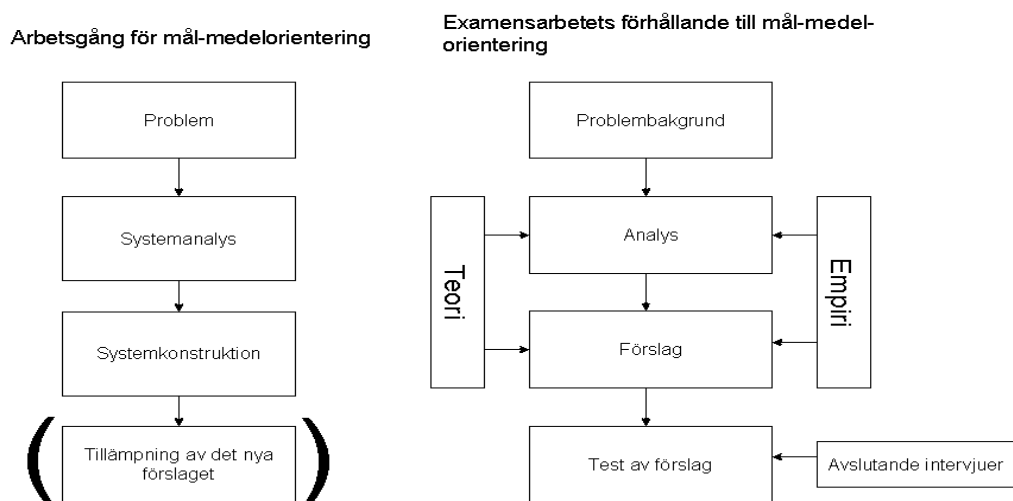


Figur 2.3 Arbetsgång för en mål-medel-orientering

Detta innebär att först konstatera att ett problem föreligger i det reella systemet. Problemet kan sägas vara en brist på måluppfyllelse, där målet i detta fall är en effektivare asfaltprocess. Därefter görs en systemanalys, vars syfte är att formulera problemet. Att analysera ett system innebär att kartlägga mönster och bestämma finalitetssamband. Insamling av data till systemanalysen sker genom nyttjande av sekundärt material, direkta observationer och intervjuer. Efter kartläggning av problemet utformas en ny systemkonstruktion med stöd av ytterligare datainsamling. (Arbnor & Bjerke 1994)

Att tillämpa det nya förslaget ligger i utanför examensarbetets ram. Däremot kommer förslaget att diskuteras med ett antal utvalda personer inom Asfalt och Betong Syd.

Figur 2.4 visar examensarbetets förhållande till den arbetsgång som utmärker en mål-medelorientering.



Figur 2.4 Mål-medel orientering i förhållande till examensarbetet

2.2 Datainsamling

Generell används inom systemsynsättet sekundärt material, samt primärt material i form av observationer och intervjuer. Detta är också vad som har använts i examensarbetet.

2.2.1 Primär- och sekundärdata

Primärdata består av information som samlats in enbart för studiens syfte. Detta är data som typiskt inte tidigare finns samlad. Informationen kommer direkt från källan, d.v.s. det finns inga mellanhänder som samlat informationen för egna syften. Primärdata kan komma från intervjuer, fältundersökningar, enkäter och direkta observationer (Arbnor & Bjerke 1994). I detta examensarbete har det primära materialet insamlats genom kvalitativa intervjuer och direkta observationer.

Sekundärdata är helt enkelt information som redan är insamlat av någon annan. Typisk information kommer från litteratur, internet, företagsinformation, egentligen all information som kan vara användbar för syftet men som inte är insamlad av densamme.

2.2.2 Litteraturstudie

Litteraturstudien genomfördes i ett tidigt skede av examensarbetet för att författaren skulle för en överblick över de teorier som kunde tänkas vara av nytta för examensarbetets syfte.

Då författarens utbildning endast i begränsad omfattning berört företagsekonomi och logistik, blev det naturligt för examensarbetaren att sätta sig in i detta via litteraturen. Standardverk, artiklar, och internetkällor har använts.

2.2.3 Observationer

Det finns två typer av observationer; deltagande och icke deltagande. Enkelt uttryckt är en deltagande observation när kunskaparen aktivt deltar i det som studeras, medan en icke deltagande observation är då kunskaparen endast observerar passivt. Man kan också skilja på om de som observeras är medvetna eller inte medvetna om att de observeras (Arbner & Bjerke, 1994).

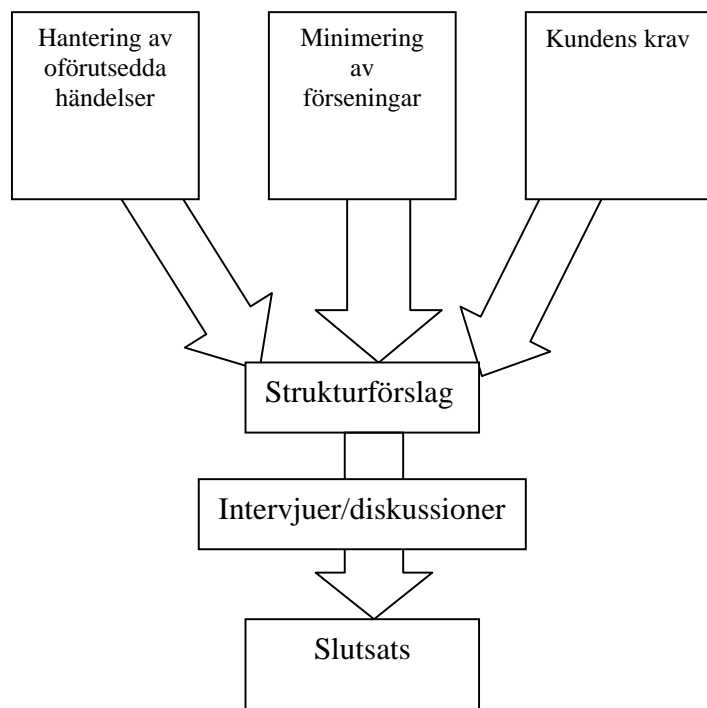
Författaren har i princip använt samtliga former av observation. Planeringsmöten och interna föreläsningar som författaren närvarat vid har varit både deltagande och passiva observationer. Författarens erfarenhet som både yrkesarbetare och arbetsledare får naturligtvis också sägas innehålla deltagande observationer. Vissa observationer har gjorts innan examensarbetet påbörjades, och andra under examensarbetets gång.

2.2.4 Intervjuer

I examensarbetet har använts personliga intervjuer samt telefonintervjuer. Vid dessa intervjuer har examensarbetaren fört anteckningar eller använt diktafon. I de fall där examensarbetaren i efterhand varit osäker på vad som sagts, har ett referat av intervjun sänts till intervjuobjektet där denne godkänt eller begärt ändring i referatet. Intervjuer kommer inte att redovisas i sin helhet eftersom dessa ofta har varit rena diskussioner där mycket av det som sagts har mindre relevans för examensarbetet.

2.3 Genomförande av analys

Med hjälp av den information som kommit fram i litteraturstudien och den empiriska studien diskuterades fram ett antal slutsatser ur vilka ett antal frågeställningar kunde utformas. Frågeställningarna visade sig bli tre till antalet och berör *hantering av oförutsedda händelser*, *minimering av förseningar* samt *kundens krav*. Utifrån dessa frågeställningar skapas, med ytterligare stöd från teori- och empiristudierna, ett lösningsförslag. Lösningsförslaget, som är en *struktur för hållbar planering*, diskuterades sedan med fyra utvalda personer inom Asfalt och Betong Syd som arbetar dagligen med produktionsplanering. Dessa diskussioner låg till grund för examensarbetets slutsats. Figur 2.5 visar principiellt ovannämnda tillvägagångssätt.



Figur 2.5 Tillvägagångssätt från frågeställningar till slutsats

2.4 Avgränsningar

”Det existerar inga absoluta systemavgränsningar, endast mer eller mindre användbara ställda mot sitt syfte” (Arbnor & Bjerke, 1994)

Avgränsning utåt: Planeringsprocessen för asfalttillverkning och utläggning är den yttre avgränsningen, men även relationer till och från yttrevärlden kan komma att diskuteras.

Avgränsning inåt: Det känns rimligt att avgränsa bort handläggningsenheter från examensarbetet, då deras utläggningsvolym har relativt liten påverkan på tillverkningen och de ofta har flera olika jobb och kunder på samma dag. Dessutom är jobben ofta av akut karaktär.

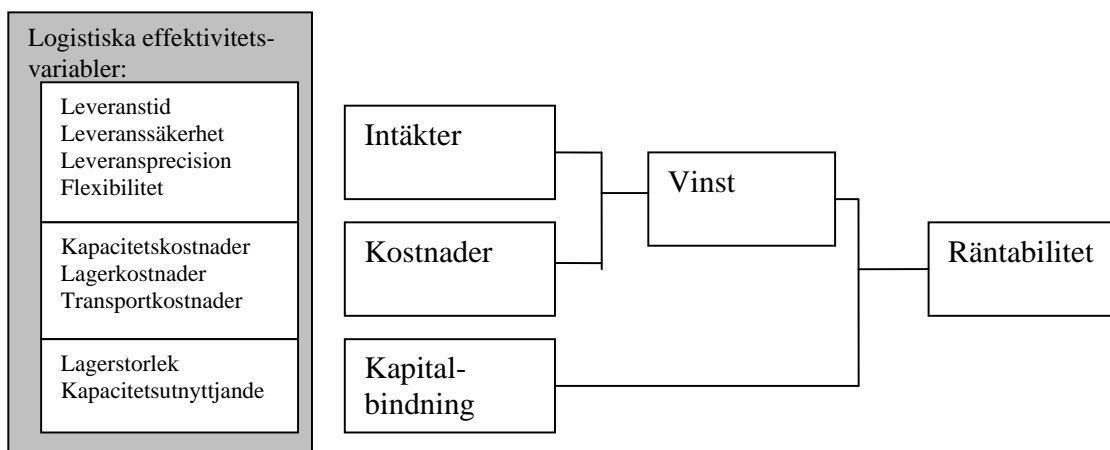
Även om asfalttransporter är en viktig del i processen avgränsas dessa bort, dels för att dessa inte tillhör Skanska och dels för att det vore alltför tidskrävande att sätta sig in i transportföretagets rutiner.

3 Teori

Teorikapitlet behandlar litteratur som är relevant med tanke på examensarbetets uppgiftsprecisering. Kapitlet inleds med ett avsnitt om effektivitet i allmänhet och för asfaltprocessen relevanta effektivitetsdimensioner i synnerhet. Därefter följer teorier för effektiv produktion och slutligen ett avsnitt om processplaneringsteorier, som behandlar Goldratt's "Critical Chain" samt Ballards "Last planner system" vilka innehåller principer och teorier som kan användas för att uppnå examensarbetets syfte.

3.1 Effektivitet

Huvudmålet för ett kommersiellt företag är att tjäna pengar, dvs. att i nuet och framtiden uppnå så god lönsamhet som möjligt. Röntabilitet är ett vanligt uttrycksätt för lönsamhet. Figur 3.1 presenterar en förenklad s.k. avkastningspyramid, även kallad DuPont-modell. Denna illustrerar sambandet mellan ett företags kostnader, intäkter, arbetande kapital samt dess vinst och röntabilitet. I figuren visas också exempel på hur olika logistiska effektivitetsvariabler kan påverka röntabiliteten (Mattson, 1999).

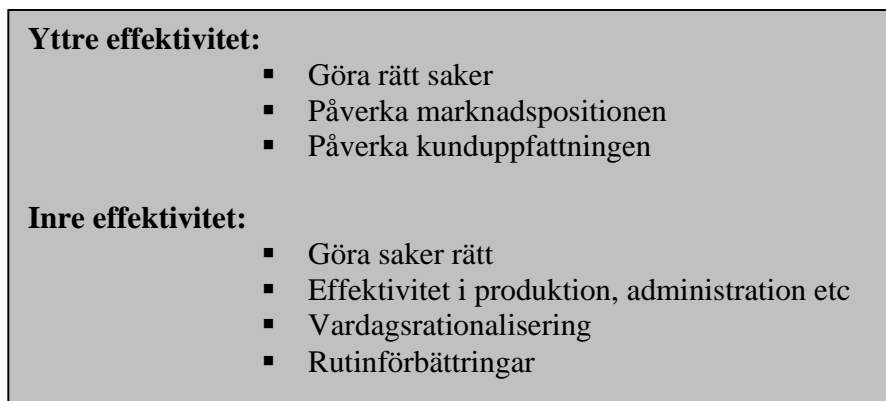


Figur 3.1 DuPont-modellen (Mattson, 1999)

3.1.1 Yttre och inre effektivitet

Effektivitet som påverkar lönsamhet kan delas upp i yttre och inre effektivitet, där yttre effektivitet avser hur väl företaget kan ta tillvara på marknadens möjligheter och inre

effektivitet beskriver hur väl interna processer och rutiner fungerar. Se figur 3.2.



Figur 3.2 Uttryck för inre och yttre effektivitet (Mattson, 1999)

Mer preciserat uttrycker inre effektivitet ur ett materialflödesperspektiv hur väl materialstyrning sköter värdeförädling och materialförflyttande aktiviteter. Den inre effektiviteten påverkar exempelvis resursutnyttjande, lagerstorlekar, genomloppstider i produktionen och transportkostnader. Enligt avkastningspyramiden påverkar dessa variabler kapitalbindning och kostnader (Mattson, 1999).

Yttre effektivitet kan sägas vara marknadens värdering av företagets prestationer. Där den inre effektiviteten uttrycker företagets förmåga att *arbeta på rätt sätt*, uttrycker istället den yttre effektiviteten företagets förmåga att *arbeta med rätt saker*. Yttre effektivitet påverkar samtliga tre grundelement i DuPont-modellen (Mattson, 1999).

3.1.2 Effektivitetsdimensioner

Ett företags materialflödeseffektivitet definieras av ett flertal effektivitetsvariabler. Dessa variabler kan delas upp i två dimensioner: kostnader och kundservice. Denna uppdelning kan härledas till att efterfrågan och därmed företagets intäkter är relaterade till kundservice, samt att kapitalbindningen kan relateras till kostnader. Trots denna gruppering av effektivitetsvariablerna bör påpekas att samtliga variabler har både en kostnads- och kundservicesida. Exempelvis är ett högt kapacitetsutnyttjande bra för kostnaden, men eventuellt dåligt ur intäktssynpunkt eftersom flexibiliteten kan försämrans. Grupperingen sker därför efter den dimension som kan anses vara den primära för varje variabel. (Mattson, 1999)

I övrigt kan sägas att kostnadsdimensionen står för konkurrensstrategin att skapa prisfördelar för kunderna och därmed kostnadsöverlägsenhet, medan servicedimensionen står för differentiering, dvs. att ge kunden värdefördelar genom att erbjuda något unikt som exempelvis kortast leveranstid. (Mattson, 1999)

3.1.3 Effektivitetsvariabler

Nedan beskrivs de effektivitetsvariabler som kan anses vara relevanta för asfaltbranschen.

Leveranstid

Detta mått kallas även ledtid, och är tiden mellan kundorder och leverans. Ett klassiskt sätt att korta ledtiden i en tillverkningsindustri är hålla produkter i lager, eller genom att ha överkapacitet i produktionen.

Leveransprecision

Denna variabel beskriver hur väl företaget lyckats hålla utlovad leveranstid. I ett kundorderstyrt företag kan generellt sägas att kunden är mer intresserad av hög leveransprecision än kort ledtid med sämre leveransprecision.

Leveranssäkerhet

Leveranssäkerhet innebär ett mått på hur väl rätt produkter levererats i rätt kvantiteter. Rätt produkter betyder även att produkterna håller utlovad kvalitet. Detta mäts i antal kundordrar utan anmärkning i förhållande till totalt antal levererade kundorder. För beläggingsverksamheten är kvantitetsmåttet mindre relevant; den asfalt som ska läggas, läggs ju. Däremot är kvalitetsmåttet högst relevant. För asfaltverket är naturligtvis både rätt kvalitet och kvantitet viktiga effektivitetsmått.

Kapacitetsutnyttjande

Ett rimligt sätt att mäta kapacitetsutnyttjande är producerad volym i förhållande till nominell kapacitet. För asfaltverket innebär alltså producerad asfalt i förhållande till dess nominella kapacitet. För beläggingsverksamheten är kapacitetsutnyttjande utläggningens utlagda ton asfalt per tid kontra dess nominella kapacitet för utläggningshastighet.

Flexibilitet:

Flexibilitet kan delas upp i produktmixflexibilitet, volymflexibilitet och leveransflexibilitet. En hög produktmixflexibilitet innebär att tillverkningen snabbt kan ställas om till olika produkter. Volymflexibilitet syftar på företagets förmåga att reagera på marknadens ändrade efterfrågan och öka eller minska produktionen. Leveransflexibilitet är förmågan att enligt kundernas önskemål ändra leveranstidpunkt eller kvantitet på redan lagda order.

3.2 Teorier om effektiv produktion

Vid tal om effektivisering brukar "lean" nämnas. Lean production bygger på Toyotas produktionssystem, TPS, och är ett kraftfullt verktyg för tillverkningsindustrier runt om i världen. På senare tid har det börjat talas om Lean construction, dvs. implementering lean-teorier även i byggnadsbranschen. Om det är att rekommendera eller inte kan diskuteras. För att skapa en uppfattning om Lean i byggbranschen och mer specifikt i asfaltbranschen, tycker författaren det är lämpligt att först beskriva Lean production, exemplifierat av två

framgångsrika tillverkningsindustrier; Toyota och Scania. Därefter beskrivs Lean construction, samt ett antal ytterligare teorier som baseras på Lean-tänkande. Eftersom beskrivningen om Toyota och Scania tar upp huvudsakliga fördelar, följer därpå ett avsnitt om baksidorna med Lean.

3.2.1 Toyota Production System

Liker (2004) beskriver i *The Toyota Way* Toyota som benchmarkföretaget gällande Lean production. Företagets framgång tillskrivs Toyotas produktionssystem, TPS. Oräkneliga företag har försökt kopiera delar av TPS, ofta utan framgång. Orsaken är att TPS är ett helhetskoncept där alla delar samverkar och att produktionsfilosofin har sin grund i japansk kultur. Toyotas produktionssystem vilar på 14 principer som kan sorteras i fyra sektioner; *filosofi, process, medarbetare och partners, samt problemlösning.*

Filosofi (princip 1)

Långsiktigt tänkande är fundamentet i Toyotas verksamhet. Detta långsiktiga tänkande gör att Toyota kan anpassa sig till förändringar i omvärlden och överleva som en produktiv organisation. Även samhällsperspektivet betonas på Toyota, och ger medarbetarna känslan att företaget har ett större uppdrag än att bara tjäna pengar.

Princip 1. Basera ledningsbeslut på en långsiktig filosofi, även om det ger kortsiktiga ekonomiska förluster.

Process (princip 2-8)

De rätta processerna kommer att producera de rätta resultaten. Toyota är ett mycket processororienterat företag, och har lärt sig genom erfarenhet vilka processer som fungerar. Flöde är nyckeln till hög kvalitet och låg kostnad.

Princip 2. Skapa kontinuerliga processflöde som för upp problem till ytan.

Detta innebär arbetsprocesser med högt värdeskapande och kontinuerligt flöde, samt att reducera väntetider för någon del av processen. Att föra upp problem till ytan innebär att länka ihop processer och arbetare så att problem i någon del av kedjan märks direkt.

Princip 3. Använd dragande system för att undvika överproduktion.

Produktion av förväntad efterfrågan är en tanke som Toyota har övergivit. Istället låter man *verklig* efterfrågan styra. Kortfattat innebär detta att kundordrar, och inte prognoser, styr tillverkningen.

Princip 4. Jämna ut arbetsbelastningen.

För att applicera TPS i ett företag är utjämning av arbetsbelastningen nödvändig. Om produktionsnivån varierar från dag till dag finns ingen möjlighet att gå vidare med TPS.

Många företag försöker ge kunden vad de vill ha *när* de vill ha det. Detta innebär att order varierar påtagligt från vecka till vecka eller månad till månad, vilket i sin tur innebär att företagets produktion varierar. Följden av detta är att medarbetare och maskiner producerar

för fullt den ena veckan och kanske inget alls den andra veckan. Företaget har dessutom ingen kontroll över hur mycket som skall beställas från dess leverantörer. För att vara på den säkra sidan beställer företaget därför så mycket som möjligt, med följderna att lagerhållningen blir omfattande. Istället för att erbjuda leverans exakt när kunden önskar, är det bättre att ge kunden leverans inom en viss tidsrymd, så att företaget kan sprida ut ackumulerade kundordrar i en sekvens som medger jämn produktion.

Toyota identifierar tre former av slöseri: *Muda* (inte värdehöjande slöseri), *Muri* (överbelastning av människor och maskiner) och *Mura* (stora ojämnheter i arbetsbelastning). *Mura* är kontentan av de övriga två formerna.

Toyota delar upp det inte värdehöjande slöseriet, *Muda*, i sju former. Jirby (2005) har sammanfattat dessa sju slöseriformer:

- överproduktion – den värsta formen som leder till alla nedanstående slöserier
- väntan – på verktyg, material, att en maskin ska bli tillgänglig
- onödiga transporter – av material, färdiga produkter etc.
- onödigt eller felaktigt utfört arbete – p.g.a. dåliga verktyg eller dålig process
- onödigt stora lager av råvaror, produkter i arbete eller färdiga produkter
- onödiga rörelser eller förflyttningar – som att leta verktyg eller information
- misstag och korrigeringar – i form av onödig inspektion eller reparation

Antag att ett företag har en produktion som varierar kraftigt från dag till dag och en process som varken är balanserad eller pålitlig. Om företaget börjar med att försöka ta bort icke värdeskapande slöseri, *Muda*, kanske reduktion av lagerhållningen är det första som görs. Därefter ses arbetsbalansen över och antalet medarbetare reduceras. Därefter organiseras arbetsplatsen för att ta bort onödiga rörelsemoment. Kontentan av detta blir ett system som kommer att köra sig själv i botten på grund av toppar i kundefterfrågan som gör att arbetare och maskiner tvingas arbeta för hårt. Det som skapas är ett oregelbundet *one-piece-flow* (Detta illustrerar asfaltprocessen; det är ett system som kan liknas vid *one-piece-flow*, dvs helt utan buffertar i en icke balanserad, icke pålitlig process. Inte konstigt att arbetare och maskiner får arbeta hårt och obalanserat).

Ändå är *Muda* det vanligaste angreppssättet för att implementera lean i ett företag, eftersom det är relativt enkelt att identifiera och reducera slöseri. Vad många företag misslyckas med är den svårare processen med att stabilisera processen och skapa jämnhet. Toyota kallar detta *heijunka*, att jämna ut arbetsschemat. Att uppnå *heijunka* är fundamentalt för att eliminera *Mura*, som i sin tur är fundamentalt för att eliminera *Muri* och *Muda*.

Att hela tiden starta och stoppa, överanvända och underanvända, leder inte till kvalitet, standardisering, produktivitet eller ständiga förbättringar. Toyota menar att det är bättre att arbeta långsamt och stabilt än att arbeta snabbt och hårt för att sedan bli utmattad och ta paus.

Heijunka betyder utjämning av produktionen med avseende på volym och typ av produkt. *Heijunka* tillverkar inte enligt verkligt kundflöde, utan tar hela orderstocken för en period och jämnar ut den så att samma mängd och typmix tillverkas varje dag. En ojämn produktion medför följande:

- Det finns risk för osålda produkter.
- Resursanvändandet blir ojämnt
- En ojämn efterfrågan placeras uppströms i processen

Toyotas bästa underleverantörer litar på att Toyotas beställningar är jämna. Detta betyder att leverantören kan beställa sitt gods just-in-time och ha liten eller ingen lagerhållning. Detta medför dock att leverantören är fullkomligt utlämnad vid variationer i beställarens produktion, men detta inträffar ytterst sällan eftersom Toyota är en mycket pålitlig kund.

En ojämn kundefterfrågan är problemets kärna. Detta kan inte ändras utan att ändra företagets säljstrategier, något som måste göras i företagets ledning. Även om det kräver stora investeringar, märker man snart de enorma fördelar som *heijunka* medför.

Heijunka i serviceföretag: uppgiften för ett serviceföretag beror på kunden, och ledtiden för ett servicearbete varierar stort från arbete till arbete. För att få ett jämnt schema måste serviceföretaget dels passa in kunderna i det egna schemat, dels fastställa standardiserade tider för leverans av olika typer av service.

Princip 5. Gör halt i processen för att åtgärda problem, så att kvaliteten blir rätt från början. Att stoppa en process inom masstillverkning är synnerligen kostsamt. Enligt Toyota är det ändå bäst att stoppa processen för att åtgärda problem direkt eftersom om problemet dyker upp idag, dyker det säkert upp imorgon också.

Princip 6. Standardiserade arbetsmetoder är basen för ständiga förbättringar och medarbetarnas delaktighet.

En vanlig kommentar bland medarbetare (på vilket företag som helst) som blir introducerade till begreppet standardiserade arbetsmetoder, är i stil med: ”vi är professionella, tänkande och kreativa, och varje projekt vi gör är unikt”. Men standardisering handlar inte om att döda individens kreativitet, utan mer om att sätta en ram utifrån vilken medarbetaren kan excellera. Man kan dra paralleller till de flesta sporter, exempelvis golf; man måste först öva och öva för att få en stabil sving. Utan denna kan man omöjligt förbättra sitt spel.

Toyotas standardiserade arbetsmetoder består av tre element; tiden det tar för att utföra ett arbetsmoment, arbetsmomentets sekvens, och vilka verktyg och material arbetaren behöver för att utföra arbetsmomentet.

Princip 7. Använd visuell kontroll, så att inga problem döljs.

Denna princip förmedlar vikten av att hålla rent och snyggt. Om arbetsplatsen är belamrad av materiel är det svårt att se vad som är viktigt och vilka problem eller avvikelser som finns. Toyota implementerar principen genom fem S: Sortera, Strukturera, Städa, Standardisera, Självdisciplin.

Princip 8. Använd endast pålitlig och beprövad teknologi som tjänar arbetare och processer.

Avancerad teknik och IT-stöd är nog bra, men i slutändan är det den individuella människan som måste lösa problemen. Toyota vill vara säkra på att tekniken fungerar till 100% innan den tas i bruk, och undviker därför att skaffa den allra senaste tekniken.

Medarbetare och partners (princip 9-11)

Toyota tillför värde till organisationen genom att utveckla sina medarbetare och partners.

Princip 9. Utveckla ledare som fullständigt förstår arbetet, lever enligt grundfilosofin och lär andra göra det. Toyota rekryterar sina ledare internt.

Princip 10. Utveckla personer och team som följer företagets filosofi.

Princip 11. Respektera nätverket av leverantörer och partners genom att utmana och hjälpa dem att utvecklas.

Problemlösning (princip 12-14)

Princip 12. Gå och se efter själv för att förstå situationen ordentligt.

Princip 13. Fatta beslut långsamt och omsorgsfullt genom att beakta alla alternativ. När beslutet väl är fattat ska det implementeras snabbt.

Princip 14. Bli en lärande organisation genom ständig reflektion och ständig förbättring.

3.2.2 Scania Production System

Detta avsnitt är baserat på material från ett möte med Mathias Willhelmsson (2007), tidigare anställd på Scania, numera vid Skanskas Sveriges verksamhetsutveckling. Under mötet presenterades Scanias produktionssystem.

Scania hämtade tidigt inspiration från Toyotas produktionssystem. Detta har utvecklats till ett samarbete där även Toyota hämtar inspiration från Scania. Toyota måste anpassa sin filosofi till västvärlden för att även kunna tillverka på bästa sätt där, något som Scania är bra på.

Scania har, precis som Toyota, byggt upp en egen produktionsfilosofi. Denna heter Scania Production System (SPS), och beskriver en filosofi som produktionen i företaget bör följa.

Skillnaden mellan Scania och andra företag som försökt kopiera TPS med dåligt resultat är att Scania byggt upp sin egen produktionsfilosofi, förvisso starkt inspirerad av TPS, från grunden och arbetat långsiktigt och uthålligt med att implementera den i hela verksamheten.

Scanias produktionsfilosofi bygger på:

- Standardisering*. Det för tillfället bäst kända sättet att utföra en återkommande arbetsuppgift på ett kapabelt sätt. Standarden ska innehålla ett antal arbetsmoment i sekvensordning som alla arbetar efter. Förbättringar i standarden dokumenteras i en ny standard. Detta är en utgångspunkt för ständiga förbättringar. Standardisering gäller även material: färre komponenter och standardiserade kopplingar mellan olika komponenter sänker produktionskostnader. Nackdelen är att en standardiserad komponent inte alltid är optimal för en specifik produkt.

- Takt*. En grundbult i Scanias principer. En lastbil skall rulla ut från monteringslinan med ett specifikt intervall. Allt annat skall vara i takt med detta, d.v.s. materialleveranser och orderhantering mm. Takten speglar kundens förbrukningshastighet av emballageenheten. Definition av takt är den tid det tar att utföra en arbetssekvens.

- Jämnt flöde*. Jämn förbrukning av ett antal artikelnummer över en längre tidscykel. Jämn fördelning av olika varianter för att möjliggöra minimal användning av arbetskraft och utrustning.

- Balanserade flöden*. Jämn fördelning av aktiviteterna mellan de olika processerna i flödet och jämnt antal materialenheter per tidsperiod (takt) över tiden

- Förbrukningsstyrd produktion (kopplade flöden, dragande system)*. Ingen produktion innan kunden signalerar behov.

- Visuellt*. Alla ska visuellt kunna se hur man ligger till tidsmässigt, d.v.s. om man är i takt med resten av systemet. Man ska fysiskt kunna se det material som finns hemma. Normalt och onormalt läge ska kunna urskiljas fysiskt.

- Kapabel process –rätt från mig*. Den enskilda arbetaren ska ha möjlighet att göra rätt från början genom att följa standarden med ett begränsat antal ändamålsenliga verktyg, instruktioner och metoder

- Realtid*. Direkt återföring till den som orsakat felet ger möjlighet till snabba åtgärder. Återföring av normalt/onormalt ska ske *omedelbart*.

- Gå och se*. Ledarskapet ska vara deltagande och stödjande. För att få förståelse för arbetet och problemen ska man vara på plats där arbetet utförs.

Systemstöd

Scania har ett enormt systemstöd som reglerar orderhantering, planering och produktion. Systemstödet bygger på Scanias spelregler och dessa är det viktigaste för att processen skall kunna fungera. Systemstödet är endast ett hjälpmedel.

Förändringar

Scanias produktion bygger på att inget produceras utan slutkund. Först när kunden lagt en beställning drar kedjan igång. När ordern kommer in i systemet, ett antal månader innan bilen är klar, ska eventuella ändringar i beställningen göras så tidigt som möjligt. Vissa stora ändringar, som t.ex. en annan hytt går inte att göra, men smärre ändringar går bra fram till en viss tidpunkt där inga ändringar får göras. Stora förändringar i ett sent skede innebär senareläggning av order, vilket innebär en lucka som måste fyllas ut på något sätt.

3.2.3 Lean construction

Det finns ett flertal teorier och produktionssystem som mer eller mindre syftar till att uppnå de mål som definierar Lean production. De flesta är anpassade för tillverkningsindustrin. Byggindustrin är annorlunda och kräver ett annat tankesätt. Somliga avfärdar helt och hållet implementering av lean i byggindustrin, medan andra anser att lean är en universell metodik som går att använda i alla branscher. För att kunna använda lean i byggprocessen måste först skillnaderna vad gäller produktion och organisation mellan tillverkningsindustrin och byggindustrin förstås:

- Tillverkningsindustrin är processororienterad medan byggindustrin oftast är projektorienterad. Problemet med en projektorienterad verksamhet är dess höga kostnad i form av produktutvecklingskostnad, låg standardiseringsgrad, höga overheadkostnader och förlorat kunskapskapital. Förlorat kunskapskapital beror oftast på att en ny organisation skapas för varje projekt (Lean Forum Bygg, 2007).
- Byggindustrin har mer komplexa flöden. I tillverkningsindustrin förflyttas material mellan arbetsstationer, medan i byggindustrin flyttas resurser som arbetare, material och utrustning mellan produkter (Lean Forum Bygg, 2007).
- För att en organisation ska kunna bedriva förbättringsarbete, måste en viss grad av standardiserat arbetssätt finnas. Tillverkningsindustrin har ofta en hög grad av standardiserade arbetsmetoder, något som byggindustrin saknar (Lean Construction Institute, 2007).
- Tillverkningsindustrin har oftast likartade förutsättningar för varje produkt. I byggindustrin finns parametrar som förändras från projekt till projekt, t.ex. väder, temperatur och leverantörer (Lean Construction Institute, 2007).

Enligt Lean Construction Institute (2007) har Lean construction ett produktionsledningsbaserat angreppssätt på projektleveranser. Lean construction utgår från mål som identifieras inom Lean produktion – maximera värde och minimera slöseri/spill – och specificerar tekniker som går att applicera på en ny typ av projektleveransprocess. Resultatet blir att:

- Faciliteter och deras leveransprocesser är designade tillsammans för att bättre tillvarata göra kundens önskemål. Positiva upprepningar i processen stöds, och negativa upprepningar reduceras

- Arbete i processen är strukturerat så att värde maximeras och spill reduceras i projektleveransen
- Ansträngningar att öka prestanda syftar till att öka projektets totala prestanda, eftersom detta är viktigare än att reducera kostnad eller öka hastigheten i någon av delaktiviteterna.
- ”Kontroll” omdefinieras från att ”övervaka resultat” till att ”få saker att hända”. Prestanda för planerings- och kontrollsystem mäts och förbättras.

Tillförlitliga avlösningar mellan olika specialister i projektet säkrar att värde levereras till kunden och att spill reduceras. Lean construction är särskilt användbart i komplexa, osäkra och snabba projekt. Slutligen kan sägas att Lean construction utmanar tron på att det alltid måste finnas en handelsbalans mellan tid, kostnad och kvalitet.

3.2.4 Baksidorna av Lean Production/construction

Green (1998) menar att de som framhåller lean-tänkade för byggindustrin har ofta en väldigt ensidig bild av lean production. Det är lätt att glömma problemen med lean-tänkandet som gör det mindre lämpligt för den västerländska byggindustrin.

Lean production har sitt ursprung i Japan och bygger direkt eller indirekt på den kultur som präglar landet. Skillnader mellan västerländsk industri och den japanska är att den japanska industrin karaktäriseras av livslång anställning, att facket är inom företaget, och befordran baserad på anställningstid. Den japanska tillverkningsindustrin karaktäriseras av mycket stress och övertidsarbete, något som inte nämns i den litteratur som framhåller Lean som en universell framgångsmodell. Den japanska termen *karoshi* innebär plötslig död eller allvarlig stress till följd av övertidsarbete. Green (1998) sammanfattar: *Muda* ska elimineras. *Karoshi* är priset.

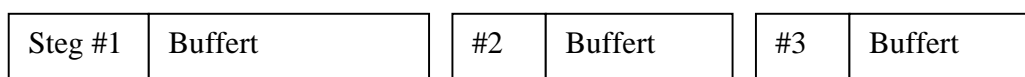
En annan viktig aspekt är att japansk bilindustri bestämmer över sina underleverantörer. Dessa leverantörer är ofta placerade i tillverkningsfabrikens omedelbara närhet, vilket innebär att leverantörskedjan kan ledas enligt just-in-time. I väst finns en mer horisontell industristruktur där flera industrier delar samma leverantör.

Den kanske mest slående skillnaden är att Japans skyddade hemmamarknad, där bilindustriernas framgång till stor del beror på protektionism mot utländska konkurrenter.

3.2.5 Critical path

Enligt Goldratt (1997) är ”Critical path” är den tidsmässigt längsta kedjan av händelser i ett projekt. En händelse i kedjan kan inte påbörjas innan föregående händelse är klar. Starttider för olika händelser i kedjan är heliga eftersom förseningar innebär förseningar i hela projektet, och att resurser är tidsmässigt bundna till de olika händelserna. Därför lägger ledaren för varje händelse på en tidsbuffert till sin händelse för att garantera att händelsen är klar innan det är dags för nästa. För att en händelse ska lyckas med, säg 90 procent sannolikhet, krävs en omfattande tidsbuffert (se exempel figur 3.3). Problemet med att varje

delhändelse har en stor buffert blir att tiden för projektet blir orimligt lång. Dessutom finns ett fenomen kallat "student syndrome" eller "parkinson's law", som innebär att de som arbetar på händelsen kommer att använda den tid de har till förfogande inklusive bufferten, oavsett hur stor den är. Detta gör att bufferten i sig är överflödigt och inte parerar för oförutsedda förseningar inom händelsen. Dessutom; om händelsen utförs inom uppskattad tid utan att använda bufferten, vinn ingen tid på projektet eftersom nästa händelse ändå inte kan starta tidigare än planerat.



Figur 2.3 Kedja av steg i ett projekt med tidsbuffert på varje steg (Goldratt, 1997)

Ett bättre angreppssätt är att minimera delhändelsernas buffertar och att lägga en större projektbuffert i slutet på projektet (se exempel figur 3.4). Detta gör att "student syndrome" elimineras och att projekttiden reduceras. Detta för att sannolikheten att alla händelser skulle bli försenade är ganska liten. Syftet är alltså att sprida ut förseningsrisken över hela projektet istället för att beakta förseningsrisken på varje delhändelse.



Figur 3.4 Kedja av steg i ett projekt inklusive projektbuffert (Goldratt, 1997)

3.2.6 Last Planner System

Enligt Ballard (2000) är Last Planner System ett ledningssystem, definierat av regler och bestående av delar som innehåller specifika arbeten som ska göras. Målet är produktionskontroll; dvs. tillgodose det tillförlitliga flödet av arbete från en specialist till nästa genom hela projektet. Mätning av tillförlitligheten sker genom Percent Plan Complete (PPC) som motsvarar andelen planerade uppgifter som faktiskt slutförs inom en produktionsperiod. PPC förbättras när det finns åtaganden som har vissa kännetecken: definition av verksamheten, gedigenhet, reglering av arbetsmoment och storlek.

Ballard (2000) identifierar ett antal kriterier och riktlinjer som är grunden för ett effektivt produktionskontrollsystem:

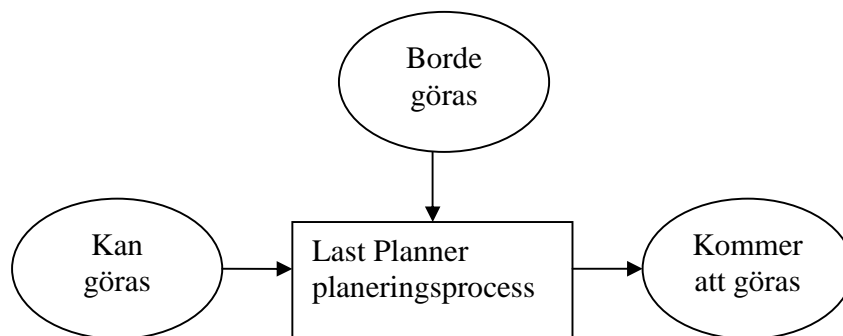
- Variationer måste minskas
- Uppgifter måste vara sunda i förhållande till föregående uppgifter
- Färdigställandet av uppgifter måste mätas och övervakas
- Orsaker till icke färdigställda uppgifter måste undersökas och orsakerna måste undanröjas
- En buffert av sunda uppgifter måste underhållas för varje produktionsenhet
- Förarbetet till kommande uppgift måste göras redo

- Traditionella push-system måste kompletteras med pull-tekniker
- Produktionskontroll måste fokusera på arbetsflöde och värdegenerering
- Projekt måste ses som tillfälliga produktionssystem
- Beslutsfattande måste vara distribuerat produktionskontrollsystemet

Utifrån dessa kriterier har Ballard tagit fram ledningssystemet Last Planner System.

Utformning och konstruktion kräver planering och kontroll. Detta görs av olika personer på olika positioner och vid olika tidpunkter. Planering som sker högt i en organisation tenderar att fokusera på globala mål och restriktioner, samt övervakning av hela projektet. Den högsta ledningens mål driver lägre planeringsprocesser som specificerar medel för att uppnå målet. Slutligen beslutar någon eller några vilket fysiskt, specifikt arbete som ska utföras i morgon. Sådana planer kallas ”uppgifter”, och är unika i det avseendet att de driver det ”verkliga” arbetet. Den person eller de personer som gör dessa uppgifter kallas enligt Ballard ”Last Planner”.

Termen ”uppgifter”, dvs. det som lämnas från last planner till den som verkligen ska utföra arbetet, måste baseras på vissa förutsättningar. Vad som *kommer* (will) att göras måste baseras på vad som *borde* (should) göras i begränsningen av vad som *kan* (can) göras.



Figur 3.5 Skapande av uppgifter i "Last Planner":s planeringsprocess (Ballard, 2000)

Olyckligtvis bedöms last planner ofta efter att det inte finns någon skillnad mellan *borde* och *kan*. Vad som ska göras nästa vecka är traditionellt ”vad som står i kalendern” eller ”vad som kräver mest uppmärksamhet”. Chefer anser att det är deras jobb att se till att underordnad personal ska producera oavsett om hinder ligger i vägen. Oberäknelig information och oförutsägbart färdigställande av föregående arbete invalidiserar den förmodade ekvationen av *will* och *should*. Detta resulterar i frånvaro av planering som styr den verkliga produktionen.

När kontrollen tappas vid produktionsnivån ökar osäkerheten med minskad tilltro till planering som ett verktyg för att forma framtiden. Det som behövs är en förändring av fokus från arbetarna till det flöde av arbete som binder dem samman. Här kommer ”Last

Planner production control system” in i bilden. Detta är en filosofi, regler och procedurer, och en verktygslåda för implementering av dessa procedurer. Systemet har två delar gällande procedurer: kontroll av produktionsenheter samt kontroll av arbetsflöde. Den förstnämnda delen syftar till att göra progressivt bättre uppgifter för att leda arbetare genom ständigt lärande och rättning. Kontroll av arbetsflöde handlar om att styra arbete att flöda genom produktionsenheter enligt bästa sekvens och hastighet.

Kontroll av produktionsenheter

Den huvudsakliga dimensionen för prestation i ett planeringssystem på produktionsnivå är kvaliteten på dess output. Följande är kritiska kvalitetskriterier för en uppgift:

- Uppgiften är väldefinierad
- Den rätta arbetssekvensen är vald
- Den rätta mängden arbete är vald
- Det valda arbetet är praktiskt och sunt; dvs. det kan *göras*

Med ”väldefinierad” menas här att uppgiften är tillräckligt beskriven så att den kan påbörjas och utan tvivel färdigställas. Den ”rätta sekvensen” är förenlig med arbetets interna logik, projektets åtaganden och mål samt utförandestrategier. ”Rätt mängd” är det arbete som planeraren anser sina produktionsenheter kapabla att utföra, baserat på enheternas kapacitet och undersökning av arbetet. ”Praktiskt och sunt” betyder att allt föregående arbete är klart och alla resurser är tillgängliga.

Ballard (2000) menar att ett planeringssystemets effektivitet enklast bedöms indirekt, genom resultatet av den genomförda planen. Percent Plan Complete (PPC) uttrycks i procent och är antalet planerade aktivitet som färdigställts dividerat med totalt antal planerade aktiviteter. PPC är alltså en standard för att mäta vilken nivå av kontroll som utövas på produktionsenhetnivå. PPC mäter i vilken omfattning frontlinjefestens åtagande (will) utförts. Analys av icke uppfyllda åtagande kan leda tillbaka till orsakens kärna, så att förbättringar kan göras i framtiden. Orsakens kärna kan visa sig ligga på vilken nivå, process eller funktion som helst i organisationen.

Att identifiera orsaker till varför åtaganden inte blivit uppfyllda görs företrädesvis av de som är direkt ansvariga för uppgiften. Orsaker kan vara:

- Felaktiga direktiv eller information från Last Planner. Dvs. informationssystemet indikerade felaktigt att information var tillgänglig eller att föregående arbete var klart
- Misslyckande att applicera kvalitetskriterier till uppgifter, dvs. för mycket arbete var planerat.
- Misslyckande i att koordinera delade resurser
- Ändring i prioritet, det vill säga att arbetet blivit omdirigerat till uppgifter som krävt omedelbar uppmärksamhet

- Upptäckt av fel i utformning eller fel hos leverantörer vid försök att genomföra planerad aktivitet

Detta ger initialdata för analys och förbättring av PPC, och därmed förbättring av projektets prestanda.

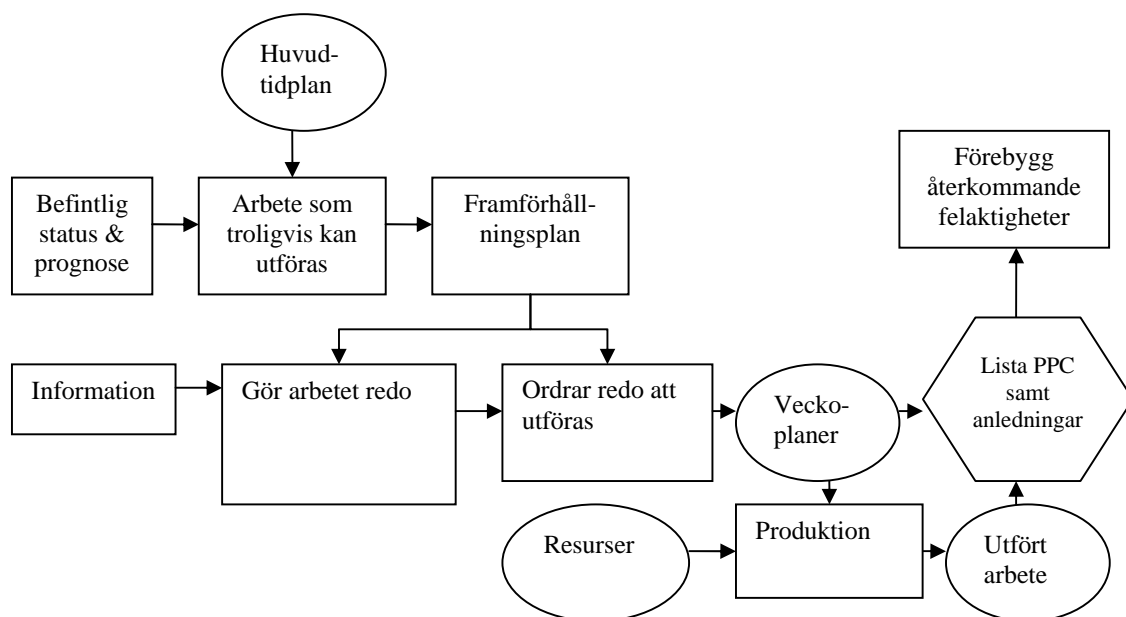
Kontroll av arbetsflöde

Medan kontroll av produktionsenheter koordinerar arbetet inom produktionsenheter, exempelvis snickarlag, koordinerar Arbetsflödeskontroll flödet av design, lager, och installationer *genom* produktionsenheterna.

Framförhållningsscheman är vanliga i industrin, men vanligtvis fokuserar dessa scheman på vad som *borde* göras inom närmsta tiden. I kontrast till detta, sköter framförhållningsprocessen i LPS multipla funktioner:

- Forma arbetsflödets sekvens och hastighet
- Matcha flöde och kapacitet
- Bryta ner aktiviteter i huvudschemat till ”arbetspaket” och operationer
- Utveckla detaljerade metoder för att utföra arbetet
- Underhålla en orderstock av arbete redo att utföras
- Uppdatera och revidera scheman på högre nivå

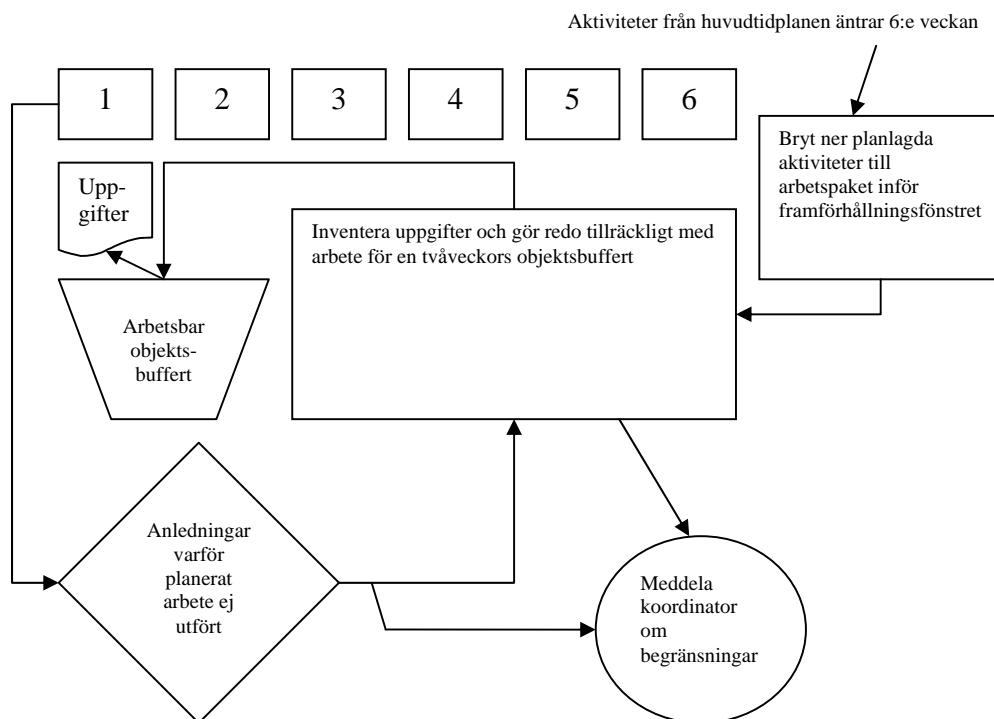
Dessa funktioner uppnås genom olika specifika processer som; definition av aktivitet, restriktionsanalys, ”pulling” arbete från produktionsenheter uppströms, samt matchning av belastning och kapacitet.



Figur 3.6 Last Planner System med Lookahead Process (Ballard, 2000)

Framförhållningsplaneringens gränssnitt utgörs av ett schema för potentiella uppgifter de kommande 3-12 veckorna. Antalet veckor bestäms av projektets karaktär, planeringssystemets tillförlitlighet, samt ledtider för att erhålla information, material, arbete och utrustning.

Innan något fastställs i framförhållningens gränssnitt, måste huvudplanens aktiviteter brytas ner på detaljnivå som är lämplig för uppgifter i veckans arbetsplan, något som vanligtvis innebär multipla uppgifter för varje aktivitet. Därefter måste varje uppgift analyseras för begränsningar för att fastställa vad som måste göras innan uppgiften är redo att utföras. En generell regel är att i framförhållningens gränssnitt endast tillåta aktiviteter som kan göras redo att utföras enligt schemat. Om planeraren inte är säker på att begränsningarna kan undanröjas, måste den potentiella uppgiften uppskjutas till senare datum. Figur 3.7 visar en schematisk bild av "the lookahead process". Den illustrerar arbetsflödet från höger till vänster. Potentiella uppgifter kommer in 6 veckor före schemalagt utförandedatum. Därefter flyttas de fram vecka för vecka tills de når den arbetsbara orderbufferten, och ligger därmed i rätt sekvens och är utan restriktioner. Om planeraren i detta skede upptäcker en restriktion (kanske en ändring i utformning eller något annat), får uppgiften inte fortsätta längs tidslinjen. Målet är att underhålla en sund orderstock som är redo att utföras, med försäkring att jobbet i orderstocken verkligen går att utföra. Veckovisa arbetsplaner skapas sedan från orderstocken, därmed ökas produktiviteten hos de som erhåller uppgifterna och tillförlitligheten av arbetsflöde till nästa produktionsenhet.



Figur 3.7 The lookahead process (Ballard, 2000)

Analys av begränsningar

När en uppgift är identifierad, måste den utsättas för en analys av begränsningar. Olika uppgifter har olika begränsningar. Begränsningar kan exempelvis vara föregående arbete, material, utrymme, utrustning, arbetskraft, tillstånd, osv. Dessa begränsningar kan ligga till grund för att uppgiften inte kan göras klart enligt den veckovisa planeringen.

Begränsningsanalys kräver att leverantörer av varor och service aktivt leder sin produktion och leverans, samt tillhandahåller koordinatören med tidiga varningar för problem, förhoppningsvis med tillräcklig ledtid så att planeringen kan ändras.

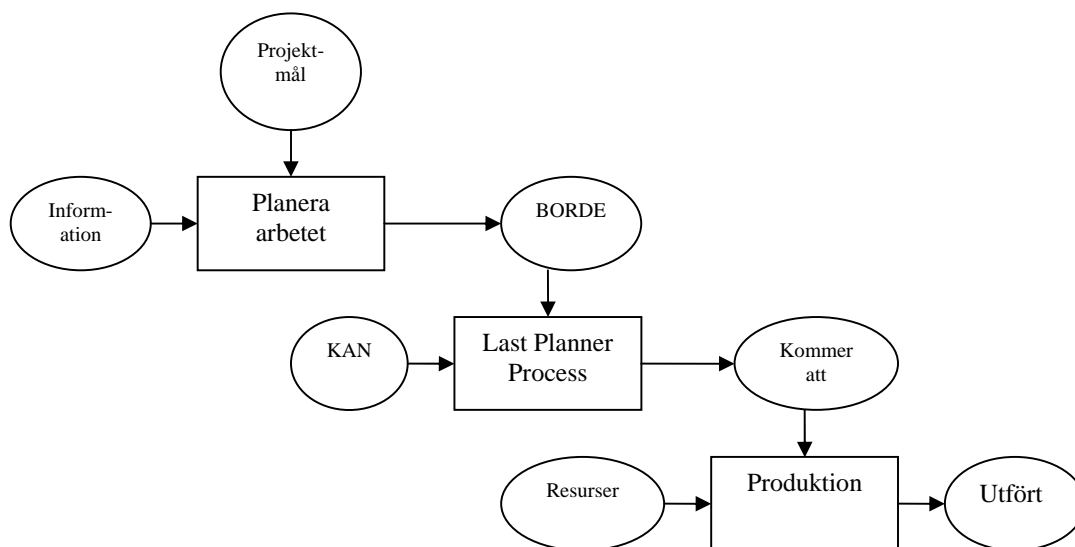
Pull (dragande)

Pulling är en metod för att introducera material eller information till en produktionsprocess. Alternativet är att ”pusha” (trycka) material eller information till en process, baserat på målleverans eller slutdatum. Konstruktionsscheman är traditionellt push-mekanismer. I kontrast till detta, låter en pull-mekanism material eller information äntra produktionsprocessen endast om processen är kapabel att utföra dess arbete. Last Planner är ett typ av pull-system.

Generellt måste en tillförlitlig planeringshorisont vara längre än leverantörens ledtid för att pull ska vara som mest effektivt. Annars kanske dragna resurser inte matchar med det arbete till vilka de ska appliceras.

Matchning av belastning och kapacitet

Att matcha belastning med kapacitet är kritiskt för produktiviteten hos produktionsenheterna genom vilka arbete flödar i systemet, och är samtidigt kritiskt för systemets cykeltider, dvs. tiden det tar för någonting att gå från en ände till en annan.



Figur 3.8 Last Planner System i sin helhet (Ballard, 2000)

Sammanfattningsvis kan sägas att Last Planner System tillför en extra kontrollkomponent till det traditionella projektledningssystemet. Det är en komponent som förvandlar vad som *borde göras* till vad som *kan göras*, så att ett lager av uppgifter som är redo att utföras kan skapas, utifrån vilka veckovisa arbetsplaner kan utformas. (Ballard, 2000)

4 Empiri

Den empiriska studien innehåller kunskap om asfaltprocessen vid Skanska Asfalt och Betong syd; ingående komponenter, kostnadsfördelning, relationskartläggning, samt hur planering sker. Ett avsnitt om asfaltbranschen är avsett att beskriva asfaltbranschens verklighet och skapa förståelse för varför planering i branschen är som den är. Kapitlet innehåller också en beskrivning av vilka faktorer som är viktiga för effektivitet i asfaltprocessen, samt vilka faktorer som hindrar. Detta för att identifiera på vilka grunder planeringen bör utföras, d.v.s. vad planeringen måste uppnå för att asfaltprocessen ska bli mer effektiv. Avslutningsvis presenteras en jämförelse med tre andra branscher som liknar asfaltbranschen i olika avseende.

4.1 Asfaltprocessen

Med asfaltprocessen menas i detta examensarbete den process som sker från tillverkning av asfaltmassa till färdigbelagd yta. Tre huvuddelar kan identifieras i processen: tillverkning, transport och utläggning (se fig. 4.1).

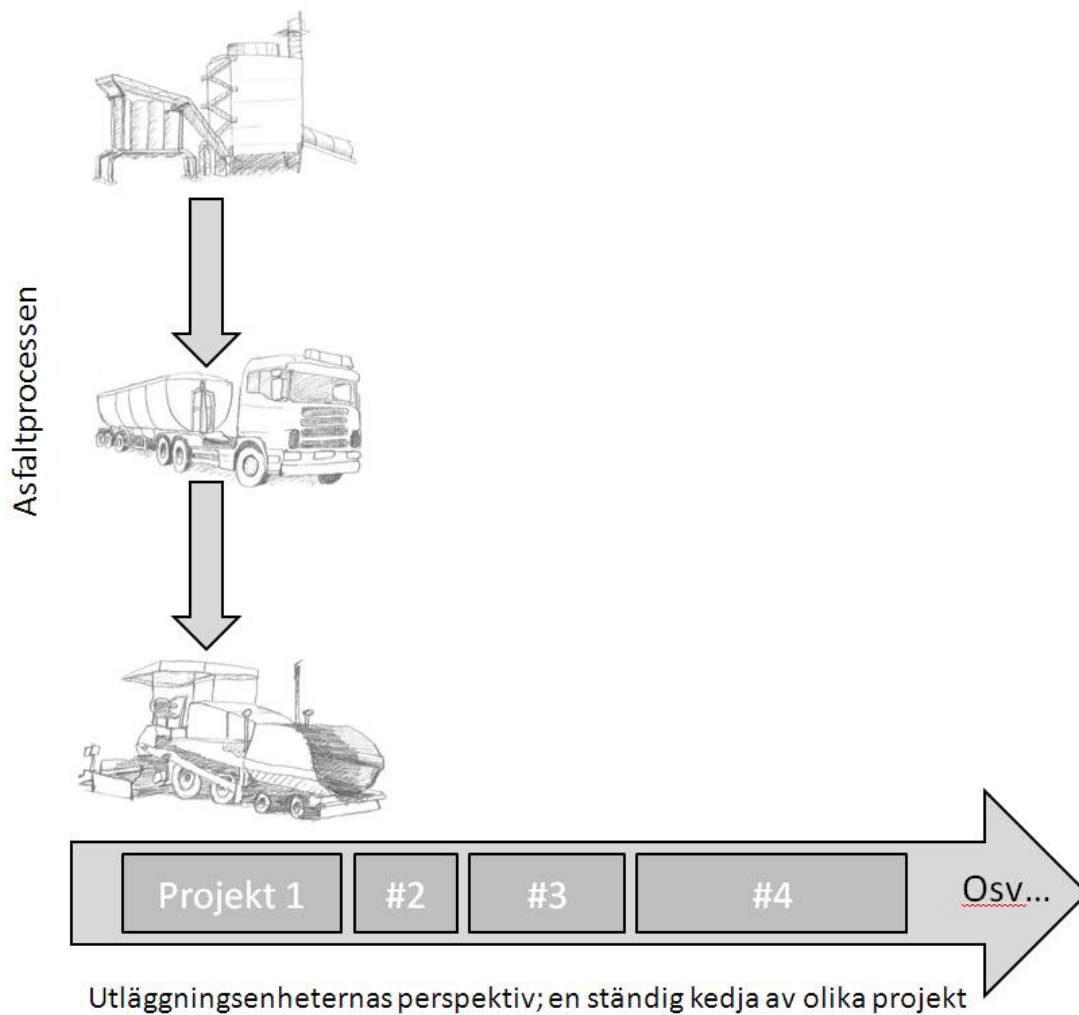


Figur 4.1 Asfaltprocessen

Förenklat kan processen beskrivas enligt följande: Stenmaterial, bindemedel och tillsatsmedel levereras till asfaltverket, där ingredienserna blandas enligt recept till färdig asfaltmassa. Lastbilar hämtar asfalten på verket och kör ut till en utläggningsenhet. Utläggningsenheten lägger ut asfalten, antingen med läggare eller för hand med hjälp av kranbil eller sprider. Den utlagda asfalten komprimeras med vält eller vibroplatta och en färdig asfaltyta är klar.

Denna beskrivning refererar alltså till asfaltprocessen som den sträcka de ingående komponenterna i asfalten måste färdas till dess att de utgör en färdig asfaltbeläggning. Utläggningsenheternas verksamhet kan däremot sägas vara en ständig kedja av olika projekt, som varierar stort i både tid- och materialåtgång samt utförs på ständigt nya platser.

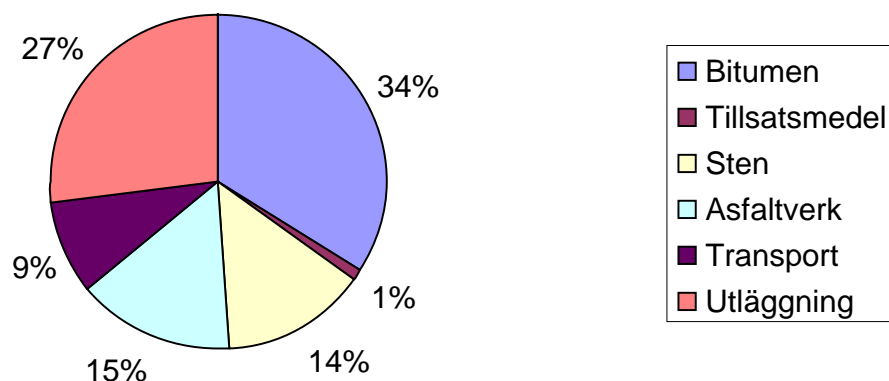
Figur 4.2 visar principiellt hur asfaltprocessen hänger samman med utläggningsenheternas verksamhet.



Figur 4.2 Asfaltprocessen kopplad till utläggningsenheternas perspektiv

4.1.1 Kostnadsfördelning

Resultat av 20-10-gruppens arbete visar att de totala kostnaderna för utlagd asfalt fördelas enligt figur 4.3.

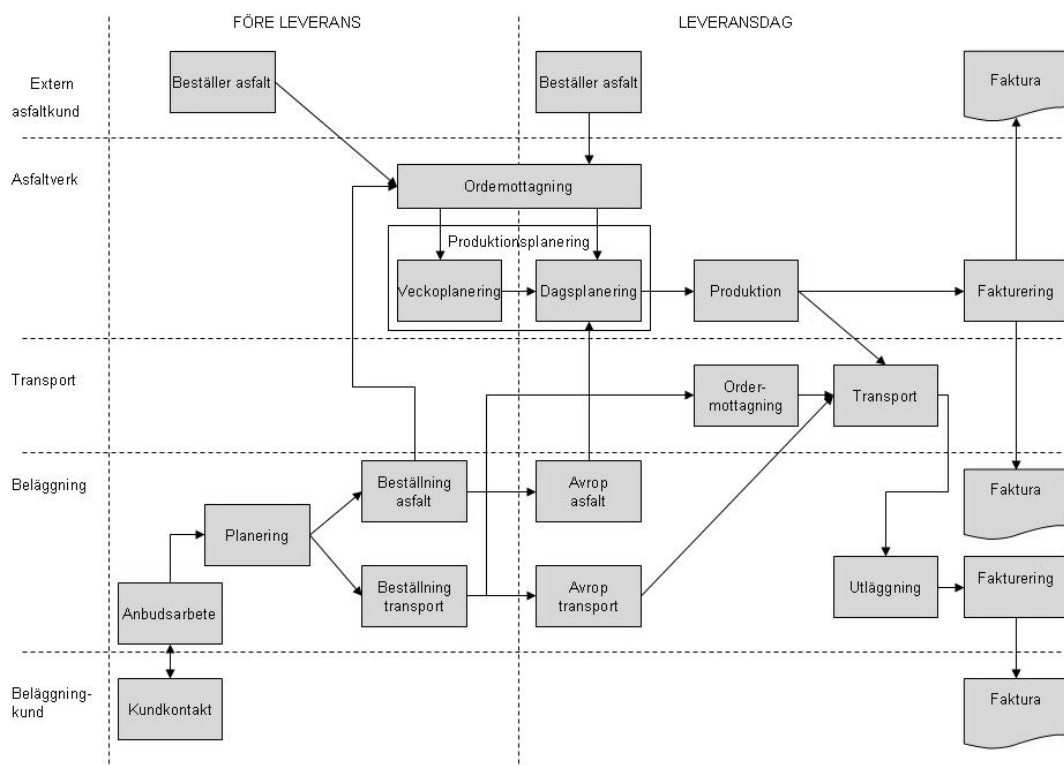


Figur 4.3 Kostnadsfördelning för utlagd asfalt (Projekt Asfalt 20-10, 2007)

Transportkostnad och utläggningskostnad kan variera stort mellan olika beläggningsobjekt, varför dessa kostnader är baserade på antaganden. Utläggingskostnaden är baserad på en uppskattning av ett medelkomplicerat jobb med en standardasfalt utlagd av en medelstor läggare. Bitumen, stenmaterial och tillsatsmedel är produkter som levereras till asfaltverket och de processer som krävs för att framställa dessa produkter ligger utanför asfaltprocessen så som den beskrivs i examensarbetet. I asfaltprocessen är således utläggningskedet den största posten i kostnadsfördelningen, följt av asfaltverket.

4.1.2 Kartläggning av asfaltprocessens aktörer

I figur 4 beskrivs processen från order till fakturering i en generisk översiktsbild.



Figur 4.4 Kartläggning av asfaltprocessen aktörer (Projekt Asfalt 20-10, 2007)

Första steget i processen är en kundkontakt, där kunden lämnar en anbudsförfrågan för ett specifikt arbete. Kunden får tillbaka ett anbud som innehåller ett pris per kvadratmeter färdig asfaltyta. Om arbeten utöver asfaltering (brunnhöjning etc.) tillkommer, är detta arbete antingen inkluderat i kvadratmeterpriset eller en självständig post i anbudet. I vissa fall förekommer även löpande räkning. När kunden godkännt anbudet läggs detta dokument in i planeringen. Planeringen omfattar vilken utläggningsenhet som skall utföra jobbet samt när utläggningen skall ske. Gäller det större arbeten meddelas asfaltverket under planeringen vilken typ av massa och hur mycket som behövs. Denna planering är inte definitiv, såvida inte den ansvarige särskilt uttrycker att tidpunkten för vilken arbetet skall utföras är ”helig”. Senast kl. 14 dagen före leveransdag beställs asfalten från verket, varpå transportbehov fastställs och lastbilar beställs. Under produktionsdagen har lagbasen eller arbetsledaren vid utläggningen löpande kontakt med asfaltverket, och avropar asfalt allt eftersom arbetet fortskrider.

Asfaltverket fakturerar sina kunder efter utvägd asfalt. Utläggingsverksamheten fakturerar sina kunder beroende på avtal.

4.1.3 Planering och produktionsstyrning

Följande text är huvudsakligen baserad på 20-10:s nulägesbeskrivning. Visst underlag även hämtats från egen erfarenhet vad gäller beställningsrutiner samt en föreläsning om asfalttillverkning av Ingmar Andersson (2008).

Asfalttillverkning

Asfaltverket tillverkar asfalt till intern beläggningsverksamhet men också till externa kunder. Huvudsyftet är dock att förse beläggningsverksamheten med asfalt. Beläggningsverksamheten avgör till absolut största del verkets produktionsvolym.

Planeringsförfarandet på asfaltverken varierar från verk till verk. Produktionschefen vid asfaltverket tar del av beläggningsverksamhetens veckoplanering för att få information om asfaltbehovet under kommande veckor. Med hjälp av denna information kan bitumenbehovet planeras och eventuell fullbeläggning på verket kan upptäckas och åtgärdas genom omflyttning av olika utläggningsobjekt.

Utläggning

Planering av beläggningsverksamheten sker med varierande framförhållning. Generellt kan sägas att ju större ett beläggningsprojekt är, desto tidigare kan det planeras in. Detta syns tydligt i exempelvis Dalbyavdelningens planeringskalender: den största utläggningsenhetens planeringshorisont sträcker sig månader framöver, medan ett handläggningsslag endast har objekt inplanerade en eller ett par veckor framåt. Detta faller sig naturligt eftersom de stora utläggningsobjekten omsätter mest pengar och kräver mest framförhållning då dessa objekt kan kräva högre leveransprecision på grund av exempelvis trafikomedlingar eller att beställaren måste leda om sin verksamhet under läggningen. Små beläggningsjobb innebär oftast mindre störningar av kundens verksamhet och kräver därför lägre leveransprecision.

Produktionschefer som verkar inom samma geografiska område träffas vanligtvis en gång i veckan. Under detta möte planeras kommande veckors beläggningsverksamhet. I princip omfattar planeringen vilka utläggningsenheter som skall utföra objekten och under vilken tid, baserat på objektets karaktär, utläggningsenheternas tillgänglighet, kundens krav och önskemål, samt asfaltverkets beläggning. Vid denna tidpunkt är planeringen inte helt definitiv, såvida inte den som ansvarar för arbetet särskilt uttrycker att tidpunkten för arbetet är extra viktig.

Ansvarig produktionschef och/eller arbetsledare gör sedan mer noggrann planering för respektive utläggningsobjekt, varefter en arbetsorder förmedlas till lagbasen för det lag som skall utföra jobbet.

Intressekonflikter

Eftersom asfaltverket endast producerar på beställning och inte på prognos önskar verket god framförhållning i beställningarna för att kunna tillverka jämnt och effektivt med hög kvalitet. Sent inkomna beställningar innebär att verket inte kan jämna ut produktionen över dagen, vilket leder till högre energiförbrukning. Dessutom kan det innebära att asfaltverket når sitt kapacitetstak vilket kan betyda att beläggningsenheter får vänta på asfaltleveranser.

Utläggingsverksamheten önskar dock i många fall beställa så sent som möjligt. Anledningen till detta är det är svårt för en lagbas eller arbetsledare att veta exakt hur arbetet kommer att framskrida under dagen, dvs. hur lång tid arbetet kommer att ta och hur mycket asfalt som kommer att gå åt. Detta innebär att lagbasen helst beställer asfalt så sent som möjligt för att undvika att beställa för mycket.

Senast kl.14 dagen före leverans måste asfalten beställas av lagbasen, arbetsledaren eller produktionschefen. Detta "måste" efterlevs dock sällan. De första morgonleveranserna kan beställaren oftast kvantifiera exakt dagen innan; asfaltbeställaren vet att den första beställningen med säkerhet kommer att läggas ut under dagen och beställer helt enkelt "fullt lass". Därefter ökar osäkerheten, och de flesta beställare kommunicerar löpande med verket under produktionsdagen och avropar asfalt beroende på hur beläggningsarbetet framskrider. Just denna osäkerhet gör att många lagbasar och arbetsledare väntar så länge som möjligt innan sista beställningen. Kontentan av detta är att verket kör för fullt på morgonen, mindre under dagen och därefter ofta ytterligare en topp på eftermiddagen när de sista beställningarna kommer in.

Beläggningsverksamhetens ambition är naturligtvis att kvantifiera beläggningsobjektens tid- och asfaltåtgång i god tid för att underlätta för asfaltverket. Av ovanstående anledningar avviker den faktiskt tillverkade volymen markant från den som är planerad vid veckomötena.

En uppföljning (utförd av 20-10-gruppen) under hösten 2007 visar avvikelser mellan den volym som är planerad vid veckomötena och den faktiskt utlagda volymen. Uppföljningen omfattar en 9-veckorsperiod med sex olika läggarlag, där fyra är maskinlag. Avvikelseerna är mycket stora på båda håll, det vill säga att den faktiskt tillverkade volymen kan bli både större och mindre än den planerade. Tabell 4.1 visar medelvärdet på avvikelseerna, standardavvikelse samt 95-procentigt konfidensintervall för de fyra maskinlagen under hela 9-veckorsperioden.

	Medelvärde (%)	Standardavvikelse (%)	95% konfidensintervall
Lag1	-18,4	31,7	20,7
Lag2	-26	16,5	12,2
Lag3	-9,9	54,5	35,6
Lag4	-22,6	29,8	20,7
Totalt	-18,5	36,2	12,3

Tabell 4.1 Medelvärde, standardavvikelse samt konfidensintervall för avvikelse mellan planerad och utlagd asfalt

Samtliga maskinlag lägger alltså ut mindre asfalt än planerat, sett till hela 9-veckorsperioden, även om det vissa dagar kan bli mer än planerat.

4.2 Asfaltbranschen

Detta avsnitt bygger till stor del på egna erfarenheter från examensarbetarens tid som yrkesverksam i Asfalt och Betong Syd; funderingar, åsikter och värderingar från branschen. En diskussion med Jan-Olov Andersson från Asfalt och Betong Väst har visat på branschens ibland kaosartade verklighet.

4.2.1 Asfaltbranschens svårförutsägbara natur

Följande exempel illustrerar asfaltbranschens svårförutsägbara natur:

Enligt Andersson (2007): Beläggningen i en korsning utanför knutpunkten i Helsingborg uppvisade kraftig spårbildning. Den valda åtgärden skulle bli fräsning av gammal toppbeläggning och därefter en ny topp. När fräsningen påbörjades visade det sig att befintligt asfaltlager var så tunt att fräsen gick ner i det obundna bärlagret. Fräsarlaget informerade inte om detta förrän hela korsningen var uppfräst. Alltså var den högtrafikerade korsningen med många busslinjer i centrala Helsingborg helt utan beläggning. Hade produktionschefen direkt blivit informerad om beläggningens tunnhet, hade han genast avbrutit fräsningen och planerat om arbetet. Nu gällde det istället att försöka få på en provisorisk beläggning så fort som möjligt, dels för att förhindra ytterligare skador på vägkroppen och dels för att bärlagergrus inte skulle spridas i centrala Helsingborg. Det maskinlag som skulle utföra beläggningen var inte inplanerat förrän i ett senare skede, och var upptaget på annat håll. Däremot var ett handlag i närheten och produktionschefen skickade dem till korsningen med order att utföra en tunn provisorisk beläggning, vilket gjordes.

Att den befintliga beläggningen visade sig vara tunnare än vad som trots fick beställaren, kommunen, att tänka om gällande den åtgärd som vore bäst för korsningen. Detta beslut drog ut på tiden och det dröjde uppemot ett år innan det fastställdes vad som skulle göras. Ändå visade sig att den tunna, provisoriska, handlagda beläggningen visade sig fungera alldeles utmärkt under tiden.

Denna historia visar på att det ofta är omöjligt att veta hur ett jobb kommer att se ut i slutändan: ofta vet man inte hur underliggande asfaltlager ser ut, kommunikationen brister, asfalt är ett svåröversägbart material.

Ovanstående historia illustrerar även varför planering och framförhållning visserligen ses som viktigt, men är svårt att hålla. En vanlig åsikt är att planeringen ändå fallerar så fort man lämnar möteslokalen, just på grund av oförutsedda händelser.

4.2.2 Kundrelationer

Att kartlägga hur alla kundrelationer ser ut i asfaltbranschen är ett omfattande arbete. I detta skede kan vi nöja oss med att säga att branschen ser olika på olika kunder; vissa kunder är prioriterade, vissa kunder undviks helst. Vissa kunder utgör ett långvarigt samarbete, vissa kunder är tillfälliga. Vissa kunder specificerar exakt vilken beläggning de vill ha, vissa kunder ser asfalt som ett generellt begrepp.

För en privat kund som vill ha sin infartsväg asfalterad är kanske asfalt något ”svart och klabbigt” som gör att infartsvägen inte blir dammig eller lerig. I detta fall väljer troligtvis kunden entreprenör endast baserat på kvadratmeterpris, med följden att denne får enklast tänkbara beläggning. I det andra ytterläget; om kunden exempelvis är Vägverket, får entreprenören oftast en mycket specifik beställning av olika asfalttyper och funktionskrav.

4.2.3 Framgångsfaktorer

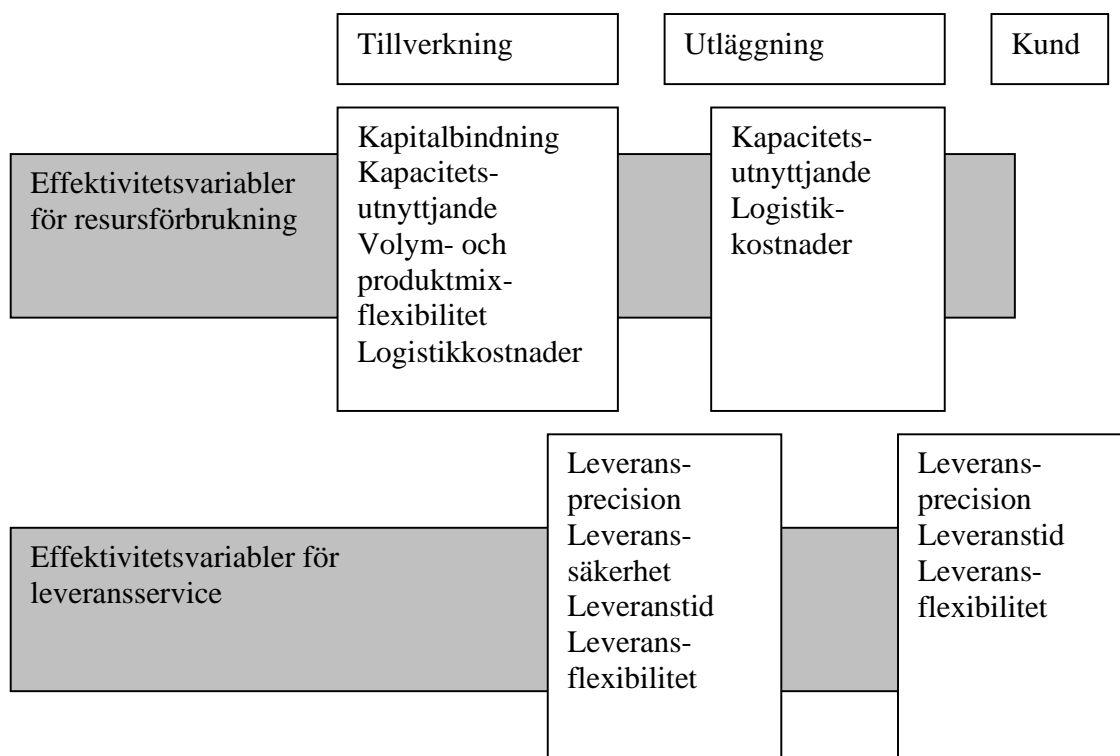
För att bestämma vad som är viktigast vad gäller asfaltprocessen måste verksamhetens framgångsfaktorer och konkurrensfördelar framgå.

Många företag tvingas välja sin framgångsfaktor, t.ex. kundservice och kvalitet eller lågt pris. Som tidigare nämnts har asfaltbranschen ett brett spektra av kunder med olika värderingar om vad som är viktigast vid val av asfaltleverantör. En stor aktör inom asfaltbranschen kan alltså inte fokusera på endast en framgångsfaktor. Generellt kan dock sägas att kunderna värderar den personliga kontakten mycket högt (startmöte -08).

Faktorer som strategiskt utplacerade bergtäkter och asfaltverk, samt en effektiv asfaltprocess påverkar asfaltaktörens framgång positivt, oavsett kundens värderingar.

4.3 Effektivitet i asfaltbranschen

Baserat på DuPont-modellen kan effektivitetsvariabler kopplas till asfaltprocessens aktörer enligt figur 4.5.



Figur 4.5 Effektivitetsvariabler för asfaltprocessens huvudaktörer

Tillverkning

Kapacitetsutnyttjandet för ett asfaltverk är naturligtvis beroende av beställningsgraden. I asfaltprocessen, där lagringsmöjligheter är ytterst begränsade, är asfaltverkets produktion direkt kopplad till utläggningsenheternas beställningar. Detta innebär att asfaltverkens kapacitetsutnyttjande varierar stort över tiden. En uppföljning som 20-10-gruppen gjort på ett asfaltverk under hösten 2007 visar att verket levererat nästan tre gånger så mycket asfalt den mest produktiva veckan som den minst produktiva. Asfaltverkets ojämna nyttjandegrad innebär också att kapacitetstaket ibland nås.

Variationer på veckobasis kan naturligtvis förklaras med årstidernas klimat. Framåt vintern är det svårare att lägga asfalt än på sommaren. Detta förklarar dock inte variationer över dagen.

Enligt Ingmar Andersson (2008) finns stor potential i att ge verket möjlighet att jämna ut produktionen över dagen, något som är möjligt med högre förbeställningsgrad.

20-10-gruppen har studerat två asfaltverk av medelstor kapacitet. Maxkapaciteterna för de två verken är 180 respektive 150 ton per timme, där det förstnämnda använder ett skift och det senare två skift.

Verken producerar 15,3 respektive 24,5 procent av tillgängliga arbetstimmar under ett helt år, samt 22,4-34,1 procent av tillgängliga arbetstimmar under en säsong vilken är 150-160 dagar. Skillnaden beror i huvudsak på att verken körs ett respektive två skift. Verkens nyttjandegrad under den tid som de används är 46,7-48,5 procent av maxkapaciteten i genomsnitt under säsongen. Den genomsnittligt högsta nyttjandegraden under en månad är cirka 70 respektive 60 procent. Enskilda dagar är nyttjandegraden maximalt 93 respektive 82 procent. Stickprov från enskilda dagar visar att det är möjligt att överskrida maxkapaciteten vissa timmar. Diagram 4.1 visar grafiskt ovanstående nyttjandegrader.

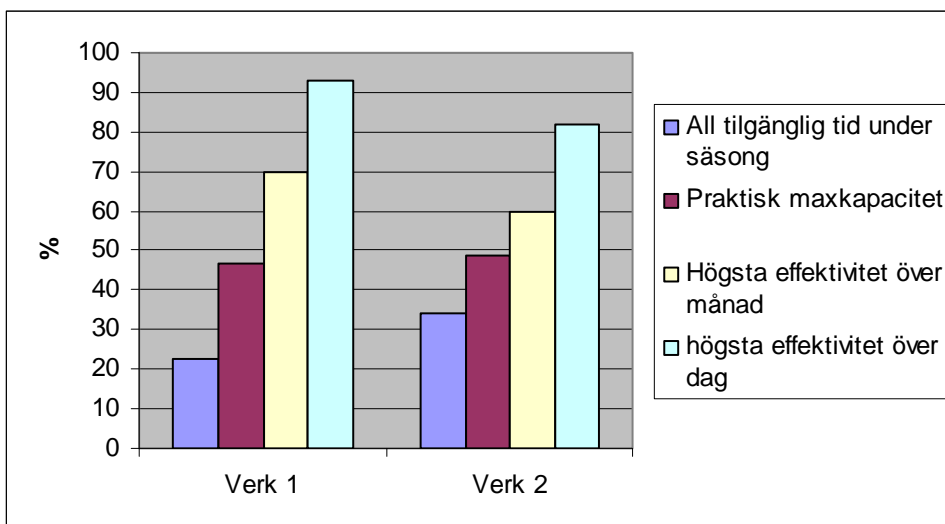


Diagram 4.1 Nyttjandegrad av två asfaltverk

20-10:s undersökningar visar också att det förekommer overtidsutnyttjande, trots att all normaltids inte utnyttjas.

Produktmixflexibiliteten för ett asfaltverk är dess förmåga att ställa om produktionen mellan olika recept, vilket beror på hur verket är konstruerat. I genomsnitt sker 11 respektive 17 receptbyten per dag hos de två verken. Varje receptbyte kräver 1-20 minuter och en bedömning är att 30-45 respektive 30-60 minuter produktions tid per dag går förlorad på grund av receptbyten.

Om leveransprecision beräknas som levererade ton asfalt jämfört med förbeställda (dagen innan) ton asfalt, visar statistik från ett verk under 18 veckor att leveransprecisionen är mellan 82-100 procent med ett genomsnitt på 95 procent. Denna statistik säger dock inget om mindre förseningar under dagen. Av egen erfarenhet vet författaren att det är ganska vanligt med försenade leveranser.

Energieffektiviteten för asfaltverk är totalt i storleksordningen 40 procent. Det är främst en fråga om asfaltverkens konstruktion, där värmeförluster är en stor bov. Kopplat till processperspektivet innebär ojämnt användande av verket att brännare i torktrumman måste startas flera gånger per dag, samt sten som torkas och värms utan att användas till produktionen.

Totalt motsvarar dessa extrastarter av brännaren ca 1 procent av verkets processkostnad. Sten som torkas och värms till ingen nytta motsvarar en kostnad i samma storleksordning.

Utläggning

Kapacitetsutnyttjande för beläggningsverksamheten kan mätas på många olika sätt. Ett teoretiskt maximalt kapacitetsutnyttjande av en asfaltläggare är när läggaren lägger ut asfalt med full kapacitet under hela skiftet. Därefter kan man börja lägga till faktorer som av nödvändighet gör maximalt kapacitetsutnyttjande omöjligt: läggaren måste flyttas från objekt till objekt, beläggningstyper har olika tjocklek, ytor har olika bredd, välten/vältarna måste hinna med, asfalttransporter måste hinna med, osv. Att öka kapacitetsutnyttjandet innebär dels att minimera dessa faktorer, dels att låta rätt beläggningsenhet utföra rätt jobb.

Asfaltläggarmaskinerna är den största posten i kostnaden för ett asfaltlag med cirka 40 procent av den totala maskinkostnaden. Laggarmaskinernas nyttjandegrad följer i princip asfaltverkets nyttjandegrad, det vill säga 22-34 procent av all tid under en säsong.

Under en säsong på 150-160 skift är normalt 10-20 stycken stillestånd på grund av väder eller problem med läggaren.

Den troligtvis mest omfattande undersökningen asfaltenheters nyttjandegrad är ett examensarbete från 1984 ("Störningar vid asfaltbelägningsarbeten", Andersson & Rinman, 1984). I detta arbete har ett flertal olika objekt studerats, med syfte att visa fördelningen av olika moment vid asfaltläggning, både värdeskapande och icke värdeskapande. Studien visar att maskinläggning sker 22-45 procent av skiftet, starkt beroende på vilken typ av objekt som utförs. Förberedelsetid uppgår till mellan 11 och 32 procent. Handläggning sker mellan 6 och 38 procent av tiden och justering av brunnar har en tidsandel på 0-22 procent. Förberedelse, handläggning och brunnjustering är visserligen nödvändiga arbetsmoment, men maskinläggning är den tveklöst mest värdeskapande aktiviteten. Väntetider på asfalt, vält, trafik och övrigt är i genomsnitt kring 20 procent, varav väntan på asfalt i genomsnitt är 12 procent. En norsk tidsstudie från 2004 som refereras i 20-10-gruppens nulägesbeskrivning visar att väntan på asfalt uppgår till 19 procent av skiftet. Ett stickprov från 2007 vid A&B Syd visar ett värde på 8 procent för samma dimension.

Logistikkostnader för beläggningsverksamheten är i stort sett transportkostnad för asfaltmassa, samt transport av beläggningsenheternas utrustning mellan beläggningsobjekten. Självklart är det eftersträvansvärt att låta beläggningsenheterna ta en så kort rutt som möjligt ut logistikhänseende, dvs. planera så att beläggningsenheterna flyttar så korta sträckor som möjligt mellan olika objekt.

4.3.1 Negativa faktorer för effektiviteten

Två huvudfaktorer påverkar effektiviteten för utläggningens verksamheten mest; förarbetet och tillgång till asfalt, dvs. att arbetet stannar upp på grund av att förarbetet inte är korrekt samt att asfalt inte anländer när den behövs. Bristfälligt förarbete beror antingen på beställaren eller den interna verksamheten beroende på vem som utför det, men det hade kunnat undvikas om förarbetet hade ägnats tillräcklig tid och om utläggningens enheterna påbörjade arbetet enligt planerad tid. Att asfalt inte anländer när den behövs beror på att verket är fullbelagt alternativt brister i transportererna.

Till dessa faktorer kan läggas väderförhållanden, sjukdom, trafikens inverkan, samt akuta ändringar från kunden. Dessa faktorer har olika orsaker, men har samma bakomliggande orsak; alltför kortsiktig planering.

4.4 Specificering av hinder för en effektiv asfaltprocess

Asfaltprocessen är utsatt för ett flertal störningar som hindrar en effektiv produktion, störningar som motverkar det ”flyt” som eftersträvas, både vid beläggningsverksamhet och asfalttillverkning. Störningar kan påverka både det enskilda beläggningsobjektet och rubba den gemensamma planeringen i en beläggningsavdelning. För att skapa en gemensam planering som är effektiv måste dessa störningar kontrolleras. I detta examensarbete uppdelas störningar i förseningar, oförutsedda händelser, samt kundens krav.

Denna kategori baseras på Asfalt 20-10:s nulägesbeskrivning, diskussioner med produktionschefer och arbetsledare, samt egen yrkeserfarenhet.

4.4.1 Förseningar

Förseningar definieras som händelser som skulle kunnat undvikas genom bättre förberedelse av ett beläggningsobjekt, antingen av intern verksamhet eller från beställarens sida. Huvudsakligen handlar det om planeringsrelaterade störningar. Störningar kan vara:

- Ändringar med kort framförhållning från beställaren
- Asfaltbrist till följd av fullbeläggning på verket
- Dåligt flyt i asfaltleveranser
- Transportbrist

- Dåligt utfört eller ej färdigt förarbete
- Ej optimal beläggningsenhet för objektet i fråga
- För optimistisk bedömning av tid- resurs- och materialåtgång
- Trafikstörningar

4.4.2 Oförutsedda händelser

Oförutsedda händelser är störningar som kan inträffa oavsett hur väl den som ansvarar för ett beläggningsobjekt förbereder detta.

När beläggningsenheten anländer till det objekt som ska utföras, och alla förutsättningar finns för att arbetet ska gå enligt plan, är oförutsedda händelser det enda som kan sätta käppar i hjulen (eller larvfötterna). Sådana händelser är:

- Väder
- Sjukdom
- Maskinella problem

I många fall kan förebyggande arbete minska frekvensen av dessa händelser. T.ex. genom att ha en välservad och ung maskinpark kan många maskinella problem undvikas. Naturligtvis finns väderprognoser att tillgå, men tillförlitligheten sjunker ju längre prognosen är.

4.4.3 Kundens krav

Kundens krav är givetvis en faktor i beläggningsobjekts planering. Kunderna har önskemål och ibland krav på ledtid, leveransprecision och leveransflexibilitet. Ett antal exempel inom regionen kan ges:

Asfaltering är ofta det sista som ska göras i vid anläggningsprojekt, dvs. precis innan slutbesiktning. Eftersom anläggningsprojekt dras med egna osäkerheter, beställs ofta asfaltering i sista stund. Således får beläggningsverksamheten höga krav på både kort ledtid och hög leveransprecision.

Privatkunder som beställer asfalt har ofta svårt att exakt specificera hur mycket som ska läggas. Det sker ofta tilläggsbeställningar när beläggningsenheten väl är på plats.

Kommunala beställningar kan oftast utföras när det passar beläggningsverksamhetens planering, men i storstäder är det ofta tvunget med trafikanordningsplaner, trafikomledningar och annat som kräver framförhållning och hög leveransprecision.

4.5 Erfarenheter från andra branscher

Detta avsnitt beskriver ett antal företag, vars processer har vissa likheter med asfaltprocessen. De två branscher som beskrivs först sysslar i likhet med asfaltbranschen med färskvaror. Det tredje exemplet, sjukvård, är en serviceorganisation som nyligen har hämtat inspiration från Lean-tänkandet. Avsnittet kan inte liknas vid en renodlad benchmarking; inga specifika mätvärden har jämförts. Syftet med dessa studier var bland annat att examensarbetaren ville finna inspiration till hur jämn produktion kan uppnås i en kundorderstyrd process.

4.5.1 Färdigbetongtillverkning

Färdigbetongbranschen har likheter med asfaltprocessen då tillverkning sker med begränsad möjlighet att lagra produkten. Skillnaden mellan branscherna är att Sydstens åtagande upphör när betongen har levererats till kunden, medan AoB även oftast utför utläggning. Som tidigare nämnts är en jämn produktion i asfaltprocessen eftersträvarsvärd. Vid betongtillverkning har en jämn produktion mindre betydelse eftersom kostnader vid start och stopp av betongverket är betydligt mindre än för ett asfaltverk. Istället är det samordning av transporter som är i fokus. Sydsten använder sig av ett avancerat datorprogram för att underlätta och effektivisera betongtransporterna. Senast klockan 14:00 dagen före måste kunden beställa sin betongleverans. Mängd, plats, leveranstid och betongbilens uppskattade tid ute hos kunden läggs in i datorn, varefter transportsamordnaren planerar in den kommande dagens samtliga beställningar efter bästa förmåga. Transportsamordnaren kan då tvingas övertala kunden att just dennes leverans skulle passa bättre vid en tidpunkt senare på dagen än kundens ursprungliga önskemål (Boy, 2008).

4.5.2 Mejeri

Mjölk är liksom asfalt en färskvara, vilket innebär små lagerhållningsmöjligheter. Skillnaden mellan Skånemejeriers produktion och asfaltprocessen är att Skånemejerier är tvungna att ta emot all mjölk som produceras av dess leverantörer. Det rör sig alltså om en tryckande process, till skillnad från den dragande asfaltprocessen.

Lagerhållning

Mjölk är en färskvara och Skånemejerier har möjlighet att lagra den maximalt ett par dagar innan den måste levereras till butik. Ett riktvärde är att kunderna, dvs. butikerna, ska ha tillgång till mjölkprodukterna 2/3 av dess livslängd. Om Skånemejerier får in mer mjölk än den som efterfrågas har de möjlighet att tillverka ost, smör eller mjölkpulver, som kan lagras längre än mjölk. Ost kan lagras 4-12 månader och mjölkpulver i 6-12 månader. Däremot har färskvaror som mjölk högst lönsamhet, varefter lönsamheten faller ju högre hållbarhet produkten har. (Bergstaf, 2008)

Planering

Skånemejerier planerar efter prognos. Översiktlig planering sker med ett års horisont. Mer detaljerad planering sker var 6:e vecka, och slutlig planering sker varje torsdag där också transporter bokas upp. (Bergstaf, 2008)

Kund- och leverantörshantering

Mjölk kunderna beställer leverans senast dagen före. Stora kunder har dock möjlighet att kompletteringsbeställa senast kl.11 leveransdagen. Skånemejerier gör alltså viss skillnad på stora, prioriterade kunder och mindre beställare. För ett antal år sedan tillämpade Skånemejerier flexibel prissättning. Leverantörerna fick då betala mindre för Skånemejeriers tjänster om de kunde leverera jämn volym över tid. Detta system frångicks eftersom det rubbade kornas naturliga cykler. Efter det har variationer åter ökat i produktionen. (Bergstaf, 2008)

4.5.3 Sjukvård

Sjukvården är en serviceorganisation. Asfaltverksamheten har vissa likheter med en serviceorganisation eftersom den omfattar både tjänster och produkter. Leveransers tid- och resursåtgång är svåröversägbart i båda verksamheterna.

Enligt Magnus Lord, strategisk chef vid Region Skåne (2007), är framgångskonceptet för en effektiv process att använda kompletta team, dvs. team som består av experter inom alla områden. På detta vis kan en åtgärd utföras i sin helhet direkt, utan att skicka runt patienter till olika avdelningar. Detta innebär att ledtiden minskar för kunden. Dessutom minskar antalet fel och brister i processen eftersom ansvaret för patienten förblir inom en arbetsgrupp. Införandet av Lean på några olika sjukhusavdelningar runt om i Sverige har resulterat i minskade kötider, kortare utredningstider, besparing av personalkostnader m.m.

Enligt Lord (2007) kan Lean som koncept förmodligen leda till effektivisering även inom vägbyggnadsbranschen.

Med erfarenheter från sjukvården är utmaningarna i vägbyggnadsbranschen att det ofta dröjer lång tid mellan förarbetets färdigställande och asfترلäggningens påbörjande, vilket innebär en allt för lång ledtid för kunden. Den spontana lösningen är att slå ihop förarbete och utläggning.

Asfaltbranschen har redan relativt kompletta team som är specialiserade för olika typer av jobb, och valet av team (lag) för det specifika jobbet är oftast inte något problem. Frågan är istället var man drar gränsen för ett jobb; om det bara är själva beläggningen som är jobbet eller om det innefattar mer. Ur kundens synvinkel sträcker sig ett jobb ofta från förarbetet av befintlig mark till färdig ytbeläggning. Kanske vore det i så fall bättre att erbjuda en

helhetslösning där asfaltavdelningen står för både förarbete och asfaltering, för att kunna synkronisera delarna och därmed erbjuda kunden kortare ledtid.

För att få en effektiv process även vid de tillfällen kunden gör förarbetet själv krävs det att kunden gör färdigt förarbetet precis innan asfalten ska läggas. Detta för att reducera den sammanlagda tiden ett arbete tar och för att ytan inte ska vara outnyttjad, vilket är negativt och oftast kostsamt för kunden.

Enligt Lord (2007) kan framgångsreceptet Lean sammanfattas som följer. Gör alltid klart alla delar i ett projekt direkt utan väntetider mellan varje delmoment. Arbeta med kompletta team som kan hantera alla delar av jobbet och ha ett nära samarbete med kunden.

5 Diskussion

I detta kapitel diskuteras innehållet i teori- och empirikapitlen. Diskussionen utmynnar i ett antal frågeställningar som ligger till grund för kommande analys och förslag.

5.1 Lean och asfaltbranschen

Efter ganska omfattande studier av Lean Production i teorikapitlet gäller det att ta ställning till de teorier som studerats utifrån asfaltprocessens perspektiv så som den beskrivs i figur 4.2. Lean production, dvs. att använda dragande system, att ta bort slöseri samt att reducera variationer i processer är den huvudsakliga inspirationen. Om osäkerheterna vid beläggningsobjekt reduceras är det möjligt att bättre planera de gemensamma beläggningsresurserna mot en jämnare produktion, både vid asfaltverket och hos beläggningsenheternas framfart. Jämn produktion är enligt TPS en förutsättning för att reducera icke värdehöjande slöseri.

Dock bör tänkas på att Lean har utvecklats, främst av japaner, inom kapitaltung industri som tillverkar komplicerade produkter bestående av många delar i serier av någorlunda längd och planeringsbara storlekar (Green, 1999). Visserligen fordras ganska stora investering i maskiner och asfaltverk, men om en asfaltyta som produkt går att jämföra med en bil i komplexitet kan diskuteras.

Jämförs asfaltprocessen med de huvudsakliga tankesätten i Lean Production, är det i alla fall en av punkterna som redan ligger i asfaltprocessens natur: dragande system. Asfalt är en färskvara som produceras högst några timmar innan den blir en färdig produkt, och därmed existerar inte möjligheten till längre lagerhållning. Dock är dragande system ytterst känsliga för oförutsedda händelser, framförallt uppströms men även nedströms i processkedjan.

För att framgångsrikt kunna implementera Lean Production i någon del av verksamheten, måste resten av verksamheten också vara lean-orienterad. Det är alltså viktigt att börja i rätt ände. Exempelvis är en optimalt fungerande utläggningsenhet till liten nytta om inte arbetsledningen kan skapa rätt förutsättningar så att enheten kan utföra beläggningsarbetet utan yttre störningar.

Den rätta vägen borde vara att fastställa verksamhetens spelregler på ett Lean-inspirerat sätt. Enligt TPS är leveranstid helt på kundens önskemål inte förenligt med principen om att *jämna ut arbetsbelastningen*. Istället måste kunden beställa i god tid så att beställningen ska kunna planeras in. Nackdelen för kunden är eventuellt längre tid mellan beställning och leverans, istället erhålls en högre leveransprecision. Kunden har då bättre möjlighet att planera in övrig verksamhet. Fördelarna för den egna verksamheten är stora och ligger till grund för ytterligare implementering av TPS. Problemet med detta tankesätt är att en kundorder måste kvantifieras tid-, material-, och resursmässigt exakt för att den ska kunna planeras in i en hållbar produktionssekvens, något som är svårt i asfaltbranschen på grund av osäkerheter.

Slutsatser är att en ”Lean” asfaltprocess kräver jämn produktion, som i sin tur kräver kontroll av variationer, både internt och externt.

5.1.1 En möjlig Lean-koppling?

Förseningar och oförutsedda händelser är ett problem i asfaltprocessen. Teoretiskt sett är det endast ett fåtal händelser som inte går att göra något åt; väder och sjukdom. En förklaring är att PC och AL (produktionschefer och arbetsledare) inte hinner med att se till så att allt är i ordning innan utläggning ska påbörjas. En annan förklaring till förseningar är att PC/AL är tidsoptimister som inte planerar in tillräckligt med tid som behövs för ett visst jobb eller inte lägger in buffertar så att oförutsedda händelser kan pareras.

Kanske är det så att PC/AL måste bli bättre på att bedöma hur lång tid ett visst arbete tar, baserat på transportavstånd, lagkapacitet och jobbkomplexitet, samt använda tidsbuffertar för oförutsedda händelser. Detta skulle minska sannolikheten för förseningar, vilket i sin tur skulle ge bättre leveransprecision, med följderna att det blir enklare att påverka kundens krav och önskemål. Detta skulle innebära större möjlighet att planera in beläggningsobjekt så att tillverkningen får en jämnare produktion. En jämnare produktion skulle förmodligen innebära färre produktionsstopp, vilket gör att utläggningen blir mindre försenad, varpå den bedömda bufferten kan revideras.

5.2 Effektivitetspotentialer

Tillverkning

Över säsongen nyttjas asfaltverken knappt hälften av sin teoretiska maxkapacitet (se kapitel 4.3). Ändå är överkapaciteten i dagsläget nödvändig för att tillgodose toppar i efterfrågan. Att jämna ut variationer i tillverkningen skulle ge följande vinster:

- Mindre risk för fullbeläggning av verket
- Möjlighet att tillverka mer asfalt

Utjämning av variationer kan ske både kort- och långsiktigt. Utjämning över dagen kan göras om verket får in alla beställningar dagen innan. Utjämning på längre sikt kan genomföras om beläggningsverksamheten planerar in sina objekt med mer tanke på jämn tillverkningsvolym på asfaltverket.

Förbeställning dagen innan ger också verket möjlighet att bättre planera produktionen så att extrastarter av torktrumman kan undvikas och antalet receptbyten kan minskas. Även övertidsarbete skulle vara möjligt att minska med utjämnad produktion.

Utläggning

Det finns mycket stor potential i att få utläggningen att producera med mindre störningar. Den enda störning som kan kopplas till asfaltverkets prestation är väntan på asfalt, som uppgår till mellan 8 och 19 procent av skiftet beroende vilken tidsstudie som refereras (se kapitel 4.3). Hur stor andel av väntetiden som beror på asfaltverket respektive transporter framgår inte av underlaget, men det är en betydande potential som kan förbättras om beläggningsverksamheten ger asfaltverket bättre framförhållning.

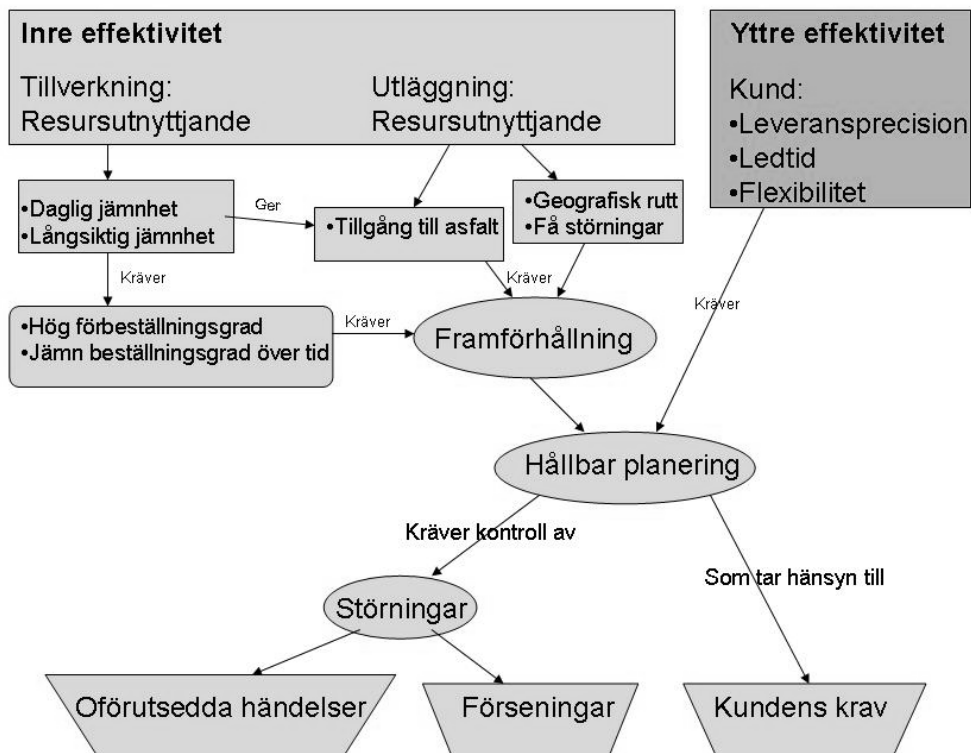
5.2.1 Effektivitet och dess förutsättningar

Kapacitetsutnyttjandet i både tillverkning och utläggning är en viktig inre effektivitetsvariabeln och kan påverkas av: jämn tillverkningsvolym över tid vid asfaltverkets, utläggningsenheternas geografiskt optimala rutt, samt att utläggningsenheterna tillåts utföra objekt som är väl matchade för deras kapacitet samtidigt som jobbet kan utföras utan störningar.

En jämn tillverkning minskar asfaltverkets energikostnader samtidigt som kapaciteten höjs, vilket innebär att tillgången till asfalt kan ökas. Jämn tillverkning över dagen kräver hög förbeställningsgrad och jämn tillverkning över längre tid kräver jämn beställning från beläggningsverksamheten. Hög förbeställningsgrad kräver förutsägbara beläggningsobjekt och jämn beställning kräver hållbar planering. Hållbar planering kräver kontroll över de störningar som kan inträffa vid beläggningsobjekt.

Om samtidigt hänsyn skall tas till kundernas krav på ledtid, leveransprecision och flexibilitet, vilket det naturligtvis ska, är framförhållning ännu viktigare.

Figur 5.1 illustrerar ovanstående resonemang.



Figur 5.1 Inre och yttre effektivitet samt dess förutsättningar

Oförutsedda händelser:

Oförutsedda händelser kan i princip härledas till "Murphys lag", och kan antas vara de händelser som ligger utanför aktörernas kontroll, oavsett hur väl dessa planerar och förbereder. Asfaltbeläggningens verksamhet har sin beskärda del av dessa händelser på grund av dess oförutsägbara natur som tidigare nämnts. Oförutsedda händelser leder till förseningar och omplanering av beläggningens verksamhet och är en betydande anledning till att långsiktig planering ses som överflödigt.

Om målet är en hållbar planering bör den totala planeringen göras hållbar *trots* att enskilda utläggningsobjekt växer eller krymper tid- och materialmässigt.

Förseningar:

Detta avsnitt kan liknas vid föregående, men skillnaden är att dessa förseningar ligger, eller skulle kunna ligga inom aktörernas kontroll. Dessa förseningar är alltså möjliga att undvika genom bättre planering och förberedelsearbete.

Kundens krav:

Att hantera kundens krav handlar om hur asfaltprocessens interna aktörer ska kunna styra kundorderstocken till fördel för den egna verksamheten, och helst utan att skapa nackdelar för kunden.

5.3 Sammanfattande diskussion

Asfaltprocessen är både en tillverkningsindustri (med små möjligheter att lagerhålla slutprodukten) och en form av byggindustri, vilka är sammankopplade med ett relativt välfungerande JIT-system. Hela verksamheten får sägas vara ett dragande system, d.v.s. processen dras igång genom kundens behov och inget arbete utförs innan dess. Så långt är allt väl ur ett Lean-perspektiv.

Problemet är att för att kunna uppnå optimal effektivitet i detta system, måste produktionen vara utjämnad. Så är inte fallet i nuläget. Detta har i grunden göra med att den gemensamma planeringen är ohållbar och på många håll ansedd som i det närmaste överflödig.

Om tids- och materialåtgång kunde kvantifieras mer noggrant för varje utläggningsprojekt vore det teoretiskt möjligt att planera de gemensamma resurserna mot en mer jämn och effektiv asfaltprocess. Exakt kvantifiering är inte möjligt, då oförutsedda händelser alltid kommer att inträffa. Istället borde de faktorer som gör att planeringen fallerar i nuläget på något sätt inkluderas i planeringsskedet, så att planeringen blir hållbar *trots* dessa faktorer.

En hållbar planering skulle göra det teoretiskt möjligt att planera de gemensamma resurserna mot en jämn produktion, som är grunden för ytterligare effektivisering av processen.

Slutsatser är att en Lean asfaltprocess kräver en utjämnad produktion, som även innebär att man måste tumma lite på att leverera exakt när kunden vill ha leveransen. Detta är trade-off:en för att man ska kunna ackumulera en buffert av jobb som man sedan kan sprida ut efter ett optimalt mönster som tar hänsyn till jämn tillverkning, utläggningsenheternas flyttar, mm.

För att kunna uppnå ovanstående förutsättningar krävs viss framförhållning, något som upplevs bristfälligt idag. Framförhållning kräver att orderstocken kan spridas ut efter ett optimalt mönster, vilket kräver att kunder kommer med beställning i god tid före leverans och att leveransprecisionen är relativt flexibel med tanke på dagens osäkerhetsfaktorer. I dagsläget görs ingen prisskillnad på kundens krav gällande leveransprecision och ledtid.

I grund och botten handlat det alltså att systemet ska kunna skapa förutsättningar för en god planering.

Att enskilda asfaltslag är effektiva inte tillräckligt, det är först när alla lag planeras som en helhet kan synergieffekter uppstå; exempelvis en jämn asfaltproduktion på verket. Visst vore det teoretiskt möjligt att få en helt jämn tillverkning om man vet exakt tid- och materialåtgång vid varje objekt. Men en jämn tillverkning tvingar kanske utläggningens enheterna att förflytta sig enligt en icke optimal rutt. Samtidigt måste kunderna finna sig i att deras objekt är schemalagda endast med tillverkningens jämnhet i åtanke. Det måste alltså ske en kompromiss som tar hänsyn till samtliga faktorer: kundens krav, utläggningens enheternas geografiska framfart och tillverkningens jämnhet.

5.3.1 Slutsatser av diskussion

Följande slutsatser dras:

- Förutsättning för en optimal process är en jämn produktion i alla led.
- En jämn produktion kräver framförhållning, vilket i sin tur kräver en hållbar planering.
- Följande faktorer är hinder för en hållbar planering:
 - Oförutsedda händelser som idag inte hanteras
 - Förseningar av olika slag i samband med utläggning
 - Kundens krav på leveranstider som ger en ojämn produktion

5.4 Frågeställningar

Den övergripande frågeställningen (se kap. 1.3) kan nu brytas ned till tre mer specifika frågeställningar:

- Hur bör oförutsedda händelser hanteras inom planeringen?
- Hur minimeras förseningar vid utläggningen?
- Hur bemöts kundens krav (ledtid, leveransprecision och flexibilitet) inom en planering som syftar till en jämn produktion?

6 Analys och förslag

I detta kapitel analyseras och besvaras de frågeställningar som ovanstående diskussion har resulterat i. Frågeställningarna presenteras var för sig och förenas därefter i ett slutligt förslag till planeringsstruktur. Slutligen testas förslaget rimlighet med intervjuer av fyra personer vid Region Asphalt & Betong Syd.

6.1.1 Hantering av oförutsedda händelser inom planeringens ram

När ett utläggningsobjekt läggs in i planeringskalendern är detta kvantifierat efter tids- och materialåtgång. Kvantifieringen baseras på produktionschefens eller arbetsledarens erfarenhetsmässiga uppskattning. 20-10-projektet har under hösten utfört en uppföljning av hur många ton som lagts ut av respektive lag jämför med vad som är planerat under

veckomötena. Uppföljningsstatistiken visar stora skillnader mellan planerad och utförd verksamhet (se kapitel 4.1.3), vilket kan innebära att de erfarenhetsmässiga uppskattningarna inte stämmer särskilt väl med verkligheten. I genomsnitt läggs det ut 18,5 procent mindre asfalt än vad som är planerat vid veckomötena. Det går dock inte att generalisera och påstå att produktionscheferna planerar med 18,5 procent övertro på beläggningsenheternas kapacitet, eftersom genomsnittet varierar från lag till lag och varje genomsnitt har mycket stor standardavvikelse (se tabell 4.1). Dessutom är det inte säkert att samma objekt som läggs in i planeringskalendern sedan utförs kommande vecka. Planeringen är som tidigare nämnts inte definitiv. Att en produktionschefs uppskattning skulle skilja sig så mycket som uppföljningsstatistiken visar verkar inte särskilt sannolikt, då de flesta produktionschefer har lång erfarenhet och känner till utläggningens kapacitet väl. Istället borde det vara omplanering av objekt som skapar uppföljningsstatistikens påvisade variationer. Å andra sidan kan det hända att även små felberäkningar i produktionschefens kvantifiering leder till att senare beläggningsobjekt måste planeras om till annan tidpunkt.

Till oförutsedda händelser kan räknas de händelser som gör att ett asfaltbeläggningsobjekt sväller eller krymper tid- och materialmässigt. Eftersom det just är *oförutsedda* händelser, är detta händelser som inträffar oavsett hur väl förberett ett objekt är. Det kan exempelvis röra sig om maskiner som går sönder, plötsliga regnskuror eller sjukdom i läggjarlaget.

Så hur skapas en hållbar planering trots att dessa händelser inträffar ganska frekvent? Eftersom dessa händelser inträffar oavsett förberedelsegrad, borde det enda rimliga vara att på något sätt inkludera de förseningar som händelserna skapar i planeringen.

Det verkar rimligt att använda tidsbuffertar i planeringen, för att undvika att förseningar byggs på till den grad att kommande objekt måste flyttas. Inte den typ av tidsbuffertar som produktionschefen kanske lägger på innan denne presenterar sina utläggningens objekt vid det gemensamma planeringsmötet, utan en statistiskt försvarbar buffert.

6.1.2 Minimering förseningar vid utläggning

”The Lookahead Process” i Last Planner System (Ballard, 2000) är utvecklat för byggprojekt verkar möjligt att även applicera på asfaltprocessen. Processen innebär att en aktivitet får läggas in i den slutliga planeringen endast om den är redo, eller med säkerhet kommer att vara redo att utföras. För att fastställa om en aktivitet är redo måste den analyseras för begränsningar. Ballard (2000) beskriver fyra kvalitetskriterier som en aktivitet måste uppfylla innan den får läggas in i slutgiltig planering:

- Uppgiften är väldefinierad
- Rätt arbetssekvens är vald
- Arbetet är matchat gällande belastning och kapacitet
- Arbetet *kan* göras

Att en uppgift är väldefinierad innebär att den är tillräckligt beskriven, dvs. att dess utförande är otvetydigt bestämt. Rätt arbetssekvens innebär att aktiviteten utförs i enlighet med arbetets interna logik, med projektets åtagande, mål och utförandestrategier. Att arbetet i en aktivitet är matchat gällande belastning och kapacitet innebär att aktiviteten ska innehålla den rätta mängden arbete som planeraren anser produktionsenheterna kapabla att utföra. Att ett arbete *kan* göras innebär att föregående arbete är klart och rätt resurser är tillgängliga.

Dessa kriterier är rimliga även vid beläggningsprojekt. Översatt till asfaltverksamheten skulle rätt sekvens exempelvis kunna innebära att man asfalterar de ytor som ett objekt innehåller i rätt ordning. Ibland händer det att beställaren kommer ut till arbetsplatsen efter att arbetet är påbörjat och kommer på att fler ytor än vad som är beställt vore lämpliga att asfaltera. Det kan innebära att asfaltlagets planerade sekvens blir rubbad, och därmed inte optimal.

Matchning av belastning och kapacitet är i princip ”rätt lag på rätt objekt”. Men det kan också handla om att rätt mängd transporter beställs, så att asfalteringen kan flyta på utan väntan på asfalttransporter, eller att utförandet av beläggningsobjektet planeras vid en tidpunkt där asfaltverket har möjlighet att leverera tillräcklig mängd.

Tre kvalitetskriterier enligt Last Planner, dvs. att definiera uppgiften, att matcha kapacitet och belastning, samt att välja rätt arbetssekvens, borde vara fullt genomförbara för ett beläggningsobjekt innan det läggs in i en slutlig gemensam planering som omfattar flera olika objekt och flera olika utläggningsenheter. Att fastställa att arbetet *kan* göras, är svårare att genomföra i förväg eftersom det är beroende av tidpunkten för vilken arbetet ska utföras. Om ”*kan*” fastställs innan slutlig planering måste resurser för förarbete ha en ledtid som är kortare än en fast planerings horisont. Ett beläggningsobjekt föregås oftast av mer eller mindre omfattande förarbete och ofta vill kunden också att objektet ska ha så kort ledtid som möjligt, vilket innebär att förarbete och asfaltläggning bör följa varandra tätt. För att skapa förutsättningar för att förarbetet blir korrekt utfört innan beläggningsenheten är på plats, vill naturligtvis förarbetsresurserna i förväg veta exakt när beläggningsenheten påbörjas. Detta innebär att man inte kan beställa förarbetsresurser innan beläggningsenhetens planerade sekvens är fryst (det är ju först då man vet exakt när beläggningsenheten ska påbörjas). Om förarbetet exempelvis tar tre dagar innebär detta att objektets asfaltbeläggningsdatum måste frysas längre än tre dagar innan.

Om detta uppfylls borde enskilda aktiviteter kunna utföras utan de störningar som kan anses ligga inom planeringsbar kontroll.

Eftersom Ballards Last Planner System är utvecklat för byggprojekt, måste man beakta att de aktiviteter som avses i Last Planner är fördelade inom ett och samma projekt, som sannolikt beställts av en enda kund. I asfaltprocessen skulle dessa aktiviteter avse beläggningsobjekt, där varje objekt är ett nytt projekt med en ny kund med olika krav på ledtid och leveransprecision. Det går alltså inte placera de olika utläggningsobjekten hur

som helst i den slutliga planeringen efter vad som kan anses vara optimal sekvens enligt egen verksamhet.

Om en optimal sekvens vid planering av beläggningsverksamhetens olika utläggningsobjekt är att försöka fördela dessa objekt efter optimal inre och yttre effektivitet, dvs. att optimera den egna verksamhetens processer och rutiner, samtidigt som kundernas värdering av företagets prestationer inte försämras, måste följande beaktas:

- Jämn produktion vid asfaltverket
- Utläggingsenheternas geografiska rutt
- Kundens önskemål om ledtid och leveransprecision

6.1.3 Att bemöta kundens krav

Toyota och Scania använder utjämning av kundorderstocken, dvs. erbjuder kunden ett visst leveransintervall. Scania använder också frystider för att minska kundens möjlighet till ändringar ju närmare leveransdatum beställningen kommer. Sydsten använder, om nödvändigt, övertalningsförmåga för att flytta kunders beställningar till tidpunkter som passar bättre i eget schema.

I ett dragande system utan möjlighet till lagerhållning är utjämning av kundorderstocken kritiskt för att uppnå jämnhet i produktionen. Att jämna ut kundorderstocken medför att alla kunder inte kan få leverans precis när de önskar. Att låta kunderna få ett specifikt leveransintervall (enligt TPS, princip 4) kan fungera för en tillverkningsindustri, men för asfaltprocessens kunder medför leveranser ofta förberedelser och omdirigering av egen verksamhet.

Dessutom är det svårt för beläggningsverksamheten att specificera exakt när en kundorder kommer att levereras. Då är det naturligtvis svårt att få kunderna att acceptera att just deras leverans planeras in enligt ett schema som är optimalt för asfaltverksamheten utan hänsyn till kundens önskemål om leveransprecision eller flexibilitet. Mer exakta leveranstider skulle troligtvis göra kunden mer villig att låta beläggningsverksamheten välja tidpunkt. Om de enskilda objekten *kan* kvantifieras exakt, eller i alla fall bättre än i dagsläget, skulle det vara möjligt att planera en fast sekvens som är optimerad efter både egen verksamhet och kundens önskemål. En fast sekvens ger möjlighet att exakt specificera leveranstidpunkt, vilket kan vara ett viktigt försäljningsargument för att reducera kundernas önskemål om flexibel leverans.

6.1.4 Planeringssekvens

En sekvens som är optimerad efter kundernas krav på leveransprecision samt inre effektivitet är teoretiskt möjligt. En optimal sekvens definieras enligt följande:

En optimal sekvens är utformad så att den kan hantera oförutsedda händelser samtidigt som asfaltprocessen optimeras för både inre och yttre effektivitet.

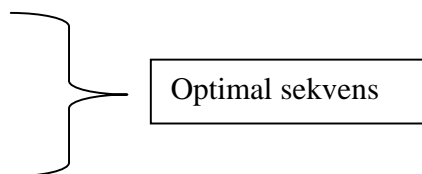
Planering för en optimal sekvens måste baseras på både inre och yttre effektivitet:

Inre:

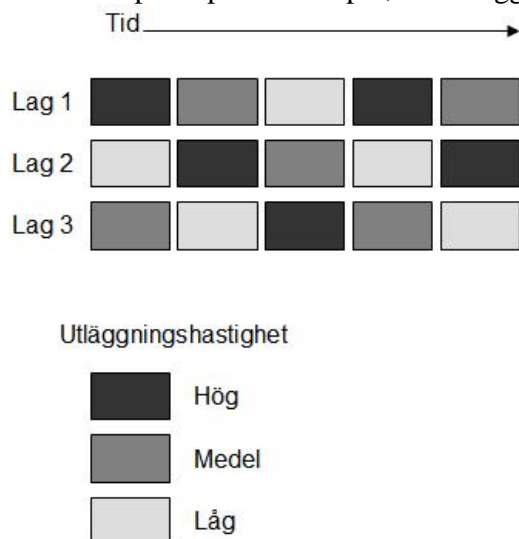
- Jämnhet vid tillverkning
- Geografisk rutt

Yttre:

- Kundens krav



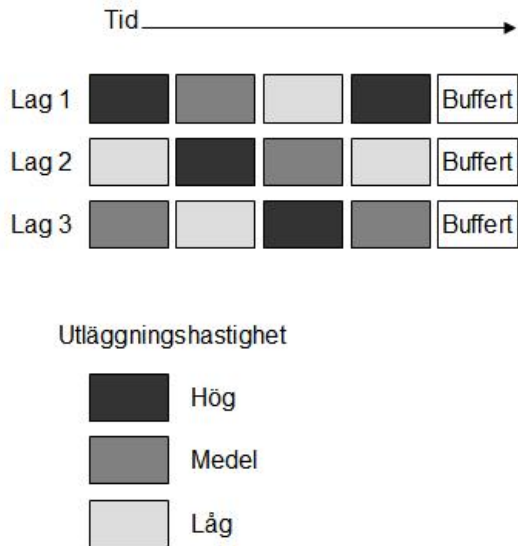
För att undvika fullbeläggning och skapa jämn produktion på verket måste de inbördes relationerna mellan asfaltslagen beaktas. Teoretiskt görs detta enkelt när samtliga lags objekt är definierade tid- och materialmässigt. I princip innebär det att placera ut de olika beläggningens enheters objekt så att det totala antalet ton asfalt blir lika för varje dag. Figur 6.1 visar ett principiellt exempel, där utläggningshastighet betyder asfaltmassa per tid.



Figur 6.1 Principiellt exempel för jämn asfaltbeställning

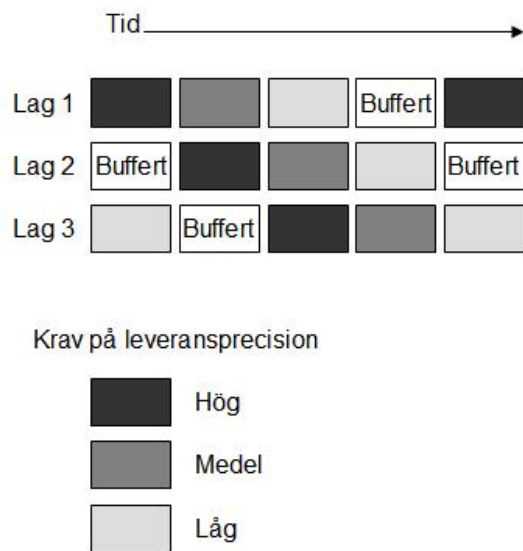
I praktiken fallerar en sådan planering snabbt på grund av de enskilda objekten sväller eller krymper tidsmässigt. För att undvika att de inbördes relationerna mellan lagen glider isär om t.ex. ett lag utför sina objekt snabbare än planerat och ett annat långsammare, kan man tänka sig att lägga in tidsbuffertar på varje objekt så att inbördes relationer kvarstår. Problemet blir då istället att inget tjänas på att ett lag arbetar fortare än planerat samtidigt som bufferten, ifall den inte nyttjas, gör att ett lags framfart totalt sett går långsammare. Istället för buffertar på varje objekt vore det lämpligt med en gemensam buffert i slutet av en viss tidsperiod. Enligt Goldratt (1997) är det bättre med buffert i slutet av period än buffertar efter varje delhändelse som perioden innehåller eftersom sannolikheten att alla delhändelser skulle bli försenade är liten. Syftet är alltså att sprida ut förseningsrisken över

en längre period. På så sätt har alla lag chans att komma ifatt, och nästkommande period kan påbörjas från noll, vilket skulle innebära att inbördes relationer kan glida isär i viss mån, men bara fram till den brytpunkt som utgörs av tidbuffertens slut.



Figur 6.2 Principiellt exempel för gemensam buffertplacering

I början av varje tidsperiod inplaneras de objekt för vilka kunden har högst krav på leveransprecision, och därefter med fallande krav (objekt helt utan krav på leveransprecision skulle kunna utföras inom bufferten om den inte utnyttjas till att svälja förseningar). På detta sätt blir osäkerheten minst där det är viktigast. Problemet med detta tankesätt är att man sorterar objekten efter kundens leveransprecision, men inte efter verkets jämnhet. En ide för att lösa detta är att lägga individuella periodbuffertar på varje lag, så att man kan förskjuta den inbördes lagplaneringen så att flera objekt med hög utläggingshastighet inte placeras samma dag. Se figur 6.3. Den uppföljningsstatistik som presenterats i kapitel 4.1.3 visar att det i genomsnitt planeras för mer asfalt än vad som läggs ut. Vid kvantifiering av beläggningsobjekt baseras oftast tiden på antalet ton som ska läggas ut (naturligtvis även med hänsyn till svårighetsgrad), varför det är rimligt att anta att ett samband mellan tid och mängd finns. Statistiken visar även att olika beläggningsenheter har olika avvikelser mellan planerad och utlagd mängd. Det är därför lämpligt att varje beläggningsenhet har en unik procentuell tidsbuffert. Om denna statistik bör användas till att fastställa bufferttider kan diskuteras eftersom den omfattar mellan sex och nio mätvärden per lag (4 st), där varje mätvärde representerar avvikelse per vecka. Om den hade visat avvikelse per objekt, hade mer djupgående analyser kunnat dras. Om tidsperioden är tillräckligt lång är det inte orimligt att statistiken kan ge en fingervisning om storleken på bufferttider, som i så fall bör ha likartad nivå som avvikelserna i uppföljningsstatistiken.



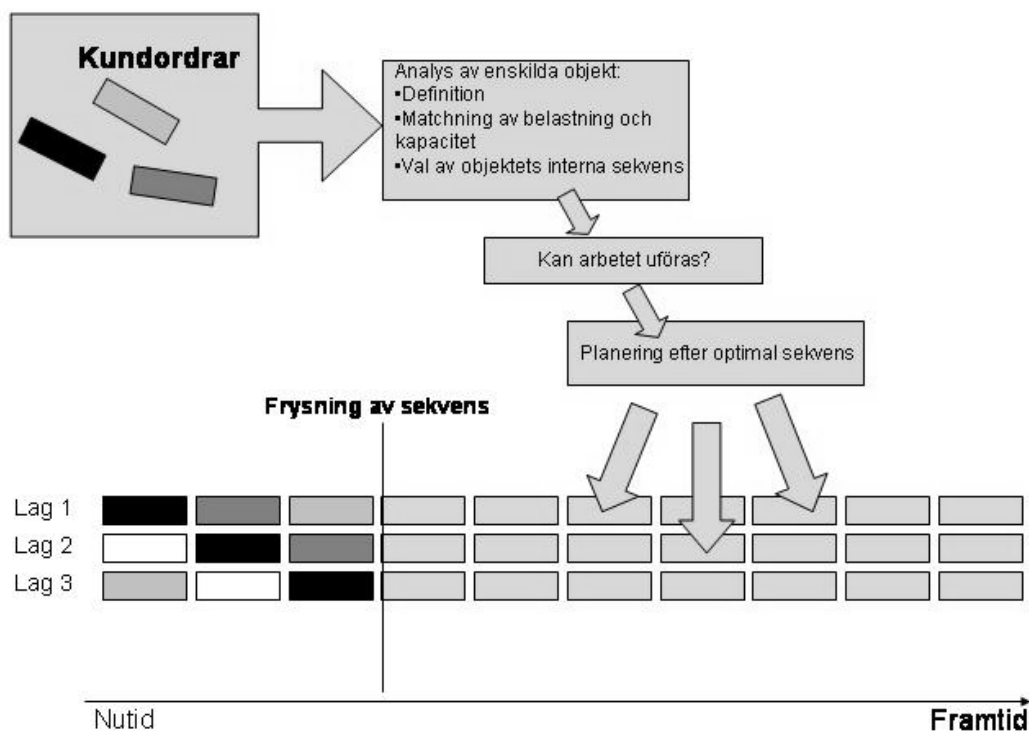
Figur 6.3 Principiellt exempel för oberoende buffertplacering

Objekt som kräver hög leveransprecision blir inte försenade enligt detta resonemang, samtidigt som en jämn produktionstakt kan skapas.

Slutligen återstår alltså att beakta den geografiska ruten för varje lag. Tid för att flytta personal och maskiner mellan olika beläggningsobjekt anses icke värdeskapande. Att utföra objekten enligt ett optimalt geografiskt mönster är alltså potentiellt kostnadsbesparande. Att objekt inte utförs enligt optimalt geografiskt mönster kan bero på kundernas önskemål om ledtid och leveransprecision. Detta skulle kunna lösas genom kundstyrning, exempelvis i form av flexibel prissättning. I annat fall rör det sig om en kompromiss där man får väga kundens krav mot jämn produktion och en geografiskt optimal rutt, dvs. en kompromiss mellan inre och yttre effektivitet.

6.1.5 Förslag till planeringsstruktur

En planeringsstruktur kan utformas enligt följande: När en kundorder (objekt) kommer in måste den definieras, matchas samt fastställas utifrån dess interna sekvens (enligt definition i Last Planner System (Ballard, 2000)). Vidare måste den som ansvarar för objektet fastställa att objektet *kan* göras. När allt detta är fastställt är objektet redo att utföras och läggs in i en objektbuffert, från vilken objekt läggs in i den gemensamma planeringen i rätt sekvens. Se figur 6.4.



Figur 6.4 Princip för planeringsstruktur

Sekvensen bör frysas i ett visst tidsintervall, exempelvis från objektets utförandedatum och en vecka framåt. Detta innebär att inga ändringar får göras inom den frysta perioden, allt för att uppnå en hållbar planeringssekvens. Det är viktigt att tiden för frysning inte understiger ledtiden för förarbetsresurser och annat som krävs för att objektet ska kunna utföras utan störningar. Frystiden får heller inte blir för lång, så att kunderna tvingas beställa ändringar och tillägg med orimligt lång framförhållning.

Kort diskussion om förslaget

Strukturen som föreslagits kräver att kunderna har god framförhållning vid beställningar, utan tillägg och ändringar i sista stund. I dagsläget finns en rädsla för att ställa sådana krav på kunderna eftersom det finns risk att kunderna vänder sig till andra företag, men i ett längre perspektiv skulle det gagna alla parter. Ett stabilt planeringssystem ger möjlighet till ökat resursutnyttjande, samtidigt som kvaliteten höjs: lägre kostnad för asfaltverksamheten, högre kvalitet för kunderna. Att begära lite längre framförhållning av kunderna låter som ett lågt pris att betala i jämförelse .

I dagsläget har olika avdelningar olika sätt att hantera planering. I framtiden kan man tänka sig ett omfattande IT-stöd för planering, som automatiskt beräknar bufferttider baserat på

de individuella beläggningsenheternas statistiska kapacitet, och en bedömning av beläggningsobjektens svårighetsgrad, och som även beräknar den bästa planeringssekvensen utifrån en optimering av asfaltverkets jämnhet, beläggningsenheternas geografiska rutt, samt kundens önskemål.

6.2 Förankring av förslag till planeringsstruktur

För att pröva planeringsstrukturens rimlighet har några personer intervjuats inom region Asfalt och Betong Syd. Två produktionschefer, en projektchef, samt en distriktschef har deltagit. Intervjuerna inleddes med en kortfattad presentation av de slutsatser som kapitel 5 renderat i. Förslaget enligt kapitel 6.1 presenterades, varefter en diskussion följde utifrån ett antal huvudfrågor. Presentationen och diskussionsunderlaget redovisas i bilaga 1. Uppfattningarna under intervjun var likartade och presenteras därför oftast gemensamt.

6.2.1 Slutsatsernas rimlighet

Projektchefen (PrC) och produktionscheferna (PC) tyckte att slutsatserna från förstudien var fullt rimliga. Distriktschefen (DC) menade dock att en effektivisering inte nödvändigtvis måste ske med hela processens resursutnyttjande i åtanke. En total effektivitetshöjning kan mycket väl ske genom höjning av resursutnyttjande i beläggningskedjan, även om processen från verk till utläggning sjunker i effektivitet, och vice versa. DC hävdar även att det inte borde vara så svårt att tids- och materialmässigt kvantifiera beläggningsobjekt, som många PC gör gällande.

En av PC framhöll att det främsta hindret för framförhållning är tidsbrist vid planering, dvs. att många hinder kan övervinnas bara tillräcklig tid läggs på planering.

6.2.2 Strukturens rimlighet

Själva strukturen ansågs rimlig. Efter ingående diskussion framkom dock att verksamheten i princip redan arbetar efter strukturen, även om man inte tänker i termer av buffertar och frysta sekvenser. Vad gäller frysta sekvenser, poängterar PrC att dessa måste vara individuella för varje lag om de ska kunna fungera. DC menar att det är de ingående variablerna i strukturen som är viktiga, inte strukturer som sådan, eftersom verksamheten redan arbetar efter principen.

Om buffertar:

Att arbeta med buffertar verkar rimligt, men om de inte används för att minska olägenheterna av förseningar måste de naturligtvis fyllas med annat innehåll. Att skapa en bank med objekt utan krav på leveransprecision som kan användas vid outnyttjad bufferttid kan bli svårt eftersom det kan kräva att man flyttar lag längre sträckor med stora kostnader som följd. Dessutom är det svårt att finna objekt som är tillräckligt små för att passa i en eventuellt liten buffert. I dagsläget sker övergången mellan två objekt där det senare har en absolut starttid på följande vis: om ett objekt måste påbörjas en viss tid och det visar sig att föregående objekt kommer att dra ut på tiden, tvingas man att antingen avbryta pågående

objekt eller skjuta på nästkommande. Det är naturligtvis önskvärt att objekt med absoluta starttider föregås av objekt som går att avbryta om det skulle behövas.

En PC menar dock att det är bra med lite marginaler i systemet, dvs. att ha lite ”små hål” i planeringen här och där. Dels om något objekt skulle bli försenat, dels om det tillkommer nya objekt med kort framförhållning, vilket ofta sker.

Samma PC försöker även ha en liten ”bank” av mindre och okomplicerade objekt som kan utföras ifall ett stort objekt skulle gå snabbare än planerat.

Om jämn tillverkning:

Dalbyavdelningen använder en gemensam planeringskalender i vilken asfaltverkets totalt planerade ton summeras per dag. På detta sätt kan man planera om verksamheten vid risk för fullbeläggning på verket. PrC menar att mycket mer än så behöver man inte fundera över asfaltverkets jämnhet. Under högsäsong producerar asfaltverket konstant nära sin maximala kapacitet, och då blir tillverkningen per automatik jämn.

Om kundernas krav:

PrC menar att det finns få objekt där kunderna har höga krav på leveransprecision. Några exempel är beläggningsobjekt inför slutbesiktningar samt objekt i storstäder där man är tvungen att använda TA-planer och annat. Objekt som tillhör kontrakt med små kommuner kan oftast läggas när det passar den egna verksamheten, likaså vissa objekt för marksidan. Man strävar efter att styra som mycket som möjligt själv, just för att kunna optimera beläggningsverksamheten.

En PC tyckte att det är viktigt att visa flexibilitet mot kunderna för att behålla dem. DC menade dock att det kan finnas en vits med att ställa högre krav på kunderna, men det är naturligtvis beroende av hur många kunder man har. En annan PC menar att ju bättre framförhållning man har, desto bättre möjlighet finns att styra kunden till fördel för egen verksamhet. Men naturligtvis finns det fall där beställare sätter asfaltverksamheten i en jobbig sits, exempelvis vid beställningar med kort framförhållning precis innan slutbesiktning. I sådana lägen vore det bra med striktare regler för att göra kunden uppmärksam på hur mycket en sådan beställning kan skapa oreda i asfaltverksamhetens totala planering.

6.2.3 För- och nackdelar

PrC fann inget större värde med den presenterade strukturen eftersom den i princip endast beskriver nuvarande struktur. Dock kan det finnas en vits med att klassificera krav på leveransprecision i tydlighetssyfte.

En PC tyckte helt klart att det kan finnas vits med att använda buffertar på ett mer strukturerat sätt.

En generell åsikt är att införandet av en förändring alltid möter hinder i en konservativ bransch som asfaltbranschen.

7 Slutsatser och rekommendationer

De personer som tagit del av den föreslagna planeringsstrukturen tycker att de slutsatser som föranleder förslaget är rimliga. Strukturen som sådan tycker de däremot att verksamheten redan arbetar efter. Strukturen kan därför vara en formulering av planeringsverksamheten, och för att den ska ha något värde måste de ingående variablerna fastställas vilket kräver ytterligare undersökningar (se förslag till fortsatt utveckling). Detta examensarbete kan i så fall vara en grund för fortsatta undersökningar. Det är de ingående variablerna som kan göra planeringsstrukturen värdefull. Slutligen är examensarbetarens förhoppning att detta examensarbete ska kunna förmedla att noggrann planering är en grundförutsättning för en effektivare asfaltprocess.

7.1 Förslag till fortsatt utveckling

Om man skulle gå vidare med den föreslagna planeringsstrukturen, vore det lämpligt att undersöka:

- Kundstyrning.
En förutsättning för den föreslagna strukturen är möjligheten att styra kundernas önskemål så att beläggningsobjekten kan utföras i en sekvens som är optimal för beläggningsverksamheten.
- Lämpliga periodbuffertar för olika typer av beläggningsenheter.
Jämförelse mellan planerade objekts utförandetid och verkliga utförandetider kan ge en uppfattning förseningsgrader för olika beläggningsenheter och ligga till grund för att fastställa lämpliga bufferttider.
- Lämplig tid för fryst sekvens.
Den frysta sekvensens längd får inte överstiga förarbetets ledtid. Det kan därför vara lämpligt att basera frystidens längd på en undersökning av förarbetestider.

8 Referenser

Litteratur:

Mattson, Stig-Arne – Effektivisering av materialflöden i supply chains, Växjö universitet, 1999

Arbnor, I & Bjerke, B –Företagsekonomisk metodlära, Studentlitteratur, Lund, 1994

Ballard, Herman Glenn –Last Planner System of Production Control, University of Birmingham, 2000

Goldratt, Eliyahu M –Critical Chain, The North River Press, 1997

Liker, Jeffrey –The Toyota Way, McGraw-Hill, 2004

Green, S. D. –The missing arguments of lean construction, The University of Reading, 1998

Jirby, Sven, -Jeffrey Liker om The Toyota Way, www.sandholm.se. 2005

Andersson, M & Rinman, J –Störningar vid asfaltbeläggningsarbeten, Chalmers Tekniska Högskola, 1984

Internet:

Lean Forum Bygg
<http://www.leanforumbygg.se/>

Lean Construction Institute
<http://www.leanconstruction.org/>

Skanska
<http://www.skanska.se>

Fia Sverige
<http://www.fiasverige.se>

Intranät:

Skanska
<http://forum.sverige.skanska.se>

Personer:

Skanska:

Smidfelt, Per, Distriktschef Beläggning Syd 11/4 -2008

Olsson, Lars-Bertil, Projektchef Beläggning, Dalby 7/4 -2008

Andersson, Per-Ola, Produktionschef Beläggning, Dalby 15/4 -2008

Svensson, Mikael, Produktionschef Beläggning, Önnestad 9/4 -2008

Andersson, Jan-Olov, Produktionschef Beläggning, Halmstad 7/11 -2007

Mathias Wilhelmsson, Stab Produktion, Solna 18/9 -2007

Ingmar Andersson, Asfalt och Betong Teknik, Farsta 15/2 -2008

Övriga:

Boy, Ronny, Betongchef Sydsten, Malmö 19/2 -2008

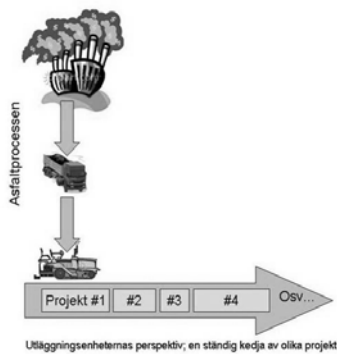
Bergstaf, Thomas, Koncerncontroller Skånemejerier, Malmö 29/2 -2008

Lord, Magnus, Strategisk chef Region Skåne

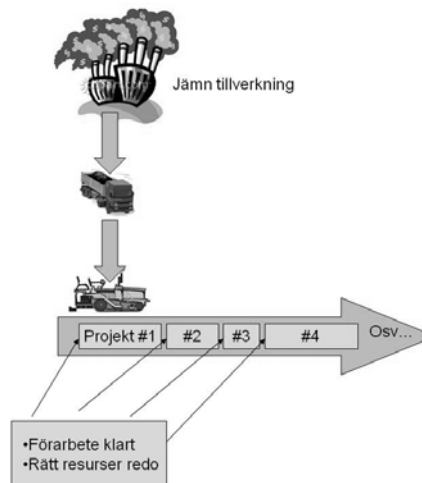
9 Bilagor

Bilaga 1 -presentation och diskussionunderlag

Asfaltprocessen – i två led



En effektiv process



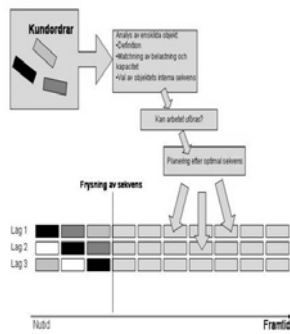
Asfaltprocessens natur

- Dragande system
- Kundunika produkter och tjänster
- Korta lagringstider
- Upplevd svåröversäglbar tid- och resursåtgång

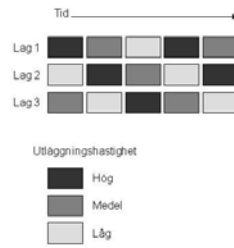
Slutsatser

- Förutsättning för en optimal process är en jämn produktion i alla led.
- En jämn produktion kräver framförhållning, vilket i sin tur kräver en hållbar planering
- Följande faktorer utgör hinder för en jämn produktion
 - Det finns oförutsedda händelser som idag inte hanteras inom planeringens ram
 - Det finns förseningar av olika slag i samband med utläggning
 - Kunden har krav på leveranstider och flexibilitet

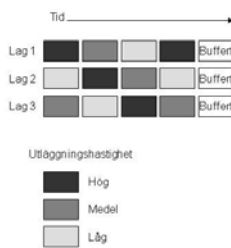
Strukturförslag



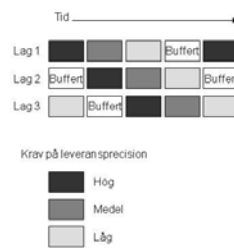
Optimal sekvens efter jämnhet



Optimal sekvens efter jämnhet, med hänsyn till oförutsedda händelser



Optimal sekvens; kompromiss mellan jämnhet, kundens önskemål, geografisk rutt, samtidigt som oförutsedda händelser beaktas



Föreslagen struktur kräver:

- Statistik över förseningar och dess motsats (för att beräkna bufferttider)
- Ledtid för förarbetsresurser (varierar naturligtvis mycket, men någon form av medelvärde kan vara lämpligt för att avgöra tidslängden av fryst sekvens)
- Eventuellt samband mellan utläggningshastighet och leveransprecision

Diskussion

- Verkar mina slutsatser rimliga?
- Verkar strukturen rimlig?
- Hur tror du att strukturen skulle kunna fungera?
- Vad ser Du för möjligheter med strukturen, förutom det som beskrivits?
- Vilka hinder finns för införande av strukturen?