

PLANERING FÖR EFFEKTIVT BYGGANDE: INTEGRATION AV BYGG- OCH LEVERANSPROCESSERNA

Avrapportering Etapp 3:

Ramverk för materialförsörjningsplanering

Micael Thunberg

2017-03-31

FÖRORD

Denna rapport utgör en populärvetenskaplig avrapportering av projektets tredje etapp, och tillika en populärvetenskaplig sammanfattning av Micael Thunbergs avhandling som är huvudresultatet av projektet. För ytterligare detaljer kring studien hänvisas till den doktorsavhandling och den vetenskapliga publikationen som hänvisas till i referenslistan i slutet av rapporten.

Undertecknad har varit projektledare och Peab Sverige AB har varit huvudman för projektet. För denna avrapportering är Micael Thunberg författare, verksam vid LiU Bygglogistik, Linköpings universitets campus i Norrköping. Vid sidan av Micael har också Martin Rudberg, Anna Fredriksson och Fredrik Persson vid Linköpings universitet, samt Tina Karrbom-Gustavsson vid KTH deltagit i delar av forskningsprojektet.

Vid sidan av finansiering från SBUF har Linköpings universitet och L E Lundbergs donationsprofessur i bygglogistik bidragit med finansiering för projektet. Forskningscentrumet Brains & Bricks vid Linköpings universitet har verkat som en plattform för att sprida information om resultaten via seminarier, årskonferens och nyhetsbrev.

Ett flertal personer har deltagit i fokusgrupper, intervjuer och varit värdar för platsbesök under projektets gång. Projektets referensgrupp har också bidragit med värdefull input, speciellt i tidiga faser av projektet. Som projektledare är jag mycket tacksam för den tid och kunskap som dessa personer har bidragit med och som är en viktig del av projektets resultat och slutsatser. De företag som har varit mest aktiva i projektet är Peab, NCC, JM, Arcona, Skanska, Paroc, Vedum, Knauf-Danogips, Bygg-Ole och Marbodal. Stort tack till dessa företag och de personer som har bidragit till projektet på olika sätt.

Jag är också mycket tacksam för den finansiering från SBUF som har möjliggjort detta doktorandprojekt och för att Peab Sverige AB har varit drivande som huvudman i projektet. Hos Peab riktar vi ett speciellt tack till Claes Dahlman och Lars Gutwasser för den stöttning och kunskap ni har bidragit med genom hela projektet.

Martin Rudberg
Professor i bygglogistik
Linköping universitet
martin.rudberg@liu.se

INNEHÅLL

INLEDNING	3
TILLVÄGAGÅNGSSÄTT	3
PROBLEMOMRÅDEN	3
PLANERINGSRAMVERKET	5
UTFALLET AV PLANERINGEN (OUTCOMES)	5
VIKTIG INFORMATION IN TILL PLANERINGEN (INPUT)	6
PLANERINGSPROCESSEN OCH DESS ORGANISATION	7
VIKTIGA KPI:ER	9
DISKUSSION	10
SLUTSATS	10
REFERENSER	11

INLEDNING

Syftet med denna studie är att utveckla ett ramverk för materialleveransplanering i byggbranschen. Denna rapport är en sammanfattning av doktorsavhandlingen Thunberg (2016), den vetenskapliga artikeln Thunberg m.fl. (2017) och de vetenskapliga konferensartiklarna Thunberg och Fredriksson (2015) och Thunberg m.fl. (2016). Josephson och Saukkoriipi (2005) visar att en stor del av en hantverkares vardag går till materialhantering. Likaså visade Thunbergs och Perssons (2014) studie att enbart 38 % av materialet in till en byggarbetsplats kom i rätt mängd, rätt tid, rätt skick, till rätt plats och med rätt dokumentation. Den överhängande frågan är hur det kommer sig att mycket tid tvingas läggas på materialhantering samt att material inte kommer enligt önskemål. Dainty m.fl. (2006) diskuterar att kommunikation är en viktig del och Friblick (2000) menar att försörjningskedjan måste beaktas under projektets gång. Nyckel här är planering. En fungerande planeringsprocess där huvudentreprenören, underentreprenörer och leverantörer aktivt deltar för att framställa en materialleveransplan till ett byggprojekt är viktigt. På så sätt kan leverantörer och underentreprenörer kommunicera sin kunskap och huvudentreprenören får bättre förutsättningar för effektivare koordinering. Det bör påpekas att studien begränsats till att studera husbyggnation i totalentreprenad för medelstora projekt (omkring 10 – 100 Mkr).

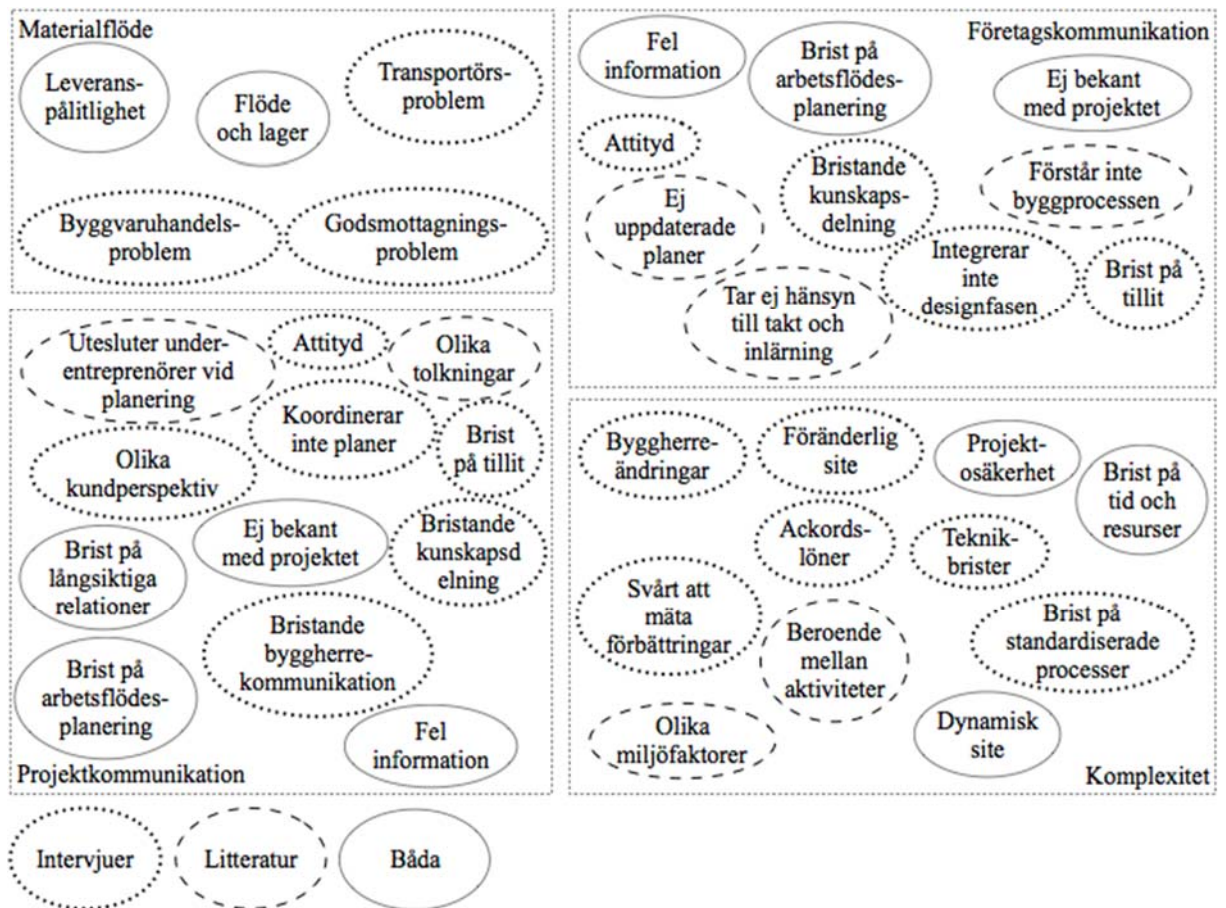
TILLVÄGAGÅNGSSÄTT

För att förstå målbilden med planeringen är det viktigt att presentera problembilden. Detta innebär att identifiera problem som är vanligt förekommande som planeringen ämnar till att minimera. Det är även viktigt att se orsak-verkan samband mellan problemen för att förstå på vilken planeringsnivå problemen ska bemötas. Genom intervjuer med inköpare, leverantörer och platschefer samt litteraturgenomgång kunde typiska problem identifieras och kopplingarna dem emellan analyseras. Genom en fokusgrupp med aktörer från branschen verifierades även problembilden.

Ramverket som ska tas fram för materialleveransplaneringen bygger på Tavares Thomé m.fl. (2012) och innefattar att ta fram en process, organisation och nyckeltal (KPI:er) samt identifiera vilken information som behövs till processen. Processen och organisationen utvecklades tillsammans med aktörer från branschen genom två fokusgruppstillfällen. KPI:erna kopplade till ramverket togs fram genom en litteraturgenomgång.

PROBLEMMRÅDEN

Många av de vanliga problem som finns i byggbranschen kan kategoriseras som antingen materialflödes-, kommunikations- eller komplexitetsrelaterade, se **Figur 1**. Den första kategorin av problem är kopplade till själva försörjningskedjan och innehåller problem med t.ex. sena leveranser. Den företagsinterna kommunikationen är kopplad till byggprocessen med problem som att t.ex. inköpare och platschefer inte kommunicerar om bra leverantörer att samarbeta med. Problemen med projektkommunikationen uppstår ofta i gränssnittet mellan byggprocessen och försörjningskedjan, när information ska spridas till projektets olika parter. Komplexitet rör problem som är mer företags- och projektövergripande och uppstår därmed på olika ställen i projektet/företaget. Sådana problem kan vara att man inte har ett standardiserat sätt för att planera t.ex. materialförsörjningen.



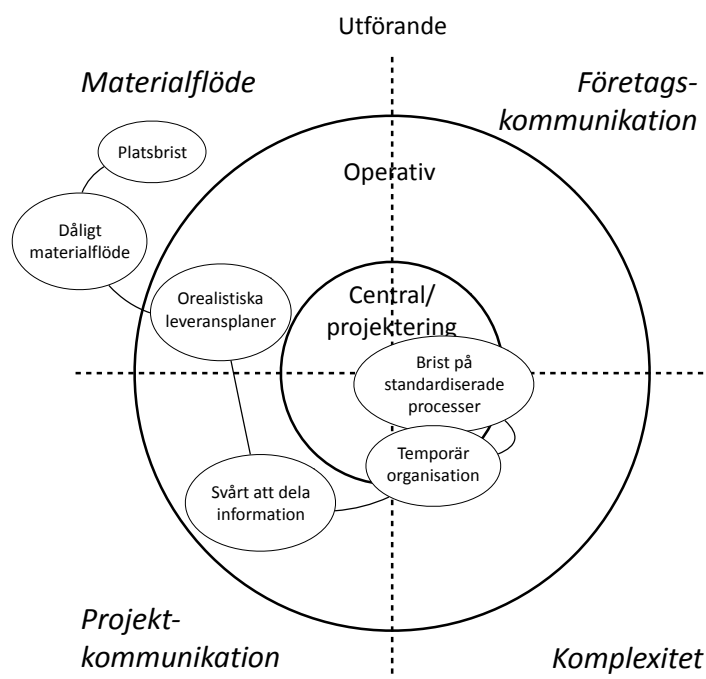
Figur 1. De fyra problemkategorierna.

De vanliga problemen med materialflödet, kommunikationen eller komplexiteten kan sammanlänkas och studeras med ett s.k. supply chain planning perspektiv, d.v.s. att man tar försörjningskedjan i beaktning i planeringen. Detta gör att man kan visualisera länkar mellan problemen och positionera i olika planeringsnivåer. Detta ger en bättre förståelse för på vilken planeringsnivå som problemen bör hanteras. Denna studie utgår från tre planeringsnivåer: central nivå, projekteringsnivå och operativ nivå. Dessutom måste planerna fullföljas på en utförande-nivå på byggarbetsplatsen, Dessa planeringsnivåer illustreras i **Figur 2** tillsammans med de fyra problemkategorierna.

Med modellen i **Figur 2** kan man illustrera på vilken planeringsnivå problemen uppstår, hur de hänger samman samt var de lämpligen bör bemötas. I modellen visualiseras hur problem kan länkas samman och på vilken planeringsnivå de olika problemen återfinns.

En vanlig situation i byggbranschen i dagsläget är att det i mångt och mycket är upp till var platschef och projektledare för byggprojekten att hantera logistiken och därmed de problem som uppstår av en icke fungerande logistik. Detta leder till att man ofta tvingas hantera många frågor och problem på plats i byggproduktionen. Det finns dock problem som varken går eller bör bemötas på byggarbetsplatsen, t.ex. temporära organisationer och brist på standard, utan istället på en strategisk central nivå. Om man istället tar tag i dessa frågor på central nivå kan man skapa förutsättningar för att effektivt dela information. Därav kan man inse att svårigheter med att dela information kan länkas samman till att man har nya projektorganisationer för varje projekt.

Figur 1 och 2 visar på att effekten av olika typer av problem ofta syns på byggarbetsplatsen i form av t.ex. sena leveranser. Figur 2 visar dock att dessa effekter sällan uppstår av sig själva utan som en följd av mer företagsövergripande problem som t.ex. bristande standarder. För att möjliggöra förutsättningarna för att rätt material ska komma i rätt tid, i rätt mängd, till rätt plats i rätt kvalitet behövs det ett standardiserat sätt att planera materialleveranserna. Denna standard, i form av ett planeringsramverk, presenteras nedan.



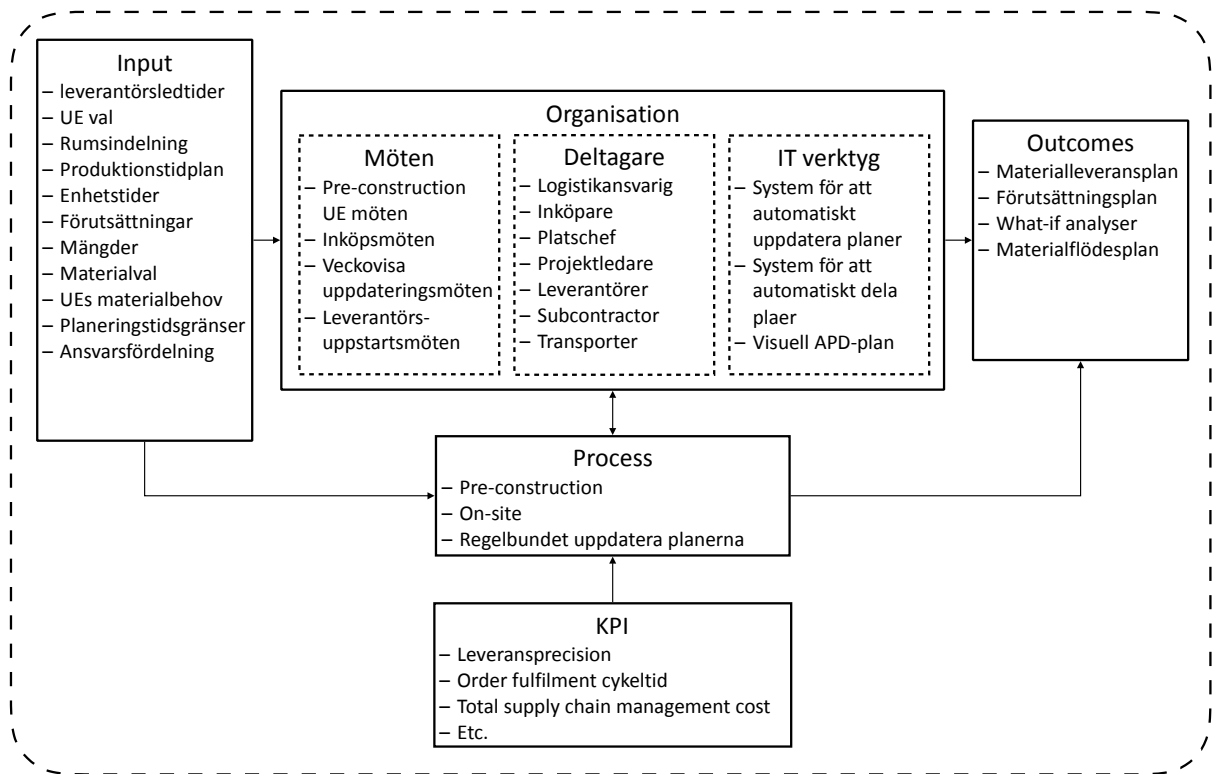
Figur 2. Modell för att länka problem och positionera dem.

PLANERINGSRAMVERKET

I Figur 3 illustreras det planeringsramverk som studien har haft som mål att utveckla. Övergripande så består ramverket av vad för typ av plan som ska komma ut av planeringen (outcomes), vilken information som är viktig för planeringen (input), förslag på process för planeringen samt hur det bör organiseras med möten, deltagare och IT-verktyg. Ramverket bygger på Tavares Thomé m.fl. (2012).

Utfallet av planeringen (outcomes)

Fokus i denna studie har varit att föreslå processer för att framställa en materialleveransplan där underentreprenörer och leverantörer involveras i planeringen. Dock framkom det under fokusgruppstudien att det även är viktigt att skapa en plan för var material ska lagras under byggproduktionen och hur materialet ska tas in på bästa sätt, en plan för vilka förutsättningar det finns att lossa material och hur ett visst material ska hanteras, och att man genomför s.k. what-if analyser (sv vad händer om analyser) för att kunna studera hur saker och ting påverkas av en förändring.



Figur 3. Ramverk för materialleveransplanering.

Viktig information in till planeringen (input)

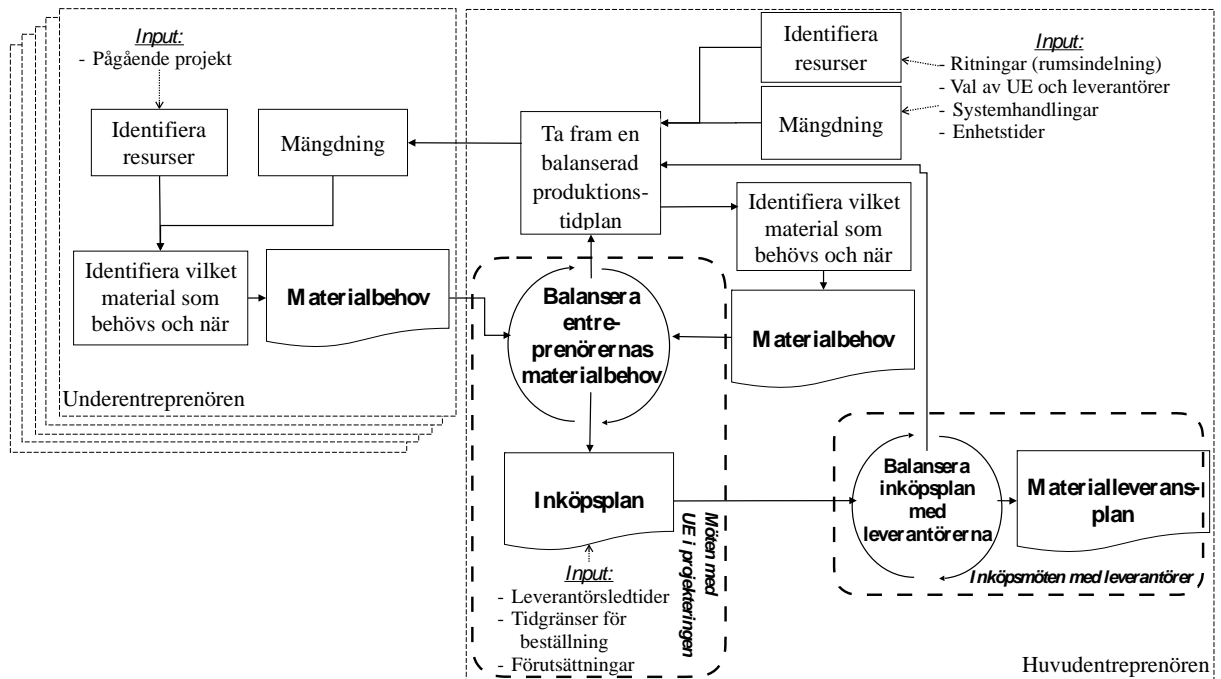
För att framställa en materialflödesplan behövs en del viktig information, t.ex.:

- Leverantörsledtider
- UE val
- Ritningar
- Rumsbeskrivning
- Systemhandlingar
- Produktionstidplan
- Enhetstider
- Förutsättningar
- Mängder
- Materialval
- UEs materialbehov
- Planeringstidsgränser
- Ansvarsfördelningar
- Tillgängliga resurser

Ritningar, UE val, systemhandlingar, rumsbeskrivningar och enhetstider behövs bl.a. för att identifiera vilka resurser som behövs till vilka moment samt vilket material som behövs. För att veta exakt när materialet behövs och hur mycket bör man även ha information om mängder, enhetstider och produktionstidplan. Leverantörsledtider är viktig information för att veta hur långt i förtid man måste ropa av en order. Utan den informationen finns det risk för att materialet avropas för sent.

Planeringsprocessen och dess organisation

Under projekteringen fastställs en grov produktionstidplan som visar på vilka aktiviteter som ska genomföras och när. Detta ger i sin tur information om när ett visst materialslag behövs. På så sätt kan man redan i projekteringsfasen sammanställa vilket material som behövs när för hela byggnationstiden. Problemet är dock att byggprojekt är förknippade med en hel del osäkerheter vilket gör att planen som skapas tidigt i projekteringen inte nödvändigtvis stämmer. Därför är det viktigt att man under byggproduktionen på rullande basis uppdaterar planerna, så även materialleveransplanen. Det inses då att två processer för materialleveransplanering behövs: en för att skapa en grov materialleveransplan i projekteringsfasen (Figur 4) samt en för att uppdatera planen på rullande basis under byggproduktionen (Figur 5).



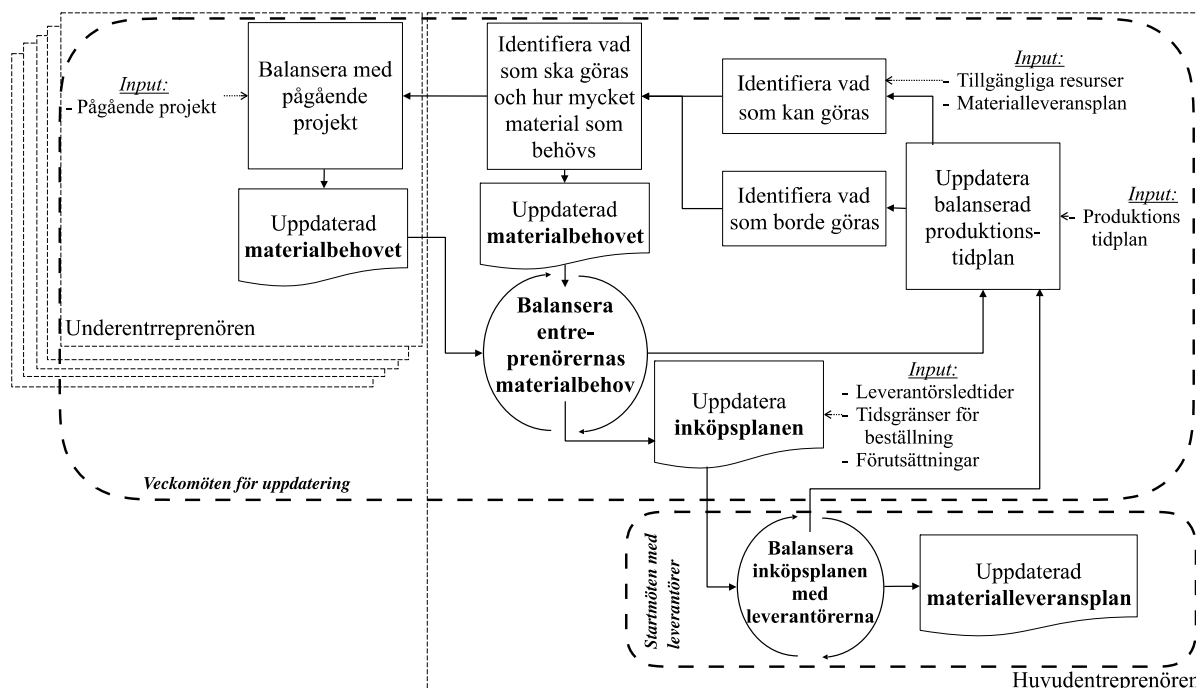
Figur 4. Planeringsprocessen i projekteringsfasen.

Processen börjar med att identifiera resurser och mängder baserat på ritningar, systemhandling och enhetstider. Detta gör att man kan ta fram en produktionstidplan för byggprojektet. Viktigt här är att underentreprenörerna bör vara en del av den processen. Baserat på en balanserad produktionstidplan kan man sedan identifiera vilket material som behövs när och sammanställa detta i ett materialbehovsdokument.

Baserat på produktionstidplanen kan även underentreprenörerna ta fram vilka resurser och mängder som behövs för att sammanställa deras materialbehov. För detta är det viktigt att de har tydlig information om pågående projekt så att de kan ta hänsyn till det i planeringen. Annars finns det risk att materialleveranser schemaläggs då de inte har resurser till att ta emot materialet på byggarbetsplatsen.

Baserat på huvudentreprenörens och underentreprenörernas materialbehov bör dessa träffas för att balansera sina behov så inga problem med t.ex. dubbelleveranser sker. Relevanta deltagare är logistikansvarig, platschef, projektledare och representant från underentreprenörerna. Om problem finns kan detta leda till att produktionstidplanen behöver justeras, annars skapas en inköpsplan med information om vad som ska köpas, hur mycket, från vilken leverantör och viktig information om byggprojektet så som godsmottagningsmöjligheter etc. För detta ändamål är det viktigt med information om vilka leverantörer man ska beställa från, deras ledtider, tidsgränser för beställningar och ändringar samt förutsättningar för materialhantering.

Nästa steg är att inköpare, logistikansvarig, projektledare och platschef med representant från leverantören diskuterar under ett möte med nyckelleverantörer (t.ex. köks-, fönster-, betongleverantör) om de kan leverera enligt önskemål. Om leverantörerna finner problem med planerna som t.ex. miss i design av kök, bör produktionstidplanen uppdateras. Om inga problem finns kan en materialleveransplan skapas som innehåller vilket material som ska levereras när i vilken mängd (mängd, tid, plats, kvalité, dokument).



Figur 5. Planeringsprocessen under byggproduktion on-site.

När byggproduktionen har påbörjats behöver materialleveransplanen kontinuerligt uppdateras baserat på byggproduktionens framfart. Denna uppdatering kan ske under sedvanliga veckomöten där platschef, arbetsledare, förmän, logistikansvarig på byggarbetsplatsen och representanter för underentreprenörerna träffas och följer upp produktionstidplanen. Först bör man identifiera vad som kan göras baserat på vilka resurser man har för att sedan identifiera, utifrån den produktionstidplan som uppdaterades förra veckan, vad som borde göras. Genom att studera dessa två vet man vad man kan göra och därmed vilket material som behövs till vilken aktivitet och i vilken mängd. Detta måste underentreprenörerna stämma av med övriga pågående projekt så inga problem skapas med t.ex. resurstillgång. Detta leder till uppdateringar av materialbehovet samt produktionstidplan som bör balanseras mellan entreprenörerna för att kunna uppdatera inköpsplan.

De uppdaterade planerna bör skickas ut till leverantörerna så att de vet om deras planerade materialleverans har påverkats eller ej. Dessa har då möjlighet bidra med deras syn på de uppdaterade planerna och eventuellt behöver produktionstidplanen uppdateras utifrån den informationen. Om inga problem återfinns skapas en uppdaterad materialleveransplan med nya mängder, nya tider, etc., för leverans.

Dessutom bör nyckelleverantörerna bjudas in till startmöten en tid innan deras första leverans till bygget. Deltagare under detta möte bör vara logistikansvarig, platschef samt representanter från transportören och leverantören. Ämnen att diskutera är materialleveransplanen för den leverantören och om den behöver justeras samt vilka förutsättningar som råder på byggarbetsplatsen som kan vara viktigt för leverantören och transportören att veta om för t.ex. hur materialet ska packas och lastas.

För att systematisera informationsspridningen och förenkla uppdaterandet av planerna bör BIM-system användas. BIM möjliggör att information om enhetstider och mängder byggs in i produktionstidplan och materialleveransplanen. Dessutom behövs IT-verktyg som möjliggör att automatiskt uppdatera produktionstidplanen och materialleveransplanen. Detta ska göras inom ett och samma IT-verktyg som även ska klara av att distribuera informationen till berörda parter.

Viktiga KPI:er

Tabell 1 presenterar de KPI:er som kan vara relevanta att mäta för att styra planeringen av materielleveranserna. Perfekt orderhantering innefattar att mäta hur ofta rätt material kommer i rätt mängd, i rätt tid, till rätt plats, i rätt kvalitet och med rätt dokumentation. Om mätetalet är lågt behöver åtgärder vidtas. Exempel på en sådan åtgärd rör att identifiera varför materialet anländer fel och tillsammans med leverantörerna utveckla sig så mätetalet förbättras. För detta ändamål kan det vara viktigt att mäta orderhanteringsledtiden som visar på hur lång tid det tar från det att beställning görs till det att materialet anländer till inbyggnadsplatsen. En lång ledtid kan innebära att godsmottagningen är ineffektiv och behöver ses över, t.ex. att materialet mellanlagras lång tid innan det flyttas till inbyggnadsstället.

Tabell 1. Relevanta prestandamått för mätning.

Prestandamått	Beskrivning
Perfekt orderhantering	Om rätt material levereras i rätt mängd, i rätt tid, till rätt plats, i rätt kvalitet, med rätt dokumentation.
Orderhanteringsledtid	Hur lång tid det tar att färdigställa ett projekt. Kan även mätas mot leverantörer för att mäta tiden från beställning till levererat material.
Flexibilitet i försörjningskedjan	Hur snabbt försörjningskedjan reagerar på förändringar.
Totalkostnad för försörjningskedjan	Den totala kostnaden för alla aktiviteter i försörjningskedjan.
Total byggkostnad	Kostanden för byggproduktionen.
Cash-to-cash cykeltid	Hur snabbt en investering ger avkastning.
Kvalitet	Kan t.ex. mätas via antal defekter eller som en del av POF.
Antal omarbeten	En hög andel omarbeten innebär många förändringar eller defekter.
Avfallsmängder	Hur stora mängder av förpackningar etc. som lagras på plats.
Kundtillfredsställelse	Kan t.ex. mätas via kvalitetsmättet ovan.
Underleverantörers prestanda	Antal fel som begås av underleverantören.
Monteringstider	Hur lång tid en byggaktivitet tar, kan användas för att uppdatera enhetstider och tidplaner.
Efterlevnad av produktionstidplan	Hur väl man följer tidplanen och kommer kunna leverera i tid, viktigt för uppdatering av materialleveransplanen.
Meddelande om leverans i tid	Transportören bör meddela före leverans

Ett mätetal rörande kostnad som är viktigt är totalkostnaden för försörjningskedjan. Förhoppningsvis ska planeringen av materielleveranserna göra så att försörjningskedjan blir mer effektiv. På så sätt borde tid lagd på godsmottagning, omarbeten, kostnader, etc. minimeras för att materialet kommer "rätt". Därför är det viktigt att mäta kostnader för dessa aktiviteter i försörjningskedjan för att veta om planeringen minimerar kostnaderna eller ej.

Utöver dessa finns det andra mätetal som kan vara intressanta. Ett sådant mätetal är efterlevnad av tidplan. Material som kommer "rätt" borde innebära bättre förutsättning att hålla tidplanen. Därmed bör man mäta hur bra man är på att följa tidplanen.

DISKUSSION

Den rådande synen i byggbranschen, bland både forskare och praktiker, är att logistik och supply chain management (SCM) är något implementerbart. Bland forskare inom logistik och anses SCM vara en filosofi med ett antal verktyg och metoder (t.ex. logistiska sådana). Detta är något som missas bland forskare inom bygg. SCM består av processer, management-aktiviteter och design, där materialleveransplanering är ett verktyg för att sprida information mellan parterna i försörjningskedjan och därmed koordinera dem. Förutom koordinering så är även samarbete och integrering viktiga delar inom SCM filosofin, se Lambert och Cooper (2000) och Mentzer m.fl. (2001) för mer information. Ramverket som presenteras i denna studie involverar entreprenörer och leverantörer både i projekteringen och under byggproduktionen. På så sätt möjliggörs bättre kommunikation och koordinering.

En förutsättning för att ramverket och dess processer ska fungera är att man oftare arbetar med långsiktiga samarbeten och tidigt involverar underentreprenörer och leverantörer i projekteringen. Detta är något som behöver förbättras inom branschen. På så sätt minimerar man komplexitetsrelaterade problem så som temporära organisationer vilket underlättar informationsspridning och att fel uppstår. De föreslagna processerna är även möjliggörare för att standardisera planeringen och att hjulet inte ska behöva uppfinnas på nytt inför varje projekt.

Innan man kan börja koordinera, integrera och samarbeta inom försörjningskedjan måste man arbeta med att skapa förutsättningar för bl.a. tillit och gemensamma mål samt även ha interna processer som klarar detta. Detta måste göras av varje enskild part i försörjningskedjan. Först efter att det har uppnåtts inom varje företag kan man börja titta på att skapa tillit mellan företagen, dela information och skapa gemensamma mål. Denna syn på SCM saknas inom bygg.

Till sist kan nämnas att branschen är i behov av att utveckla mätsystem för att följa upp de mätetal som presenteras i **Tabell 1**. Det är inte förrän ett systematiskt arbetssätt att automatiskt samla in data finns på plats som fördelarna kan räknas hem. Risk finns att man annars spenderar mer tid och kostnad på att mäta än vad själva mätning ger i fördelar. Likaså måste det finnas en förståelse för vad informationen från mätningen ska användas till.

SLUTSATS

Denna studie föreslår ett ramverk för materialleveransplanering för att möjliggöra att rätt material kommer i rätt mängd, i rätt tid, till rätt plats, i rätt kvalitet och med rätt dokumentation. Detta genom att involvera entreprenörerna och leverantörerna tidigt i projekteringen för att gemensamt skapa en materialleveransplan. På så sätt förbättras kommunikation, koordination och integration mellan aktörerna, vilket i förlängningen också skapar förutsättningar för effektivt byggande.

Processen startar med att ta fram en grov materialleveransplan redan i projekteringen som visar på vad som ska levereras, i vilken mängd, till vilken tid, till vilken plats, i vilken kvalitet och med vilken

dokumentation. För detta ansvarar huvudentreprenören och ansvaret innefattar även underentreprenörernas material. Materialleveransplanen uppdateras sedan kontinuerligt under projektets gång baserat på information om byggets fortskridande. Mätetal som kan vara relevant att mäta är perfekt orderhantering, orderhanteringsledtid och totalkostnad för försörjningskedjan.

En av nyttorna med denna studie är en förståelse för vilka problem som byggbranschen står inför och hur materialleveransplanering kan minimera dess effekter. Istället för att lösa problem som uppstår akut byggarbetsplatsen måste man ta ett helhetsgrepp på problemen då problem med att material inte kommer i rätt mängd, i rätt tid, till rätt plats, i rätt skick, med rätt dokumentation ofta beror på bristande kommunikation och att komplexa aspekter som temporära organisationer inte beaktas. Planeringsramverket skapar förutsättningar för att hantera dessa problem.

REFERENSER

- Dainty, A., Moore, D. & Murray, M. 2006. *Communication in construction - theory and practice*, Abingdon, Oxon, Taylor and Francis.
- Friblick, F. 2000. *Supply chain management in the construction industry - opportunity or utopia?* Degree Licentiate in Engineering, Lund University.
- Josephson, P.-E. & Saukkoriipi, L. 2005. Slöseri i byggprojekt, behov av förändrat synsätt. In: Cmb (ed.). FoU-Väst.
- Lambert, D. M. & Cooper, M. C. 2000. Issues in supply chain management. *Industrial Marketing Management*, 29, 65-83.
- Mentzer, J. T., Dewitt, W., Keebler, J. S., Soonhoong, M., Nix, N. W., Smith, C. D. & Zacharia, Z. G. 2001. Defining supply chain management. *Journal of Business Logistics*, 22, 1-25.
- Tavares Thomé, A. M., Scavarda, L. F., Fernandez, N. S. & Scavarda, A. J. 2012. Sales and operations planning: A research synthesis. *International Journal of Production Economics*, 138, 1-13.
- Thunberg, M. 2016. *Developing a framework for supply chain planning in construction*. Doctoral Doctoral, Linköping university.
- Thunberg, M. & Fredriksson, A. Supplier and contractor perspectives on supply chain planning problems in construction: A multiple case study. 22nd EurOMA conference, 26-30 June 2015 Neuchâtel, Switzerland.
- Thunberg, M., Fredriksson, A. & Rudberg, M. Developing an organisation and process for supply chain planning in construction. 23rd EurOMA Conference, 2016 Trondheim, Norway.
- Thunberg, M. & Persson, F. 2014. Using the scor model's performance measurements to improve construction logistics. *Production Planning and Control*, 25, 1065-1078.
- Thunberg, M., Rudberg, M. & Karrbom-Gustavsson, T. 2017. Categorising on-site problems: A supply chain management perspective on construction projects. *Construction Innovation*, 17.